

Rapporti tecnici INGV

Gestione operativa dei SAPR OV-INGV
per monitoraggio e ricerca

365



Direttore Responsabile

Silvia MATTONI

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI (INGV-RM2)

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



Rapporti tecnici INGV

GESTIONE OPERATIVA DEI SAPR OV-INGV PER MONITORAGGIO E RICERCA

Enrica Marotta¹, Gala Avvisati¹, Pasquale Belviso¹, Antonio Carandente¹, Rosario Peluso¹,
Fabio Sansivero¹, Giuseppe Vilardo¹, Agata Sangianantoni¹, Gabriele Santiccioli²,
Eugenio Sacchetta², Pierlorenzo Pessah²

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli – Osservatorio Vesuviano)

²FlyTop s.p.a. (Roma)

365

Indice

Abstract	7
Introduzione	7
1. Il contesto legale	9
2. Procedure sintetiche per l'utilizzo dei FlyBit	11
2.1 Safety e security.....	11
2.2 Controlli prima e durante le operazioni.....	11
2.3 Gli obblighi e i divieti del pilota.....	12
3. Utilizzo dei FlyBit.....	13
4. Conclusioni	16
Bibliografia	16
Appendice 1 - Manuale di volo FlyBit	17
Appendice 2 – Manuale delle operazioni.....	91
Appendice 3 – Manuale delle manutenzioni FlyBit	135
Appendice 4 - Analisi di rischio e valutazione di idoneità alle operazioni SAPR FlyBit – FLB177	145

Abstract

La Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (OV-INGV), nell'ambito del progetto S.I.S.TE.M.A. (*Potenziamento di monitoraggio vulcanico dei Campi Flegrei per variazione dei livelli di allerta da base ad attenzione*) finanziato dalla Regione Campania a valere su fondi POR FESR 2007/2013, ha acquisito due Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR).

Un'attenta analisi di mercato rivolta all'identificazione di soluzioni tecnologiche per l'installazione di sensori all'infrarosso termico su SAPR, ha identificato nel Modello FlyBit prodotto dalla ditta FlyTop S.p.a la soluzione a carattere commerciale meglio rispondente alle specifiche esigenze tecniche ed operative che consentissero l'installazione di sensoristica IR (ad infrarosso). L'utilizzo di un SAPR in tal modo equipaggiato richiede un approccio multidisciplinare che contempra sia soluzioni tecniche originali sia una appropriata valutazione del rischio operativo che necessita di una adeguata conoscenza del contesto legale di riferimento. Per tali motivi, il team per la gestione della strumentazione e delle attività operative è costituito da ricercatori, tecnologi, tecnici ed esperti nella gestione del rischio.

In questo lavoro è descritto il contesto legale di riferimento e la procedura per l'utilizzo dei SAPR ed è allegata parte della documentazione che è stata necessaria fornire all'ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile) per ottenere l'autorizzazione al volo per operazioni specializzate critiche. Inoltre sono illustrate le differenti applicazioni in campo geofisico e nel contesto del telerilevamento applicato al monitoraggio geologico e ambientale, evidenziando le interessanti opportunità di utilizzo per la comunità scientifica.

Introduzione

Negli ultimi anni si è osservato un utilizzo sempre più diffuso di Aeromobili a Pilotaggio Remoto (APR) comunemente chiamati droni. Essi, se utilizzati esclusivamente per impiego ricreazionale e sportivo, appartengono alla categoria degli Aeromodelli, se impiegati in operazioni specializzate o in attività scientifiche, sperimentazione e ricerca, costituiscono i cosiddetti Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR). Divisione individuata dal Regolamento ENAC (Edizione 2 del 16 luglio 2015 – Emendamento 1 del 21 dicembre 2015).

I campi di applicazione dei SAPR sono molteplici: possono essere utilizzati in ambito cartografico (con rilievi aero-fotogrammetrici), di monitoraggio (ad es. geologico-ambientale, vulcanologico, di impianti industriali, archeologico, catastale), di sicurezza (con controllo del territorio), giornalistico, di ricerca ed altro. Essi possono essere equipaggiati, in funzione della specifica applicazione, con differenti tipi di sensori multispettrali quali, ad esempio, fotocamere nel visibile e telecamere all'infrarosso termico, sensori geochimici e altro. Le tipologie di APR più utilizzati sono a Rotori o VTOL (Vertical Take-off and Landing) e ad Ala Fissa o CTOL (Conventional Take-Off and Landing).

La disponibilità di tali apparati ha consentito di effettuare molte operazioni in modo più veloce, economico e sicuro rispetto al passato. Un SAPR può sorvolare aree pericolose nella completa sicurezza del personale impegnato in operazioni in ambienti ostili quali ad esempio il monitoraggio di incendi o la mappatura di aree urbane inagibili a seguito di attività sismica o anche di aree vulcaniche attive. Il suo utilizzo si sovrappone ad ambiti per i quali in passato erano necessari elicotteri o altri mezzi aerei economicamente più dispendiosi ed inoltre le piccole dimensioni di un SAPR consentono una maggiore versatilità in aree non accessibili ai mezzi tradizionali.

La Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (OV-INGV), nell'ambito del progetto S.I.S.TE.M.A. (potenziamento di monitoraggio vulcanico dei Campi Flegrei per variazione dei livelli di allerta da base ad attenzione), ha acquistato due APR multirotori modello FlyBit equipaggiati sia con fotocamera visibile che con telecamera all'infrarosso termico e con massa al decollo pari a 8.5 kg¹. Per il loro utilizzo sono stati addestrati 6 dipendenti dell'Osservatorio Vesuviano – INGV che hanno dovuto conseguire un attestato di Pilota di APR.

Secondo quanto previsto dal progetto S.I.S.TE.M.A, i droni FlyBit sono stati acquistati principalmente per effettuare il monitoraggio di specifiche aree vulcaniche della caldera dei Campi Flegrei il cui livello di

¹ **Massa Operativa al Decollo:** valore di massa al decollo dell'APR in configurazione operativa, incluso il *pay load* (apparecchiature e installazioni necessarie per lo svolgimento delle operazioni previste). In altre parole è la massa complessiva drone più attrezzature trasportate.

allerta, così come predisposto dal Dipartimento della Protezione Civile, è passato nel dicembre 2012 da “base” ad “attenzione”. Parallelamente i FlyBit potranno essere utilizzati anche in altre aree ed avere ulteriori campi di applicazione attinenti a quelle che sono le *mission* dell’INGV, che è dotato anche di altri droni [Nannipieri et al., 2016].

Per quanto concerne la normativa italiana, l’utilizzo dei SAPR al di sotto dei 150kg è disciplinato dal regolamento dell’Ente Nazionale per l’Aviazione Civile (ENAC)². Per rendere operativi i due droni FlyBit sono stati richieste ed ottenute le autorizzazioni al volo da parte dell’ENAC per operazioni specializzate critiche³ nell’ambito di attività di aerofotogrammetria termica e visibile per ricerca e monitoraggio vulcanologico e ambientale, acquisizioni di video e foto aeree. Tali autorizzazioni richiedono la produzione di una serie di documenti tra cui il Manuale di Volo, il Manuale delle Operazioni, il Manuale delle Manutenzioni, l’Analisi di Rischio e Valutazione di Idoneità alle operazioni. Tali manuali, allegati al documento, rappresentano il risultato di un’attività volta ad individuare e pianificare i possibili impieghi e delle modalità di utilizzo dei droni.

Nel Manuale di Volo (Allegato 1) sono riportati i dettagli tecnici e i limiti operativi dei droni FlyBit, con una descrizione dettagliata dei sensori a bordo, il tipo di attività operative che possono svolgere, la gestione delle missioni di volo con software dedicati, le indicazioni sulle modalità di pianificazione e preparazione delle missioni di volo, ruoli e responsabilità del pilota, eventuali procedure di emergenza da adottare (incluse le indicazioni sull’utilizzo del terminatore di volo di cui i droni sono dotati), informazione sulla manutenzione e conservazione dei SAPR.

Nel Manuale delle Operazioni (Allegato 2) viene descritto l’organizzazione dell’Operatore che nel nostro caso è l’Osservatorio Vesuviano – INGV, il tipo di operazioni che s’intende effettuare con i mezzi acquistati, la definizione dei compiti di due figure di riferimento richieste ed individuate dall’OV (*Accountable Manager* e *Safety Manager*), il tipo di manutenzione che s’intende effettuare sui droni, le informazioni sull’assicurazione che essi devono avere, il tipo di sicurezza e i limiti di impiego, la prevenzione incidenti/inconvenienti, le procedure operative, il tipo di addestramento dei piloti e la documentazione da produrre.

Il Manuale delle Manutenzioni (Allegato 3) consiste nell’insieme degli interventi sui SAPR e loro parti, intesi a mantenerli in stato di aeronavigabilità.

L’Analisi di Rischio e Valutazione di idoneità alle operazioni (Allegato 4) fornisce gli strumenti per misurare il rischio inerente alle operazioni da svolgere con i SAPR FlyBit, gli accorgimenti e le strategie che possono aiutare a ridurre tale rischio e quindi ad aumentare il livello di sicurezza (*Safety*) secondo quanto stabilito dall’ICAO (*International Civil Aviation Organization*)⁴.

In questo lavoro non è possibile esaminare tutte le fonti normative, vengono focalizzati esclusivamente, gli aspetti necessari e propedeutici alle autorizzazioni e impiego dei SAPR.

Pertanto, vengono ripercorsi alcuni elementi fondamentali per la gestione dei SAPR e vengono inoltre, descritte le procedure sintetiche per l’utilizzo dei FlyBit e i loro possibili utilizzi immediati e futuri.

² L’ultima versione è l’Edizione 2 del 16 luglio 2015 – Emendamento 1 del 21 dicembre 2015.

³ Da Regolamento ENAC, per **Operazioni Specializzate** s’intendono le attività che prevedono l’effettuazione, con un SAPR, di un servizio a titolo oneroso o meno, quale ad esempio: riprese cinematografiche, televisive e servizi fotografici, sorveglianza del territorio o di impianti, monitoraggio ambientale, impieghi agricoli, fotogrammetria, pubblicità, addestramento. Per **Operazioni Critiche** s’intendono quelle operazioni che prevedono il sorvolo anche di aree congestionate o altro secondo quanto dettagliato nell’Art.10 del Regolamento ENAC “Edizione 2 del 16 luglio 2015 – Emendamento 1 del 21 dicembre 2015”.

⁴ L’Organizzazione internazionale dell’aviazione civile (in inglese *International Civil Aviation Organization*, **ICAO**) è un’agenzia autonoma delle Nazioni Unite incaricata di sviluppare i principi e le tecniche della navigazione aerea internazionale, delle rotte e degli aeroporti e promuovere la progettazione e lo sviluppo del trasporto aereo internazionale rendendolo più sicuro e ordinato.

1. Il contesto legale

In Italia esistono diversi Enti che hanno titolo e giurisdizione per regolamentare, regolare e controllare lo spazio aereo:

- l'ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile): Ente regolatore;
- l'ENAV (società Nazionale per l'Assistenza al Volo): *service provider*, cioè l'Ente che fa applicare le leggi emesse dall'ENAC;
- l'Aereonautica Militare: regolatore militare e *service provider*;
- l'Aeroclub Italia: attività sportiva e didattica.

La normativa che regola l'utilizzo dei SAPR dipende essenzialmente dalla sua massa massima operativa al decollo (MOD; nota 1): se supera i 150 kg si seguono le regole europee stabilite dall'EASA (*European Aviation Safety Agency*); al di sotto dei 150 kg ci si riferisce al contesto nazionale e si applicano le previsioni del Codice della Navigazione.

In Italia si applica il Codice della Navigazione dove l'articolo 743 prevede nella definizione di "aeromobile"⁵ anche i "mezzi aerei a pilotaggio remoto" (APR) disciplinati dal regolamento ENAC. In particolare gli APR impiegati o destinati all'impiego in operazioni specializzati o in attività scientifiche, sperimentazione e ricerca costituiscono i SAPR- Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto.

La normativa ENAC suddivide gli APR in classi e categorie a seconda della massa operativa al decollo e della tipologia di meccanica del volo. Le classi sono tre: *Veri Light* (VL) $0,3 < \text{MOD} \leq 4\text{kg}$; *Light* (L) $4\text{kg} < \text{MOD} \leq 25\text{kg}$; *Heavy* (H) con $\text{MOD} > 25\text{kg}$. Le categorie sono: Ala Fissa (Ap), Elicotteri (Hc), Multicotteri (Mc); Dirigibile (As). Per il conseguimento dell'Attestato di Pilota APR, il pilota deve essere in possesso di un certificato medico rilasciato da un Esaminatore Aeromedico (*Aero Medical Examiner* –AME) in applicazione dei requisiti previsti per la licenza di pilota LAPL, di cui al Regolamento (UE) n. 1178/2011.

I FlyBit (con matricole FLB177 e FLB178) in dotazione dell'OV-INGV sono dei multicotteri che rientrano nella categoria Light aventi una massa operativa al decollo di 8,5kg (Manuale di Volo allegato). In funzione della classe e della categoria dell'APR si consegue un diverso Attestato di Pilota. Nel caso dell'OV-INGV i piloti hanno conseguito un attestato per la classe L (Light) e categoria L/Mc (APR multicottero di $4\text{kg} < \text{MOD} < 25\text{kg}$) secondo quanto stabilito dall'ENAC [circolare LIC-15].

Per quanto riguarda le procedure per ottenere l'autorizzazione al volo, il regolamento ENAC distingue essenzialmente due diversi iter in funzione della massa massima operativa al decollo: minore di 25 kg; uguale o maggiore di 25 kg⁶. Essi si distinguono per il tipo di Attestato di Pilota (per massa maggiore di 25 kg, a differenza di quello conseguito dai piloti OV-INGV, appartiene alla categoria Heavy che prevede un addestramento differente) [circolare LIC-15], e per la Richiesta di Permesso di Volo (per APR superiore a 25 kg prevede, oltre alla manualistica richiesta per la classe inferiore, una Registrazione specifica e un'ispezione da parte di personale ENAC) [Regolamento ENAC, 2015]. Inoltre, in ognuno di questi iter, altro elemento distintivo è dato dai diversi scenari (critici, non critici e misti) in cui si prevede di utilizzare il proprio mezzo [Regolamento ENAC, 2015].

Per i droni FlyBit, come precedentemente affermato, sono stati richiesti ed ottenuti le autorizzazioni al volo da parte dell'ENAC per "operazioni specializzate critiche che si svolgono in condizioni VLOS (*Visual Line Of Sight*)⁷ in aree urbane in scenari che non prevedono il sorvolo di persone nell'area delle operazioni e nel buffer⁸ (cfr. art.10 comma 5)", con l'obbligo dei piloti autorizzati a convertire le loro qualificazioni in attestati in accordo ai requisiti della Circolare LIC – 15 del 9/06/2016 (inerenti la "serie licenze" stabilite

⁵ Per aeromobile si intende ogni macchina destinata al trasporto per aria di persone o cose. Sono altresì considerati aeromobili i mezzi aerei a pilotaggio remoto, definiti come tali dalle leggi speciali, dai regolamenti dell'ENAC e, per quelli militari dai decreti del Ministero della Difesa. Le distinzioni degli aeromobili, secondo le loro caratteristiche tecniche e secondo il loro impiego, sono stabilite dall'ENAC con propri regolamenti e, comunque, dalla normativa speciale in materia.

⁶ Nella categoria sotto i 25kg il regolamento ENAC prevede procedure ancora più snelle per droni con massa al decollo inferiore a 2kg e ancora di più per quelli inferiori a 300g.

⁷ Operazioni condotte entro una distanza, sia orizzontale che verticale, tale per cui il pilota remoto è in grado di mantenere il contatto visivo continuativo con il mezzo aereo, senza aiuto di strumenti per aumentare la vista, tale da consentirgli un controllo diretto del mezzo per gestire il volo, mantenere le separazioni ed evitare le collisioni.

⁸ Area di Buffer: area intorno a quella delle operazioni, stabilita per garantire livelli di *Safety* applicabili per la tipologia di operazioni. Tale area, deve avere caratteristiche analoghe a quella delle operazioni, l'adeguatezza delle sue dimensioni è determinata attraverso la valutazione dei possibili comportamenti dell'APR in caso di mal funzionamenti [Regolamento ENAC, 2015].

dall'ENAC). Obbligo già ottemperato dai piloti dei FlyBit.

Il regolamento ENAC subisce continui aggiornamenti ed emendamenti per quanto riguarda le operazioni con i SAPR, al fine di definire i livelli di sicurezza da garantire per le diverse tipologie di operazioni sulla base della normativa nazionale e comunitaria del settore. Inoltre ulteriori adeguamenti potranno intervenire a seguito degli approfondimenti in corso sulla Opinion recentemente emessa dall'EASA, tendente a fornire agli Sati Membri un quadro armonizzato di riferimento regolamentare per l'adozione delle normative nazionali (come si legge nella nota di "chiarimenti" dell'ENAC in merito al Regolamento "Mezzi aerei a pilotaggio remoto" con prot. del 29/12/2015).

Questa complessa stratificazione normativa comporta notevoli difficoltà agli Operatori della strumentazione che, in aggiunta a solide competenze tecniche e scientifiche, devono possedere pertanto una piena conoscenza della normativa di riferimento.

Al fine di avere una immediata percezione sintetica, alcune principali fonti normative vengono riepilogate nella seguente tabella:

Fonti Normative	Link
Codice della Navigazione	http://www.normattiva.it/static/codici_navig.html
Regolamento CE n. 216/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio "Regolamento Basico"	http://www.enac.gov.it/la_normativa/normativa_internazionale/normativa_europea/regolamenti/info-303191980.html
Regolamento CE n. 785/2004 del Parlamento Europeo del Consiglio "Requisiti Assicurativi"	https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_internazionale/Normativa_europea/Regolamenti/info417264093.html
Regolamento UE 923/2012 Standardised European Rules of the Air-SERA	http://anacna.it/anacna-news/340-implementato-regolamento-europeo-923-2012-sera.html
Regolamento ENAC Regole dell'Aria Italia	https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info743038137.html
Regolamento Tecnico dell'ENAC	https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamento_Tecnico/index.html
Regolamento ENAC Servizi di Traffico Aereo	https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info151376896.html
Regolamento ENAC Organizzazione sanitaria e certificazioni mediche d'idoneità per il conseguimento delle licenze e degli attestati aeronautici	http://www.enac.gov.it/la_normativa/normativa_enac/regolamenti/regolamenti_ad_hoc/info1745280969.html

Ai fini pratici, è importante ricordare che, una volta ottenuta l'autorizzazione al volo, l'*Accountable Manager* dell'Organizzazione dei FlyBit garantisce che:

- le norme e i regolamenti applicabili e le procedure contenute nei manuali siano sempre effettuate ed osservate;
- ogni cambiamento nelle norme e regolamenti applicabili emessi dalle Autorità venga debitamente incorporato nei manuali;
- ogni edizione o revisione definitiva dei manuali debba essere accettata dall'ENAC;
- tutte le attività di manutenzione effettuate dall'Istituto siano adempiute in conformità alle regole del regolamento ENAC, ai requisiti del costruttore e ulteriore regolamentazione applicabile.

Inoltre l'*Accountable Manager* insieme al *Responsabile della Sicurezza* s'impegnano ad attuare la politica della sicurezza (*Safety*) come aspetto primario da tenere in considerazione.

Solo dopo aver verificato tutti gli aspetti fondamentali per garantire la sicurezza è possibile dare il via alla missione durante la quale il pilota assume la piena responsabilità personale delle operazioni.

Un'analisi più approfondita del *framework* legale per la gestione dei SAPR prevede la predisposizione

di un *Data Management Plan* nel quale impostare una metodologia di gestione e categorizzazione dei dati acquisiti, in conformità ai Principi della Politica dei dati dell'INGV a tutela della proprietà intellettuale dei ricercatori coinvolti nell'attività.

2. Procedure sintetiche per l'utilizzo dei FlyBit

2.1 Safety e security

Il pilota di APR ha come obiettivo primario il rispetto delle norme di sicurezza (*Safety*). Infrazioni gravi o serie violazioni delle norme e delle procedure indicate nel manuale di volo dell'APR e nel manuale delle operazioni e violazioni nella sicurezza del volo possono portare a severe sanzioni disciplinari. In particolare deve tenere in considerazione due aspetti differenziati della sicurezza:

- *Security*: comprende le attività volte a prevenire e contrastare atti di interferenza illecita, ovvero intenzionali e dolosi, a danno del sistema dell'aviazione civile.
- *Safety*: comprende l'insieme delle attività e delle azioni tese allo sviluppo della sicurezza del volo, in termini di tutela dell'incolumità delle persone e dei beni coinvolti nelle operazioni aeronautiche.

Per quanto riguarda la *Security*, il pilota deve adottare misure adeguate a protezione del SAPR per prevenire atti illeciti durante le operazioni anche per prevenire le interferenze volontarie del radio *link*. Durante lo svolgimento di operazioni specializzate critiche, mette in atto, con l'aiuto di collaboratori, procedure per impedire l'accesso di personale non autorizzato nell'area delle operazioni, in particolare alla stazione di controllo. Prima dello svolgimento di qualsiasi operazione, il pilota ha l'onere di verificare l'esistenza di eventuali disposizioni emanate dalla Autorità di Pubblica Sicurezza per le aree interessate dalle operazioni.

Con il termine *Safety* si indica la condizione in cui la possibilità di nuocere a persone e/o cose è ridotta, e mantenuta al di sotto di un livello ritenuto accettabile, attraverso un processo continuo di identificazione dei pericoli e di gestione del rischio (*Safety Risk Management*).

A tal fine, per motivi di sicurezza, il pilota deve sapere che è in ogni caso proibito il sorvolo di assembramenti di persone, per cortei, manifestazioni sportive o inerenti forme di spettacolo o comunque di aree dove si verificano concentrazioni inusuali di persone.

Il *data link* utilizza frequenze autorizzate e scelte opportunamente in modo da minimizzare la possibilità di interferenze volontarie che possano compromettere la sicurezza delle operazioni. Inoltre il *data link* facente parte del SAPR assicura l'attuazione delle funzioni di *Command* e *Control* con la necessaria continuità e affidabilità in relazione all'area delle operazioni.

2.2 Controlli prima e durante le operazioni

L'equipaggio, prima di dare inizio alle operazioni, verifica la rispondenza alle regole ENAC e si accerta che la configurazione scritta nella documentazione sia corrispondente a quella sul campo nel giorno designato al volo:

- 1) verifica che le condizioni atmosferiche e ambientali siano idonee al volo ed effettua una serie di misurazioni tramite l'utilizzo di diversi strumenti:
 - anemometro, per la misura della velocità del vento
 - termometro ad infrarossi, per la misura delle temperature dei motori
 - misuratore di campo elettromagnetico, per rilevare eventuali interferenze dannose per il volo
- 2) delimita, per operazioni critiche, l'area con idonee segnalazioni per evitare l'ingresso di persone estranee alle operazioni;
- 3) verifica che le condizioni atmosferiche (temperatura, visibilità, copertura nuvolosa, precipitazioni, ore di luce) siano favorevoli al volo;
- 4) effettua il monitoraggio delle condizioni del campo geomagnetico e delle sue alterazioni a causa dell'attività solare;
- 5) controlla l'andamento delle tempeste solari;

- 6) verifica di eventuali *flight restrictions* e *no-fly zone* consultando il sito dell'ENAV (www.enav.it) alla voce AIP⁹;
- 7) controlla la copertura del segnale GPS e dei satelliti visibili;
- 8) controlla la bussola per il corretto posizionamento goniometrico;
- 9) controlla la carica ed il bilanciamento delle batterie;
- 10) effettua i controlli pre-volo descritti nel manuale di volo allegato, si assicura dell'assenza di ostacoli alla rotazione delle eliche e che l'area di decollo sia libera da persone/ostacoli;
- 11) durante il volo il pilota deve mantenere continuamente il contatto visivo con il SAPR ed esegue il volo avendo cura di mantenersi nei limiti di distanza da persone e cose come stabilito dal regolamento ENAC.

Durante tutta la missione il pilota deve essere sempre pronto a passare al controllo manuale per ogni situazione anomala che può verificarsi nello svolgimento della missione automatica ed, in caso di necessità, deve essere pronto ad interrompere il volo agendo sul radio comando dedicato per l'apparato di terminazione del volo.

2.3 Gli obblighi e i divieti del pilota

Di seguito due schemi dei principali obblighi e divieti del pilota SAPR.

GLI "OBBLIGHI" DEL PILOTA

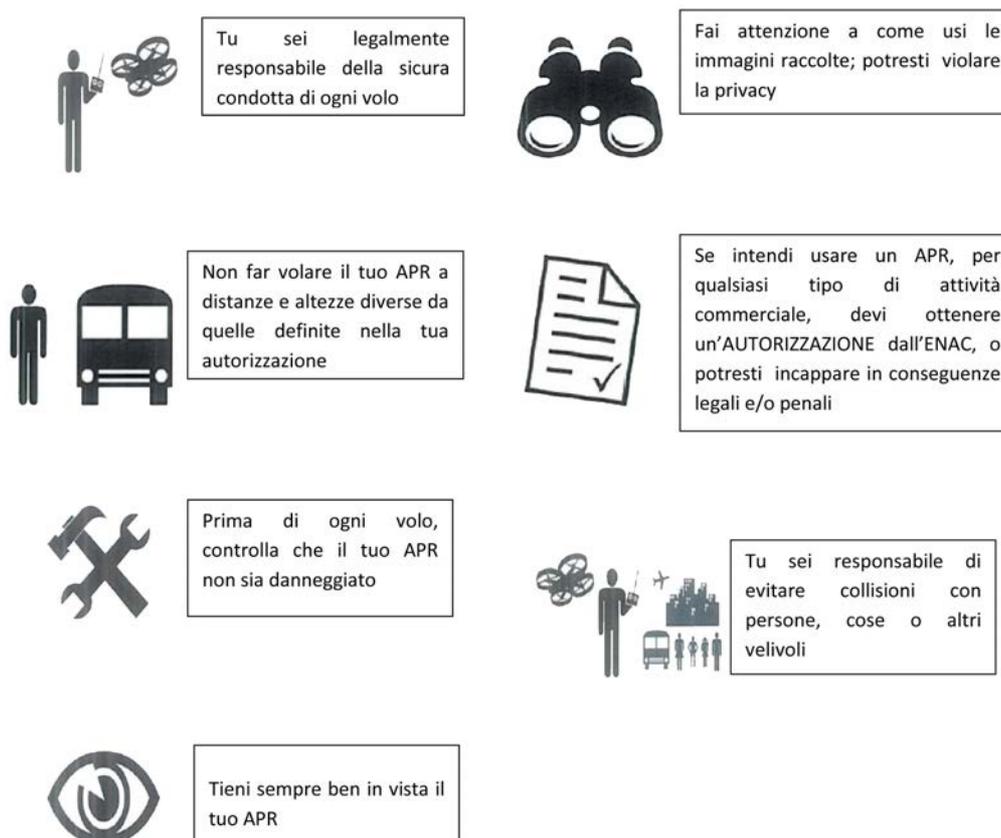


Figura 1a. Schema dei principali obblighi del pilota.

⁹ L'AIP (Aeronautical Information Publication) è la pubblicazione ufficiale che contiene le informazioni aeronautiche di carattere sufficientemente stabile nel tempo, essenziali per la navigazione aerea in uno Stato. È un documento previsto dall'ICAO. Viene pubblicato dall'Ente governativo incaricato da ciascuno Stato: la Federal Aviation Administration (FAA) negli Stati Uniti, l'ENAV in Italia.

I "DIVIETI" DEL PILOTA

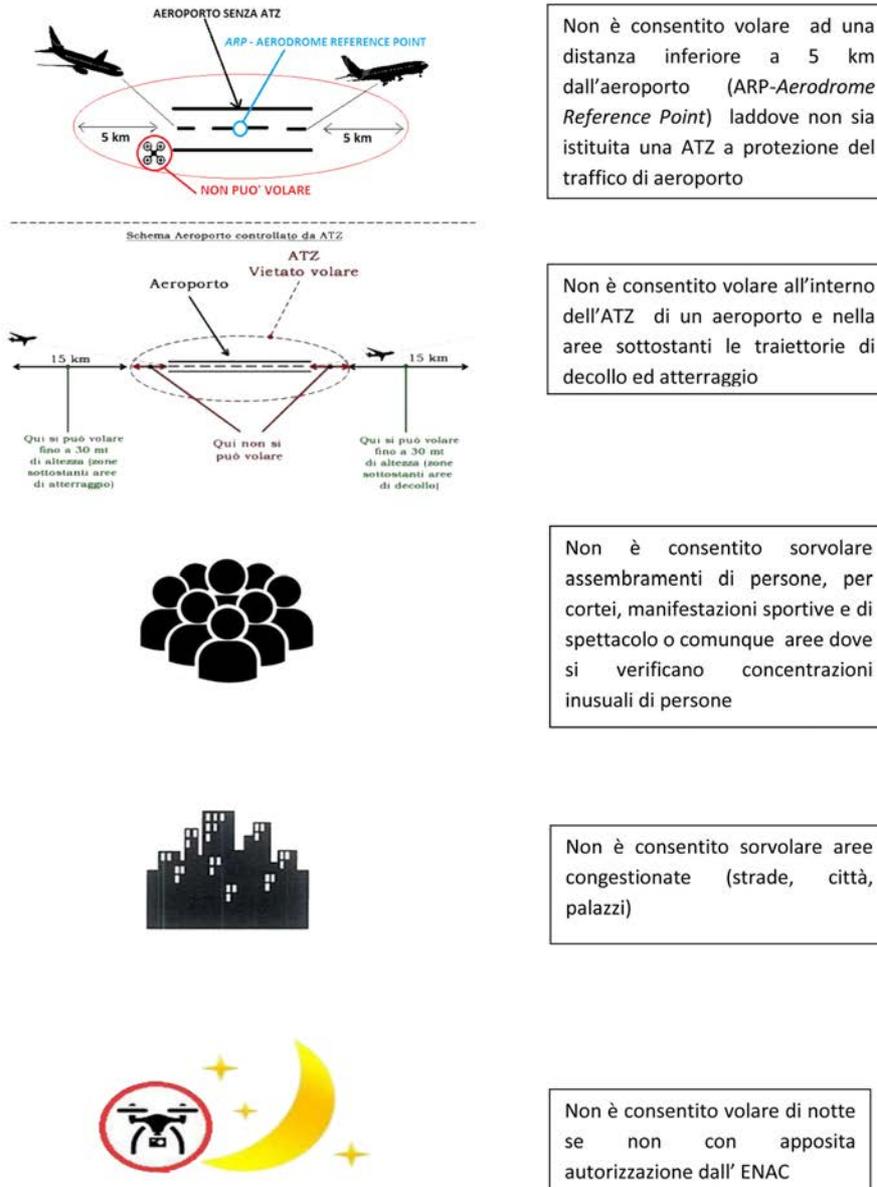


Figura 1b. Schema dei principali divieti che il pilota deve rispettare.

3. Utilizzo dei FlyBit

L'utilizzo dei FlyBit è estremamente versatile dato che è possibile farli volare sia in "volo programmato e assistito" attraverso il *software FlyTop Manager*, sia in "volo controllato interattivo" o "volo non programmato", come dettagliato nel manuale di volo allegato. Inoltre i droni sono equipaggiabili con una telecamera termica FLIR SC655 per rilievi all'infrarosso termico (figura 2a) oppure con fotocamera Sony Alpha 6000 per rilievi fotogrammetrici (figura 2b). Per entrambi i sensori sono stati sviluppati due diversi *gimbal* specifici per mantenere costante l'orientazione degli stessi. La termocamera FLIR (LWIR 7,5-13,5 μ m) ha una risoluzione di 640x480 pixel con doppio *range* di temperatura (-20°C – 150°C e 0°C – 650°C) ed accuratezza sulla temperatura di $\pm 2\%$. La fotocamera Sony ha una risoluzione di 24.3 Megapixel ed è dotata di sistema avanzato AF ibrido con obiettivo 24-75 (equivalente a 35mm).

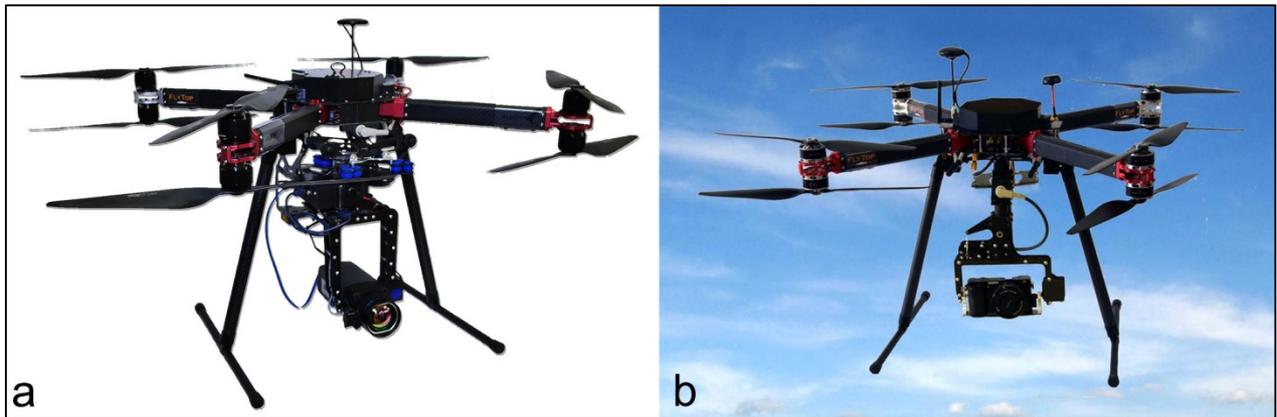


Figura 2. SAPR FlyBit equipaggiato con telecamera termica FLIR SC655 (a) e con fotocamera Sony Alpha 6000 (b).

In pratica il sistema di rilevamento con sensoristica IR installato sui droni, integrato dai dati provenienti dalle reti permanenti di sorveglianza all'infrarosso termico, è finalizzato principalmente a: a) l'acquisizione di informazioni sull'evoluzione morfologica e sulla distribuzione areale di zone caratterizzate da significative anomalie termiche e intenso degassamento nelle aree vulcaniche napoletane (Campi Flegrei, Vesuvio e Ischia); b) la produzione di mappature dinamiche del campo di temperature superficiali di specifiche aree della caldera flegrea. Tali informazioni contribuiscono ad ampliare la conoscenza delle fenomenologie vulcaniche associate a fenomeni precursori ed inoltre a migliorare la stima della pericolosità delle aree vulcaniche oggetto di studio.

È interessante sottolineare come le misure effettuate dai droni FlyBit con la termocamera IR consentano una stima più efficace ed efficiente del flusso di calore in aree vulcaniche. Infatti i metodi attualmente utilizzati per la stima del flusso di calore sono basati sulla misura del gradiente di temperatura superficiale (ΔT) e quella del flusso di anidride carbonica (CO_2). Questi due metodi però si basano su campagne di misura puntuali che richiedono tempi lunghi e che quindi non permettono un monitoraggio frequente del flusso di calore durante una crisi vulcanica. Campagne preliminari effettuate nel cratere de La Solfatara (Campi Flegrei) hanno già dimostrato che esiste una correlazione tra temperatura superficiale (misurata tramite termocamera mobile) e gradiente superficiale (ottenuto con termocoppia) e di conseguenza tra la temperatura superficiale e il flusso di calore. Una volta validato il metodo anche in tutte le altre aree vulcaniche, l'utilizzo del drone permetterà di ottenere rapidamente una mappa dettagliata del rilascio termico, in tempi molto più rapidi rispetto a quelli odierni.

In figura 3 è riportato un esempio di mappatura termica ottenuta con un drone FlyBit in volo programmato e assistito nel cratere de La Solfatara e nella figura 4 è riportata la relativa missione di volo. Il volo è stato programmato ad un'altezza di 70 m dal piano campagna, ottenendo un pixel di 6,26 cm, un *Field of View Horizontal* di 40,1 m ed un *Field of View Vertical* di 30,1 m.

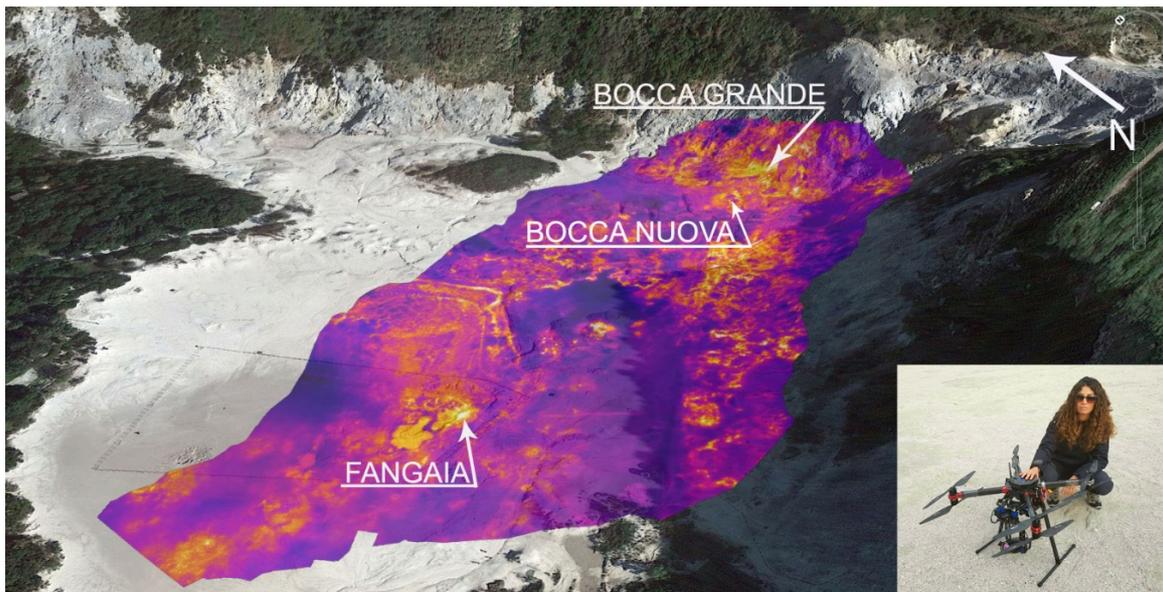


Figura 3. Mappatura termica ottenuta dalla missione di volo programmata nel cratere de La Solfatara, tramite un FlyBit.



Figura 4. Missione di volo programmata nel Cratere de La Solfatara, tramite software *FlyTop Manager*.

I rilievi con telecamera all’infrarosso termico possono essere utilizzati anche per indagini ambientali quali, ad esempio, quelle finalizzate all’individuazione di sorgenti di inquinamento fluviale e marino, all’individuazione di siti con discariche sepolte abusive o al rilievo di aree soggette a dissesto idrogeologico e gravitativo, ecc.

Inoltre i droni FlyBit, grazie all’installazione della fotocamera Sony, possono essere utilizzati per rilievi aerofotogrammetrici che possono affiancarsi e sovrapporsi ai rilievi all’infrarosso termico o semplicemente acquisire scene di aree a difficile accessibilità a seguito di disastri naturali o antropici.

La possibilità di installare strumentazione fino a 8.5 kg di peso al decollo permette di ipotizzare anche un futuro utilizzo dei droni FlyBit per ulteriori applicazioni di *remote sensing*. Infatti è in corso di valutazione la possibilità di equipaggiare i SAPR con sensori multispettrali o con sensori che consentano analisi chimiche qualitative e quantitative dei gas fumarolici nelle aree vulcaniche a degassamento diffuso al fine di ottenere una stima del flusso rilasciato.

4. Conclusioni

Negli ultimi anni l'utilizzo dei Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto è stato regolamentato in modo sempre più particolareggiato da normative nazionali ed internazionali che ne hanno definito i differenti livelli autorizzativi in funzione dei diversi scenari di applicazione.

In questo documento è stato illustrato il percorso compiuto dal team dell'Osservatorio Vesuviano-INGV nell'individuare le principali normative che regolamentano la gestione dei SAPR ed il contesto legale di riferimento per gli aspetti necessari e propedeutici alle autorizzazioni e impiego dei SAPR. Sono state inoltre illustrate le procedure operative di volo con i controlli e gli obblighi del pilota e i ruoli e le figure di riferimento per la gestione operativa dei SAPR.

Le potenzialità di utilizzo dei SAPR per la sorveglianza vulcanologica e in campo geologico-ambientale sono notevoli e di frequente i limiti si individuano nella messa a punto di procedure di analisi e filtraggio del dato quali ad esempio la mosaicatura delle singole immagini IR, la procedura di analisi per la stima del flusso di calore e l'accuratezza nel filtraggio da interferenze atmosferiche e ambientali sulla misura del campo di temperature.

Per un utilizzo scientifico ottimale dei SAPR si rende quindi necessaria la creazione di un gruppo di lavoro multidisciplinare che non solo sia operativo nell'impiego sul campo del drone ma che sia anche in grado di sviluppare e testare nuove metodologie di analisi del dato, in particolare sui dati ottenuti dalle acquisizioni all'infrarosso termico, in grado di assicurare elevata accuratezza e affidabilità del risultato finale.

Bibliografia

- Nannipieri L., Fornaciai A., Favalli M., Cipolla V., (2016). *Manuale delle operazioni con SAPR e analisi del rischio*. Rapporti Tecnici INGV, n. 346.
- Codice della Navigazione http://www.normattiva.it/static/codici_navig.html
- Regolamento CE n. 216/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio "Regolamento Basico" http://www.enac.gov.it/la_normativa/normativa_internazionale/normativa_europea/regolamenti/info-303191980.html
- Regolamento CE n. 785/2004 del Parlamento Europeo del Consiglio "Requisiti Assicurativi" https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_internazionale/Normativa_europea/Regolamenti/info417264093.html
- Regolamento UE 923/2012 Standardised European Rules of the Air-SERA <http://anacna.it/anacna-news/340-implementato-regolamento-europeo-923-2012-sera.html>
- Regolamento ENAC Regole dell'Aria Italia https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info743038137.html
- Regolamento Tecnico dell'ENAC https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamento_Tecnico/index.html
- Regolamento ENAC Servizi di Traffico Aereo https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info151376896.html
- Regolamento ENAC Organizzazione sanitaria e certificazioni mediche d'idoneità per il conseguimento delle licenze e degli attestati aeronautici http://www.enac.gov.it/la_normativa/normativa_enac/regolamenti/regolamenti_ad_hoc/info1745280969.html
- Circolare ENAC LIC-15, *Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto – Centri di Addestramento e Attestati Pilota*, Serie Licenze del 09/06/2016.
- Regolamento ENAC 2015, *Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto*, Edizione 2 del 16 luglio 2015, Emendamento 1 del 21 dicembre 2015.

Appendice 1

Manuale di volo FlyBit



FlyTop

Manuale di volo
FlyBit

Edizione 2 Revisione 2 del 10/02/2016

Copyright © 2015 - FlyTop s.r.l.

Via Giulio Pittarelli, n°169 - 00168 Roma
Tel. +39 06 39.74.93.97 - Mobile +39 339 78.53.731
www.flytop.it - info@flytop.it

Partita IVA e Codice Fiscale: 12629981007 - Numero REA: RM 1389362

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	- 4 -
2. LISTA DI DISTRIBUZIONE.....	- 6 -
3. AGGIORNAMENTI MANUALE.....	- 7 -
3.1. ELENCO DELLE REVISIONI.....	- 7 -
3.2. ELENCO DELLE PAGINE EFFETTIVE.....	- 7 -
4. ABBREVIAZIONI E DEFINIZIONI.....	- 9 -
5. CARATTERISTICHE TECNICHE E LIMITI OPERATIVI.....	- 10 -
6. DESCRIZIONE DELL'APR.....	- 12 -
6.1. VISTE.....	- 12 -
6.2. TELAIO.....	- 13 -
6.3. SISTEMA PROPULSIVO (motore, ESC, elica).....	- 14 -
6.4. FLIGHT CONTROLLER ED ELETTRONICA DI BORDO.....	- 15 -
6.5. ACCUMULATORI.....	- 16 -
6.5.1. CARICA DELLE BATTERIE.....	- 17 -
6.6. PARACADUTE.....	- 19 -
6.7. CAVO DI RITENZIONE (OPZIONALE).....	- 20 -
7. SENSORI DI BORDO.....	- 23 -
7.1. FOTOCAMERA.....	- 24 -
7.1.1. RICARICA DELLA BATTERIA.....	- 24 -
7.1.2. SCARICARE LE FOTO SUL COMPUTER.....	- 25 -
7.2. TERMOCAMERA FLIR SERIE A (OPZIONALE).....	- 26 -
7.4. CAMERA MULTISPETTRALE (OPZIONALE).....	- 28 -
7.5. LIDAR VELODYNE VLP-16 (OPZIONALE).....	- 29 -
7.6. LIDAR VELODYNE HLD-32E (OPZIONALE).....	- 31 -
8. RADIOCOMANDO.....	- 33 -
8.1. ELENCO DEI COMANDI.....	- 34 -
9. ATTIVITA' OPERATIVE.....	- 36 -
9.1. VOLO PROGRAMMATO ED ASSISTITO.....	- 36 -
9.2. VOLO CONTROLLATO INTERATTIVO.....	- 38 -
10. GESTIONE DELLE MISSIONI DI VOLO CON FLYTOP MANAGER.....	- 39 -
10.1. FLIGHT DATA.....	- 39 -
10.1.1. HUD.....	- 40 -
10.1.2. DATI DI VOLO.....	- 41 -
10.1.3. ZIONI.....	- 41 -
10.1.4. MAPPA INTERATTIVA.....	- 42 -
10.2. CALIBRAZIONE SENSORI.....	- 43 -
10.2.1. CALIBRAZIONE ACCELEROMETRO.....	- 43 -

10.2.2.	CALIBRAZIONE GIROSCOPIO	- 44 -
10.2.3.	CALIBRAZIONE MAGNETOMETRO	- 44 -
10.3.	CALIBRAZIONE RADIO	- 45 -
11.	PIANIFICAZIONE	- 46 -
11.1.	QUOTA DI VOLO.....	- 46 -
11.2.	FLIGHT PLAN	- 46 -
11.3.	LINEE DI VOLO AUTOMATICHE	- 47 -
11.4.	GEO-FENCING.....	- 53 -
12.	TERMINATORE DI VOLO.....	- 55 -
12.1.	CORRETTO FUNZIONAMENTO	- 55 -
12.2.	RICARICA DELLE BATTERIE.....	- 57 -
13.	PREPARAZIONE DELLA MISSIONE CON FLYBIT	- 59 -
13.1.	PREPARAZIONE DEL VOLO.....	- 59 -
13.2.	PRE-VOLO	- 61 -
13.3.	PRE-LANCIO.....	- 62 -
13.4.	DECOLLO	- 65 -
13.5.	VOLO.....	- 65 -
13.6.	ATTERRAGGIO	- 65 -
13.7.	SCARICO LOGS.....	- 66 -
13.8.	DISASSEMBLAGGIO.....	- 66 -
14.	RUOLI E RESPONSABILITA'	- 67 -
15.	PROCEDURE D'EMERGENZA	- 67 -
16.	MANUTENZIONE	- 68 -
16.1.	CONSERVAZIONE.....	- 68 -
16.2.	CURA E PULIZIA.....	- 68 -
16.3.	PARACADUTE.....	- 69 -
	ALLEGATO 1 – Flight Check List.....	- 70 -
	ALLEGATO 2 – Scheda Configurazione SAPR.....	- 71 -

1. INTRODUZIONE

L'uso dei sistemi UAV/APR necessita della conoscenza a priori delle sue peculiarità, e delle sue criticità, per poterne sviluppare a pieno le sue potenzialità.

Prime tra tutte le avvertenze all'uso e la conoscenza della normativa generale come quella ICAO, ma ancora più come quelle locali la dove verrà impiegato il sistema.

I sistemi APR di FlyTop non sono giocattoli ma sono sistemi per uso professionale, e pertanto vanno maneggiati con cura e perizia adeguate al loro uso. Inoltre sono realizzati secondo le specifiche richieste dal Regolamento ENAC "Mezzi aerei a pilotaggio remoto" – Ed. 2 del 16/07/2015 ed Emendamento 1 del 21/12/2015.

Per proseguire nella lettura di questo manuale, è meglio comprendere le terminologie specifiche, i significati e le forme a volte idiomatiche della terminologia.

L'uso dei sistemi APR richiedono diverse competenze specifiche sui sistemi, sul software di gestione e programmazione della missione di volo, ed una certa manualità nella conduzione o nel pilotaggio del sistema specifico che si va ad impiegare.

In genere queste capacità di "pilotaggio con radiocomando" possono anche essere ignorate per operazioni gestite in maniera completamente automatica dalla stazione di terra GCS (*Ground Control Station*), ma risultano indispensabili in diverse operazioni o scenari di intervento come: situazioni di emergenza, assenza di copertura GPS (rilievi di interni, etc.), sensori da impiegare a vista, e altri scenari non prevedibili a priori.

L'uso dei sistemi APR può essere anche facilitato da strumenti di *controllo e automazione* del volo e dei sensori impiegati, ma *la capacità di volo pilotato deve essere una possibilità che l'utente di sistemi APR non deve mai precludersi*, magari affidando il volo a piloti certificati sul mezzo in uso.

Altra problematica all'attenzione degli utenti, di rilevante importanza, è la conoscenza più o meno approfondita del sistema di volo impiegato. Infatti le procedure imposte dalle normative di diversi paesi, richiedono oltre ad una *capacità certificata di pilotaggio di sistemi APR*, un vero e proprio attestato di addestramento sul mezzo specifico, rilasciato dal produttore del sistema APR, o dal rivenditore autorizzato.

FlyBit è un Sistema a Pilotaggio Remoto (APR) multirottore (otto rotori) che consente di veicolare in volo sensori di vario tipo per la sorveglianza, il rilievo del territorio, i video, l'agricoltura di precisione, i ponti radio, e qualsiasi altra applicazione in cui l'APR è utile. Dopo il montaggio sul campo - operazione che richiede pochi minuti - l'area da rilevare e la risoluzione a terra vengono specificate con la sola pressione del dito sul display.

Il software FlyTop Manager per la pianificazione e gestione della missione elabora automaticamente un piano di volo suddividendo l'area da rilevare in Waypoints e trasmettendolo poi in wireless all'aeromobile. Il piano di volo può essere impostato rapidamente, oltre che sul campo, anche in ufficio durante il briefing della missione; il software offre inoltre la possibilità di modificare il piano di volo anche quando il FlyBit è già in volo.

È installato sul FlyBit un sistema di terminazione del volo con canale dissimile da quello di controllo dell'APR ed indipendente dall'alimentazione primaria, che consente, in condizioni di emergenza, l'interruzione totale dell'alimentazione elettrica e l'apertura immediata del paracadute d'emergenza.

È possibile inoltre fissare nella parte inferiore dell'APR un anello che consente l'aggancio del cavo di ritenzione.

Concluso il piano di volo, le posizioni GPS, la posizione di scatto della fotocamera, le traslazioni e le rotazioni del sensore a bordo, l'altitudine e i dati grezzi dei sensori vengono trasferiti da FlyBit al computer mediante WiFi. Il software di sistema permette di esportare i modelli acquisiti in tutti i formati esistenti, compresi i più noti Pix4UAV, Agisoft Photoscan Pro, GeoID, Giscat, Pieneering, Icaros, APS Menci Software, EnsoMOSAIC. FlyBit viene fornito con camera calibrata standard oppure, opzionalmente, con calibrazione avanzata in volo e Testbed Certification.

2. LISTA DI DISTRIBUZIONE

Una copia del manuale di volo e le modifiche saranno inviate per posta o di persona, in forma scritta e/o in formato elettronico, a tutti i membri della lista di distribuzione di seguito riportata:

- ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile)
- Accountable Manager
- Safety Manager
- Ufficio tecnico
- Laboratorio di produzione
- Piloti
- Clienti finali

3. AGGIORNAMENTI MANUALE

3.1. ELENCO DELLE REVISIONI

Eventuali revisioni e modifiche saranno preparate e pubblicate dall'ufficio tecnico. Tutte le modifiche saranno stampate in modo da sostituire direttamente la pagina interessata. Le pagine modificate saranno fornite con il numero di modifica, la data di rilascio (o la data da quando ha effetto, se diversa) e il testo sostituito sarà evidenziato. La colorazione verrà rimossa quando sarà emanata la nuova revisione.

Revisione n°	Data	Rilasciata da
0	17/12/2015	Ufficio Tecnico
1	01/02/2016	Ufficio Tecnico
2	10/02/2016	Ufficio Tecnico

3.2. ELENCO DELLE PAGINE EFFETTIVE

Capitolo	Pagina n°	Data	Revisione n°	Inserito da
5	7 - 9	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
6.1	9	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
8.1	28	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
10.1	33	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
10.1.2	34	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
11.1	39	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
11.2	41	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
11.3	41, 43, 44	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.1	51 – 53	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.2	53, 54	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.3	55, 56	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.4	56	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.5	56	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.6	57	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
13.8	58	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico
15	59	02/01/2016	1	Ufficio Tecnico

6.5	16	10/02/2016	2	Ufficio Tecnico
6.5.1	16 – 18	10/02/2016	2	Ufficio Tecnico
6.6	19	10/02/2016	2	Ufficio Tecnico
11.3	47 - 50	10/02/2016	2	Ufficio Tecnico
13.8	66, 67	10/02/2016	2	Ufficio Tecnico

4. ABBREVIAZIONI E DEFINIZIONI

BLOS - Beyond Line of Sight

ENAC - Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

EVLOS - Extended Visual Line Of Sight

SAPR - Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto; aeromobile senza persone a bordo completo dei sistemi di controllo, del sensore e della Ground Control Station. Viene definito anche "drone".

V70 - Volume di spazio di 70 m (230 ft) di altezza massima dal terreno e di raggio di 200 m.

V150 - Volume di spazio di 150 m (500 ft) di altezza massima dal terreno e di raggio di 500 m

AREE CONGESTIONATE - Aree o agglomerati usati come zone residenziali, industriali, commerciali, sportive, e in generale aree dove si possono avere assembramenti, anche temporanei di persone.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE - Attività che prevedono l'effettuazione, con un SAPR di un servizio, quale ad esempio sorveglianza del territorio o di impianti, monitoraggio ambientale, impieghi agricoli, fotogrammetria, pubblicità, riprese aeree ecc.

OSSERVATORE SAPR - Persona designata dall'operatore che, anche attraverso l'osservazione visiva dell'aeromobile a pilotaggio remoto, può assistere il pilota nella condotta del volo.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE NON CRITICHE - Attività svolte per mezzo di un SAPR a titolo oneroso che non prevedono il sorvolo (anche in caso di malfunzionamenti) di:

- a) aree congestionate, assembramenti di persone, agglomerati urbani ed infrastrutture
- b) aree riservate ai fini della sicurezza dello Stato,
- c) linee e stazioni ferroviarie, autostrade, impianti industriali

Le operazioni si svolgono all'interno del volume V70 con le seguenti limitazioni:

- d) ad una distanza non inferiore a 150 m dalle aree congestionate e di 50 m da persone esterne alle operazioni,
- e) di giorno
- f) in spazi aerei non controllati
- g) al di fuori delle ATZ e dai sentieri di avvicinamento e decollo, ad una distanza non inferiore a 8 Km dal perimetro di un aeroporto.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE CRITICHE - Attività svolte per mezzo di un SAPR che non rispettino tutte le limitazioni previste per le operazioni non critiche.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE CRITICHE IN SCENARI MISTI – Attività critiche autorizzate senza dimostrazione del soddisfacimento del livello di sicurezza richiesto.

PILOTA SAPR – Persona designata dall'operatore responsabile della condotta del volo.

BRUSHLESS – motore elettrico senza spazzole

ESC – Electronic Speed Control

5. CARATTERISTICHE TECNICHE E LIMITI OPERATIVI

<i>COMPONENTI</i>	
Telaio	Fibra di carbonio di altissima qualità con parti di alluminio fresate
Motori	8 motori Brushless con assorbimento massimo pari a 33.8 A e potenza di 400 W a motore
Eliche	Bipala in fibra di carbonio, 16 x 5.4 inch
Elettronica di bordo	Flight Controller composto da Giroscopio a 3 assi, Accelerometro a 3 assi, Barometro, Barometro, termometro, magnetometro esterno, GPS, anemometro esterno
Fotocamera:	Sony ILCE 6000 24 MP
Accumulatore	Batterie ai polimeri di litio 6s, 22,2 V, con capacità singola di 10000 mAh
Illuminazione esterna	Striscia LED verdi braccio anteriore destro, rossi braccio anteriore sinistro, bianchi nella parte posteriore
Cavo di ritenzione	Treccia di polietilene con segmento finale in fune di acciaio
Paracadute	Superficie 15 mq in Dacron
Radiocomando	Bidirezionale su frequenza 2,4 GHz per una distanza massima di 2Km tra modello e radio
Data link	Bidirezionale su frequenza 433 o 868 MHz per la trasmissione dei parametri di volo, degli apparati di bordo, della missione prepianificata e comandi di volo
Tablet di controllo:	7 Pollici a colori con Wireless e 3G esterno
Trasmissione dati Tablet:	A.P.R. Wireless
Controlli di sicurezza:	Return-to-Launch (ritorno alla base) in caso di perdita del segnale radio o di voltaggio batteria scarso.
Custodia	Valigia a trolley in alluminio sagomata
<i>DIMENSIONI E MASSE</i>	
Diametro massimo	90 cm
Altezza con paracadute	70 cm
Altezza senza paracadute	50 cm

Peso al decollo (senza sensore)	7,5 kg
Peso al decollo con FLIR A655 SC)	8,5 kg
<i>PRESTAZIONI</i>	
Raggio d'azione:	1 - 5 Km
Autonomia massima di volo	45 minuti con 2 kg di payload (sensore e Gimbal)
Quota di volo	1 - 150 m
Velocità standard di crociera	18 km/h (5 m/s)
Velocità massima di salita	1,5 m/s (modalità manuale) 1,5 m/s (modalità GPS ed automatica)
Velocità massima di discesa	1,0 m/s (modalità manuale) 1,0 m/s (modalità GPS ed automatica)
Decollo	Autonomo da terra o da piattaforma
Atterraggio	Automatico in area 4x4 o manuale assistito da stabilizzatori
<i>LIMITAZIONI</i>	
Resistenza al vento:	Raffiche fino a 30 km/h (8 m/s)
Condizioni ambientali operative:	-5 ° C / +40 ° C
Precipitazioni consentite	È accettabile operare con pioggia debole
Ulteriori limitazioni	Evitare la presenza di polvere visibile

L'autonomia di volo del sistema dipende molto dal payload e dalle condizioni meteorologiche nelle quali si svolge la missione, quindi è opportuno valutare correttamente il tratto di missione da effettuare con le batterie a disposizione valutando in maniera conservativa il tempo di volo rispetto al limite massimo pubblicato.

Per l'uso del sistema FlyBit è sufficiente un solo operatore e ha la possibilità di effettuare sia decollo che atterraggio in maniera automatica nella modalità waypoint oppure in modalità manuale.

6. DESCRIZIONE DELL'APR

FlyBit è un Aeromobile a Pilotaggio Remoto (APR) la cui struttura è composta in Lega di carbonio di altissima qualità con parti di alluminio fresate. La struttura del mezzo è quella classica di un multirottore con 4 bracci ripiegabili sui quali sono installati i motori brushless e le eliche, un carrello ripiegabile, un autopilota, un ricevitore GPS con magnetometro ed un ricevitore del radiocomando.

6.1. VISTE



Viste e dimensioni

6.2. TELAIO

Il telaio è la struttura portante del mezzo che, insieme alla leggerezza propria delle strutture aeronautiche, deve possedere idonea resistenza per garantire la sicurezza delle operazioni con tutti i sensori utilizzabili.



È anche necessario che la struttura risulti bilanciata in termini di posizione del baricentro per garantire la stabilità e la maneggevolezza richieste.



Prima di ogni decollo controllare accuratamente il bilanciamento dell'APR, sollevando l'APR dai due bracci laterali destra e sinistra, verificando che non sia sbilanciato in avanti o dietro (beccheggio).

La struttura portante è costituita dall'insieme del carrello con quattro punti di appoggio e da due piastre; tutte le strutture sono costruite in fibra di carbonio.



Verificare sempre che il carrello sia ben posizionato sul terreno, che il terreno sia in piano e livellato e che non ci siano dondolii che potrebbero essere rilevati dai giroscopi interni all'autopilota

Il carrello, ripiegabile, è imbullonato a due piastre sovrapposte all'interno delle quali sono incernierati i quattro bracci tubolari che supportano i motori, ripiegabili per facilitare il trasporto del mezzo.

Il fissaggio dei bracci nella corretta posizione è facilitato da idonee sagomature ricavate nelle piastre ed il corretto fissaggio è garantito da viti con alette. Un supporto in alluminio fissa i due motori all'altra estremità del braccio. Verificare sempre prima del decollo che le sagomature in alluminio siano perfettamente incastrate a quelle poste sui bracci, e che al termine del serraggio delle viti le braccia non si muovano dagli incastri.

6.3. SISTEMA PROPULSIVO (motore, ESC, elica)

Il sistema propulsivo del FlyBit è composto da un **regolatore** e , per ogni braccio, da una coppia di **motori** i brushless, accoppiati ad un **eliche** bipala 16 x 5,4 inch.

Il *motore elettrico*, che fornisce la potenza per la rotazione dell'elica, è di tipo elettrico brushless con elevata coppia motrice ed elevata velocità di risposta: la sua potenza massima è di 400 W (assorbimento max 33,8 A).

Il *regolatore elettronico* di velocità (ESC: Electronic Speed Control) controlla la velocità del motore in base alle richieste derivanti dal pilota od elaborate dall'autopilota. Il regolatore opera in modo pressoché istantaneo e mantiene l'elica ferma dopo l'atterraggio.



Motore



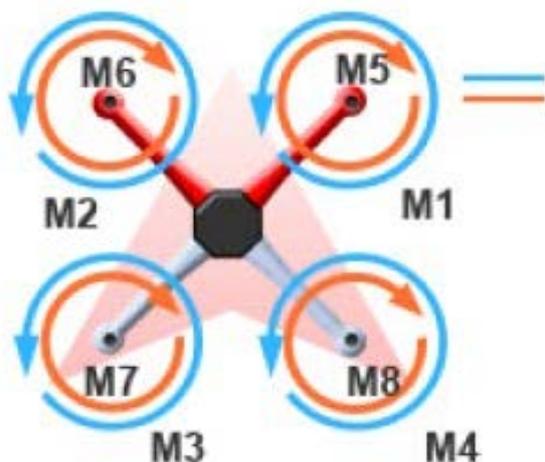
ESC

L'*elica* crea la forza che consente il controllo della velocità del mezzo.

Un accurato bilanciamento delle eliche è necessario per garantire la corretta esecuzione di tutte le manovre richieste. Tale operazione di bilanciamento può essere svolta solamente da personale di FlyTop.

Le eliche montate sul mezzo sono bipala a passo fisso realizzate in fibra di carbonio con diametro di 16 e passo di 8 inch. Per evitare l'effetto per la coppia opposta, le eliche contrapposte devono avere senso di rotazione invertito.

Di seguito è riportato uno schema riassuntivo del senso di rotazione delle eliche ed un'immagine delle eliche utilizzate::



Sensi di rotazione delle eliche



Eliche

6.4. FLIGHT CONTROLLER ED ELETTRONICA DI BORDO

Il FlyBit è dotato di un vano di sicurezza appositamente progettato e sigillato posto sulla sommità della piastra madre, all'interno del quale è presente il sistema elettronico.



Flight Controller

Il motore ed il payload sono collegati al **Flight Controller**, che rappresenta il cervello elettronico del APR. Quest'ultimo è costituito sostanzialmente da un microcontrollore ARM Cortex M4F e da un'unità di misura inerziale (IMU), quest'ultima è rappresentata dall'insieme di sensori che consentono di definire la posizione e l'assetto del velivolo nello spazio:

- Accelerometro a 3 assi
- Giroscopio a 3 assi
- Barometro e termometro
- Magnetometro esterno
- GPS

Il firmware caricato sul microcontrollore è in grado di gestire ogni aspetto di una missione di volo: la pianificazione, il controllo d'assetto, la navigazione, i dati di telemetria e tanto altro.

L'autopilota elabora i segnali di questi sensori insieme ai comandi ricevuti da terra e fornisce gli opportuni segnali ai Regolatori Elettronici di velocità dei motori per realizzare le manovre desiderate e per attivare o disattivare i sensori installati.

Il barometro digitale ed integrato col sensore inerziale fornisce un valore di quota accurato entro pochi centimetri.

Il microprocessore dell'autopilota elabora i segnali richiesti per la stabilizzazione e la navigazione del mezzo ed inoltre elabora i parametri di volo da trasmettere a terra.

Un ricevitore digitale operante sulla frequenza 2,4 GHz riceve e trasmette all'unità FC i segnali provenienti dal radiocomando; i segnali sono ricevuti da due antenne a 90° fra loro che consente di mantenere la ricezione anche in condizioni di volo non livellato.

Un data link (connessione con trasmissione di dati digitali) operante sulla frequenza 433 oppure 868 MHz consente la trasmissione dei dati della telemetria alla Ground Station e può anche ricevere istruzioni sulle manovre e la missione da svolgere dalla stessa Ground station.

L'autopilota gestisce anche il sistema Return to Launch e Geo Fencing oltre che il Follow Me.

6.5. ACCUMULATORI

Gli accumulatori (batterie ricaricabili) costituiscono la sorgente energetica che alimenta tutti gli impianti di bordo.

Due supporti realizzati al di sotto della piastra centrale alloggiavano due (o tre) accumulatori collegati in parallelo.

Tali batterie devono essere ben fissate con l'apposito stretch ai supporti installati sotto la piastra principale. Inoltre le batterie possono essere spostate in avanti o indietro a seconda del peso del sensore che viene installato.

Sono utilizzate batterie ai polimeri di litio (LiPo) che consentono un'alta densità energetica e flessibilità nelle forme e nelle dimensioni; inoltre l'elettrolita in queste apparecchiature si trova allo stato solido e riduce i danni ed i pericoli per fuoriuscita in caso di rottura accidentale

Altre caratteristiche sono l'assenza di effetto memoria e la ridotta auto scarica (inferiore al 10%).

I pacchi batteria sono costituiti da 6 celle base con una tensione di 3,7 V per una tensione totale di 22,2 V con capacità pari a 10000 mAh.

La durata è stimabile in circa 500 cicli e dipende molto dall'attenzione utilizzata nella ricarica: è importante non utilizzare gli accumulatori fino al termine della scarica e verificare il bilanciamento delle celle durante la ricarica.

Nonostante lo stato solido dell'elettrolita una scorretta manutenzione può comunque provocare scoppi od incendi.

Un sensore di voltaggio monitora il valore ed in caso di bassa tensione attiva il sistema Return to Launch.



Batteria e sensore di voltaggio/corrente



Prima di iniziare qualsiasi operazioni è necessario verificare lo stato del pacco batterie tramite il tester fornito insieme al carica batterie e all'APR. Collegare lo spinotto a 4 pin del pacco batterie nelle prese del tester e verificare la carica totale dell'accumulatore leggendo il valore sul display. Se la batteria ha un voltaggio totale basso (<21,5 o 21,2 V a seconda del tipo di batterie in dotazione).

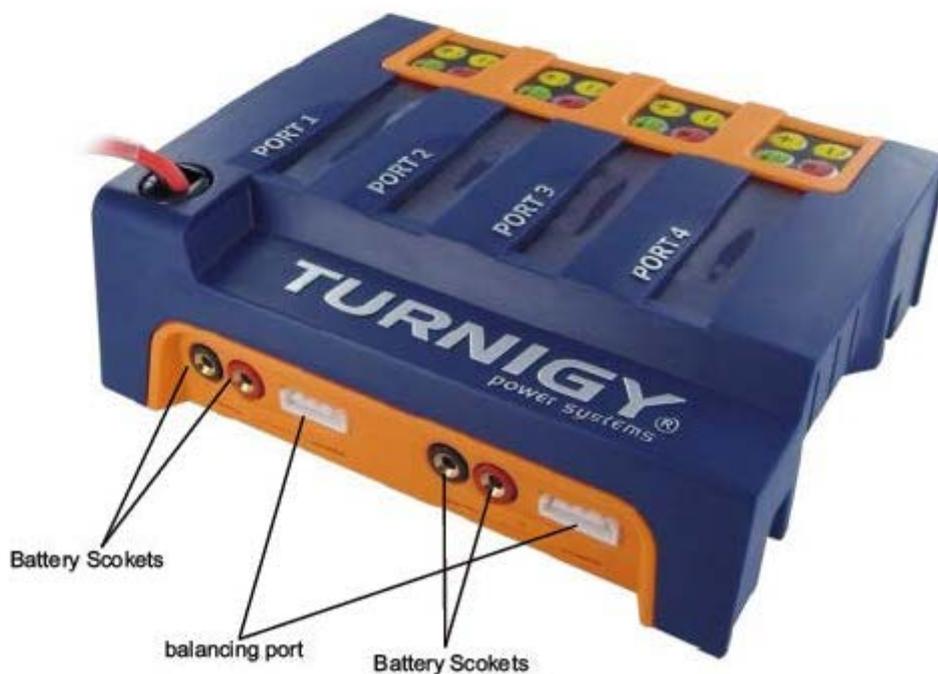


6.5.1. CARICA DELLE BATTERIE

La durata dipende molto dall'attenzione utilizzata nella ricarica: è importante non utilizzare gli accumulatori fino al termine della scarica e verificare il bilanciamento delle celle durante la ricarica. Nonostante lo stato solido dell'elettrolita una scorretta manutenzione può comunque provocare scoppi od incendi.

Il carica batterie in dotazione permette la ricarica contemporanea di 4 accumulatori, essendo dotato di 4 porte indipendenti (come mostrato nell'immagine alla pagina successiva). Ogni porta ha il cavo di uscita per la ricarica, a cui si collega il connettore bipolare della batteria, e la porta per il connettore di bilanciamento della stessa.





Carica batterie in dotazione

Per caricare le batterie seguire i seguenti passaggi:

1. Collegare il carica batterie alla rete elettrica con il cavo e l'alimentatore in dotazione;

2. Su ognuno dei 4 display (relativi agli ingressi disponibili), verificare che sia impostata la modalità “**Lipo Balance**”. In questo modo siamo sicuri che in fase di ricarica vengano bilanciate le celle della batteria.
3. La seconda riga del display mostra la corrente di carica ed il tipo di batteria in carica. Per impostare questi valori, premere il tasto verde “Start/Enter” e selezionare con i tasti “+” e “-“ prima la corrente e poi il numero di celle (2S, 3S, ecc.) e la corrispondente tensione. Indipendentemente dal numero di accumulatori collegati per la ricarica, si consiglia di impostare **3,5 A** come **corrente massima di ricarica**.
4. Impostati i valori corretti, far partire la carica sempre premendo il tasto “Start/Enter” ed attendere finché sul display viene riportato il messaggio di fine carica.

Nel carica batterie è possibile scegliere altri programmi di carica che però è sconsigliato utilizzare:

- **Lipo Charge**: si caricano le batterie secondo i valori impostati ma non si ha il controllo sul bilanciamento;
- **Lipo Fast Charge**: è un programma di ricarica veloce ma dipendente dal valore di corrente impostato.

Se l'operatore prevede di non utilizzare le batterie per diversi giorni, è possibile utilizzare la funziona **Lipo Storage** che le carica per l'80%, in modo da mantenerle ad un livello di carica che non produce danni.



Dopo che è stata utilizzata la funzione Lipo Storage, non bisogna utilizzare le batterie se non si effettua la ricarica standard con la modalità Lipo Balance

6.6. PARACADUTE

Sulla piastra superiore del telaio è fissato un contenitore cilindrico in carbonio e metallo che contiene un paracadute che viene espulso da una molla compressa azionata dal terminatore di volo. Tale azione interrompe completamente il passaggio di energia elettrica dalle batterie verso l'APR e abilita contemporaneamente l'apertura del paracadute di emergenza.



Questo sistema deve essere verificato prima dell'inizio di ogni attività in scenari misti. Porre la mano sul coperchio del paracadute e, una volta azionato il terminatore, constatare che lo scatto è avvenuto.



Contenitore cilindrico porta paracadute

Il paracadute è realizzato in fibra Dacron ed è composto da 12 spicchi triangolari con cuciture protette per una superficie complessiva di mq 15.

Il foro apicale facilita l'apertura e la stabilizzazione del paracadute che consente dopo la totale apertura una velocità di discesa di 5 m/s.

Per consentire l'apertura della velatura il paracadute può considerarsi efficace solamente se attivato ad un'altezza superiore a 20metri.

Qualora durante un volo, sia stato necessario utilizzare il paracadute di sicurezza, l'APR deve essere sottoposto a controlli da parte di FlyTop e il paracadute deve essere ripiegato secondo procedure che solo FlyTop può porre in atto.

6.7. CAVO DI RITENZIONE (OPZIONALE)

Il FlyBit può essere vincolato ad un cavo di ritenzione fissato ad un foro posto al di sotto della piastra inferiore in posizione centrale.

Il foro è collegato alla struttura in modo da non interferire con il supporto del sensore.

Il cavo d1 utilizzato nell'estremità da agganciare al mezzo è costituito per la lunghezza di 1,5 m da un segmento di fune di acciaio con trefoli con sezione di 3 mm², mentre la parte rimanente è in treccia di polietilene con uguale sezione.

Il cavo è spezzato in tre sezioni di lunghezza pari a 10, 15 e 45 m in modo che le stesse possano essere unite per definire le lunghezze tipiche: d2=10 m, d3=25 m, d4=70 m.

Le giunzioni sono costituite da Girelle crane con bossolo ed anelli in acciaio inox con ancoraggi mediante moschettoni con ghiere di fissaggio. La rottura per trazione del sistema girella e moschettone è dichiarata pari a 120 Kg.

La base su cui le tre tipologie di cavo vengono fissate, è costituita da un basamento del peso di 30 Kg.

L'impiego del cavo di vincolo comporta un aumento del payload (pari al valore massimo di 0.5 Kg utilizzando la lunghezza massima del cavo di 70 mt), ma non altera le altre caratteristiche di volo.

Il FlyBit ha le seguenti caratteristiche di massa e velocità di volo:

$$V = 5 \text{ m/s}$$

$$m = 8,0 \text{ kg}$$

Il cavo utilizzato nell'estremità da agganciare al mezzo è costituito da treccia in acciaio ed ha la seguente lunghezza e con la seguente sezione:

$$s = 7.06510^{-6} \text{ m}^2 \quad d_1 = 1.5 \text{ m}$$

mentre la parte rimanente è in treccia di polietilene con uguale sezione

Il cavo è spezzato in 3 sezioni di lunghezza pari a:

$$l_1 = 10 \text{ m}$$

$$l_2 = 15 \text{ m}$$

$$l_3 = 45 \text{ m}$$

in modo che le stesse possano essere unite per definire le lunghezze tipiche:

$$d_2 = l_1 = 10 \text{ m}$$

$$d_3 = l_1 + l_2 = 25 \text{ m}$$

$$d_4 = l_1 + l_2 + l_3 = 70 \text{ m}$$

Si riportano i moduli di elasticità e gli sforzi a rottura per i due materiali in questione e se ne fa una prova del rispetto delle specifiche:

$$E \text{ polietilene} = 120 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$E \text{ acciaio} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$F_{\text{rott polietilene}} = 1275.3 \text{ N}$$

$$F_{\text{rott acciaio}} = 6130 \text{ N}$$

Quindi utilizzando le seguenti relazioni:

$$\Delta l = V * \sqrt{\frac{m * l}{E * A}}$$

(1)

$$F_{\text{max}} = E * A * \frac{\Delta l}{l}$$

(2)

Si possono calcolare il FoS (fattore di sicurezza) ed il MoS (margine di sicurezza) come:

$$FS = \frac{F_b}{F_{Max}} > 1$$

(3)

$$MS = \frac{F_b}{F_{Max}} - 1 > 0$$

(4)

Quindi sostituendo i parametri sopra indicati nelle (1), (2), (3), (4) si ottengono i seguenti valori di FoS e MoS:

	d1	d2	d3	d4
FoS	1.05	9.5	15.01	25.12
MoS	0.05	8.5	14.01	24.12

Come si nota tutti i valori di FoS e di MoS sono maggiori di 1 e di 0 rispettivamente, rientrando in quelle che sono le specifiche.

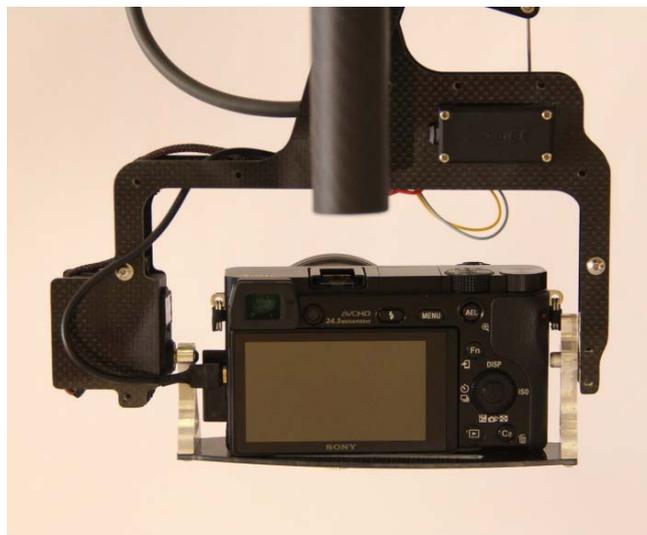
7. SENSORI DI BORDO

Sul FlyBit è possibile portare come payload una fotocamera ad alta risoluzione, una termocamera, una camera multispettrale. Sotto la piastra inferiore è disponibile l'attacco per il sensore di bordo (videocamera, fotocamera, sensori vari).

Il sensore installato a bordo costituisce il carico pagante del mezzo ed è limitato per massa e dimensioni. Le dimensioni massime per il FlyNovex sono pari a 35 cm di larghezza e 25 cm di altezza al di sotto del punto d'attacco. Alcuni sensori richiedono la possibilità di rotazioni indipendenti dal FlyNovex su due o tre assi oppure altri comandi.

Le rotazioni sono possibili con un sistema cardanico (*gimbal*) comandabile da terra attraverso il data link. Nell'impiego normale il sistema consente la stabilizzazione del sensore indipendentemente dalle rotazioni del drone. Il comando del sensore controlla l'angolo di depressione del sensore, oltre che la sequenza delle immagini.

A titolo di esempio, si riportano delle foto del supporto gimbal con la fotocamera Sony A 6000 ed il sensore LIDAR Velodyne HDL-32E:



Fotocamera Sony A 6000 con gimbal mobile su due assi



sensore LIDAR Velodyne HDL-32E

7.1. FOTOCAMERA

Il sistema di ripresa è composto da una camera ad alta risoluzione dotata di ottica adeguata per rispondere ai requisiti della missione di foto-planimetria.

Il corpo macchina è montato nel vano della fusoliera in grado di assorbire le vibrazioni mantenendo stabile la camera.

Il sistema viene fornito di macchina da presa Sony ILCE 6000 con obiettivo autofocus PZ 16-50 mm F3.5-5.6 OSS.



Le caratteristiche principali sono:

- Sensore CMOS 24.4 MP aps HD
- Processore imagine Bionz X
- Tempo di messa a fuoco 0.06"
- Sequenza di scatto fino a 11 fps
- Sensibilità fino a 25600 ISO
- Filmati in FullHD 60p

Il prodotto è progettato per l'uso a temperature tra 0 °C e 40 °C.

7.1.1. RICARICA DELLA BATTERIA

Inserire un pacco batteria carico nel prodotto o collegare il prodotto ad una presa a muro usando l'alimentatore CA (in dotazione) e lasciare spento il prodotto per 24 ore o più. Caricare il pacco batteria (in dotazione) prima di usare il prodotto la prima volta.

Il pacco batteria carico si scaricherà un pò alla volta anche se non viene usato. Caricare il pacco batteria ogni volta prima di usare il prodotto in modo da non perdere le opportunità di riprendere le immagini. Il pacco batteria può essere caricato anche se non è completamente scarico. È possibile usare un pacco batteria carico parzialmente.

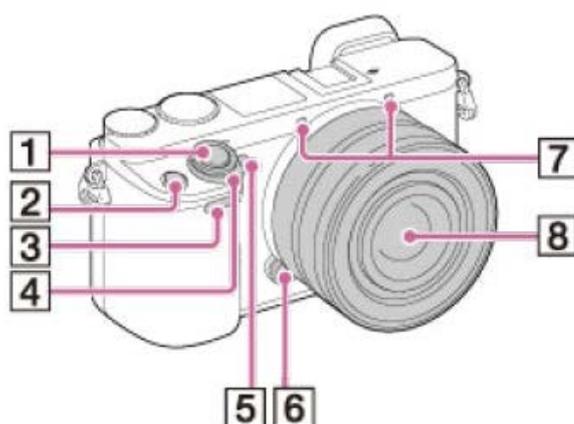
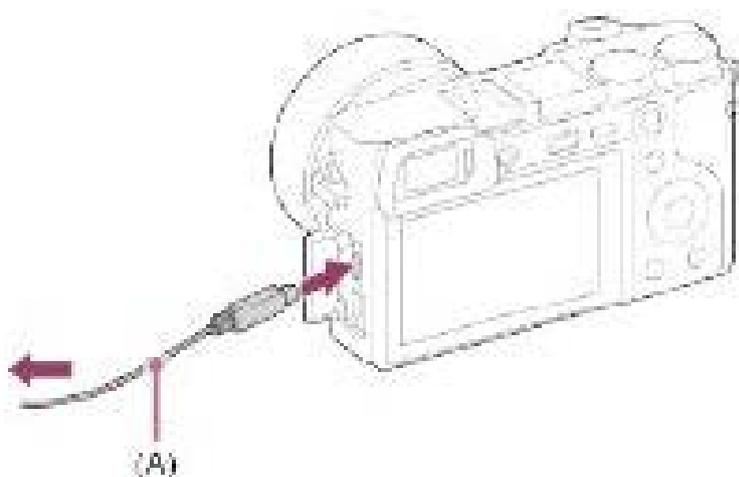
Se la spia di carica lampeggia e la carica è annullata a metà, rimuovere una volta il pacco batteria e poi reinserirlo.

Si consiglia di caricare il pacco batteria ad una temperatura ambiente tra 10 °C e 30 °C. Il pacco batteria potrebbe non essere caricato efficacemente a temperature oltre i limiti di questa gamma.

Quando si collega questo prodotto e un computer portatile che non è collegato a una fonte di alimentazione, la carica della batteria del portatile potrebbe diminuire. Non caricare questo prodotto usando il portatile per troppo tempo.

7.1.2. SCARICARE LE FOTO SUL COMPUTER

- a) Inserire un pacco batteria abbastanza carico nel prodotto.
- b) Accendere il prodotto e il computer.
- c) Collegare il prodotto e il computer usando il cavo USB micro (A) (in dotazione).



- | | |
|--|---|
| 1. Pulsante di scatto | 5. Spia dell'autoscatto/Illuminatore AF |
| 2. Tasto C1 (Personalizzato 1) | 6. Tasto di rilascio dell'obiettivo |
| 3. Sensore per comando a distanza | 7. Microfono* |
| 4. Interruttore ON/OFF (Alimentazione) | 8. Obiettivo |

7.2. TERMOCAMERA FLIR SERIE A (OPZIONALE)

La termocamera serve acquisire informazioni sulla qualità di un prodotto e/o sull'efficienza produttiva, informazioni difficili o impossibili da ottenere utilizzando mezzi convenzionali quali termocoppie o telecamere a luce visibile.



Le termocamere utilizzate sono le FLIR SERIE A (quattro versioni) e le cui peculiarità sono:

- Prezzo estremamente accessibile: ideale per la termografia in ambienti di automazione o Machine Vision;
- Estremamente compatta: facilmente integrabili in ambiente Machine Vision
- Qualità immagine termiche: 640 x 512 pixel per la FLIRA65, 320 x 256 pixel per la FLIR A35, 160 x 128 pixel per la FLIR A15, 80 x 64 pixel per la FLIR A5;
- Compatibilità con lo standard GigE Vision (standard di interfaccia per telecamere sviluppato utilizzando il protocollo di comunicazione Gigabit Ethernet);
- Supporto del protocollo GelCam (interfaccia di programmazione generica per tutti i tipi di termocamere): stessa API (Applicazioni Programming Interface) indipendentemente dalla tecnologia di interfaccia usata. Utilizzo di software di terze parti con la telecamera;
- Power over Ethernet (PoE): comunicazione ed alimentazione con un solo cavo;
- Sincronizzazione: possibilità di configurare una termocamera come Master e le altre come Slave per applicazioni che richiedono più di una termocamera;
- General Purpose Input/Output (GPIO): un'uscita per controllare le apparecchiature ed un ingresso per leggere lo stato della stessa apparecchiatura;
- Ampio intervallo di temperatura: da - 40 °C a +550 °C;
- Elevata sensibilità < 50 mK: la sensibilità termica < 50 mK restituisce l'immagine nei minimi particolari, oltre alle informazioni relative alla differenza di temperatura.

Modelli disponibili				
	<i>FLIR A65</i>	<i>FLIR A35</i>	<i>FLIR A15</i>	<i>FLIR A5</i>
<i>Risoluzione</i>	640 x 512 pixel	320 x 256 pixel	160 x 128 pixel	80 x 64 pixel
<i>Obiettivi</i>	13 mm 25 mm	9 mm 19 mm	9 mm 19 mm	5 mm 9 mm

7.3. TERMOCAMERA FLIR A655 SC

La termocamera FLIR A655 SC è stata progettata per tenere costantemente sotto controllo l'efficienza termica del progetto di sviluppo. Una termocamera ad infrarossi è assimilabile ad un sesto senso che consente di misurare, monitorare ed analizzare ciò che non si riesce a vedere, fornendo dati e prove nel modo più rapido possibile. È lo strumento perfetto per la verifica e validazione del progetto, per assicurare che il prodotto sia conforme alle specifiche.



Le principali caratteristiche sono:

- 640x480 pixel: la termocamera ha un sensore ad alta risoluzione da 640x480 pixel che consente una maggiore precisione e mostra un maggior numero di dettagli da più lontano;
- Windowing ad alta velocità dell'infrarosso: funzione di finestrazione ad alta velocità sull'immagine che consente di acquisire immagini con frequenze fino a 200Hz;
- External triggering: controllo dell'avvio/arresto della registrazione nel software FLIR R&D. Lo streaming video è controllato da un segnale esterno;
- Alta sensibilità < 30 mK: la sensibilità termica < 30 mK cattura anche i minimi dettagli e le informazioni sulle più piccole differenze di temperatura;
- Compatibilità con lo standard GigE Vision (standard di interfaccia per telecamere sviluppato utilizzando il protocollo di comunicazione Gigabit Ethernet): consente il trasferimento rapido delle immagini tramite cavi standard a basso costo anche su lunghe distanze;
- Supporto del protocollo GeICam (interfaccia di programmazione generica per tutti i tipi di termocamere): stessa API (Applicazioni Programming Interface) indipendentemente dalla tecnologia di interfaccia usata. Utilizzo di software di terze parti con la telecamera;
- Streaming video a 16 bit in tempo reale

Specifiche	
Modello	FLIR A655 SC
Lunghezza focale	24,6 mm
Campo visivo (FOV/Field of view)/distanza minima di messa a fuoco	25°x19°/0,25m
Sensibilità termica/NETD	< 30 mK
Risoluzione spaziale (IFOV)	0,68 mrad
Numero f	1,0
Risoluzione IR	640x480 pixel
Pitch	17 µm
Frequenza di immagine	50 Hz ed in windowing fino a 200 Hz
Intervallo di temperatura	Da -20 °C a +650 °C (+2000 °C opzionale)
Ethernet e comunicazione	Controllo ed immagine TCP/IP basato su socket FLIR proprietario e GenICam
Ethernet streaming immagini	16 bit 640x480 pixel a 50 Hz Fino a 200 Hz con modalità windowing
USB	Controllo ed immagine
Comunicazioni USB	Proprietario FLIR basato su socket TCP/IP
USB streaming immagini	16 bit 640x480 pixel a 25 Hz Fino a 100 Hz con modalità windowing
Peso	0,9 kg
Dimensioni della termocamera (L x P x A)	216 x 73 75 mm

7.4. CAMERA MULTISPETTRALE (OPZIONALE)

La multispettrale tipicamente usata è la TETRACAM ADC Snap, un sistema di immagini multispettrale con Electronic Global Snap Shutter.

L'ADC Snap ha un sensore elettronico global shutter da 1.3 Mpel (1280 x 1024 pixels) che permette di esporre l'intera immagine nella stessa frazione temporale. Perciò questo sistema non ha problemi di rolling shutter.



Il sensore CMOS all'interno dell'ADC snap non usa un "rolling shutter" ma un global "snap" shutter elettronico. La grandezza dei pixel fa sì che non ci siano distorsioni di movimento nella fase di cattura delle immagini e che il tempo di esposizione è sufficientemente breve da eliminare anche l'effetto movimento nell'immagine. In questo modo le immagini possono essere prese ad altitudini inferiori e/o velocità maggiori rispetto altre camere.

L'uso di questa multispettrale è particolarmente indicata per droni ad ala fissa suscettibili a problemi di pitch, roll o yaw.

Specifiche	
<i>Storage</i>	16 GB Micro SD Card
<i>Uscita Video</i>	NTSC/PAL
<i>Lenti</i>	8.43 mm f 3.2
<i>Sensore</i>	1.3 Mega Pixel (1280x1024 pixels)
<i>Range</i>	Da ~520 nm a 920 nm (bande rosso, verde e NIR, che corrispondono a TM2, TM3 e TM4)
<i>Potenza</i>	Da +6 VDC a +14.7 VDC (160 mA)
<i>Consumo</i>	2 Watt nominali
<i>I/O</i>	RS232 Seriale per GPS (Standard NMEA)
<i>Interfaccia dati</i>	USB 2.0
<i>Trigger immagini</i>	da Shutter Release della camera, Auto-Timer; da Remote Shutter (Trigger esterno); da seriale RS232
<i>Peso</i>	90 grammi
<i>Dimensioni</i>	75 x 59 x 33 mm

7.5. LIDAR VELODYNE VLP-16 (OPZIONALE)

Il sistema LIDAR permette una misura attiva delle geometrie in ambito territoriale, civile, militare. Il segnale multi-eco permette di avere un modello DTM più accurato e senza gli intrinseci errori classici della fotogrammetria. La possibilità di installazione in diverse configurazioni permette di poter fare rilievi di infrastrutture civili ed industriali anche con superfici verticali.

Il sistema Lidar per rilievo con tecnologia laser scanner da drone, è sviluppato sulla tecnologia lidar Velodyne di ultima generazione a doppio ritorno.

Il sistema è montabile su qualsiasi drone con payload superiore a 1,5 kg. Il sistema è composto dalle seguenti parti:

1. Sistema di volo. Il case integrato comprende:

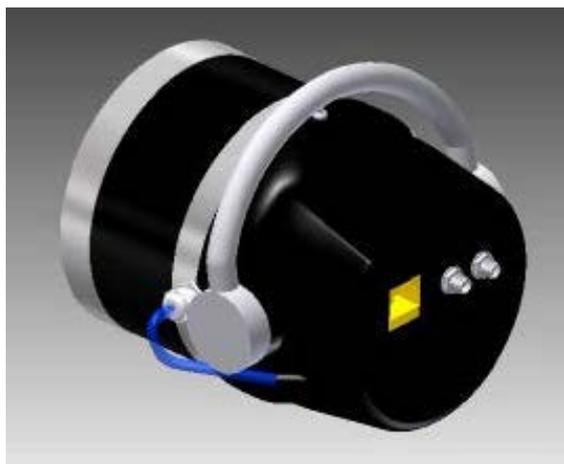
- Laser Scanner Velodyne VLP-16
- Piattaforma inerziale

- Sistema GPS RTK con doppia antenna GPS Topcon
- Scheda di controllo, acquisizione, comunicazione

2. Base di terra:

- Sistema GPS RTK con doppia antenna GPS Topcon

La soluzione si completa con il software FLT LIDAR per l'importazione dei dati GPS, IMU, LIDAR e la generazione di una nuvola di punti georiferita, completa del rilievo effettuato.



Sensore LIDAR Velodyne VLP-16 ed esempio di rilievo

Specifiche

<u>Laser scanner</u>	<u>Sistema GPS</u>
Numero di laser: 16	RTK basato su board Topcon
Classe 1	Chipset Vanguard ASIC a 226 canali in doppia frequenza L1/L2 GPS, Glonass (opzione)
Tipologia Tempo di volo	Accuratezza sub-centimetrica in RTK
Range di misura 100 m	Output rate fino a 100Hz
Angolo di campo orizzontale 360°	Accuratezza della nuvola di punti in RTK < 10 cm
Angolo di campo verticale 30° (da -15° a +15°)	Posizionamento ripetibile con tilt di 0°, -90° o libero
Risoluzione orizzontale max 0,083 °	Possibilità di overlay con il colore reale con fotocamera integrata
Risoluzione verticale 1,87°	Storage dati: 16 GB
Frequenza di rotazione 5-20 Hz	Consumo: 10 Watt nominale
Numero di punti al secondo circa 350000	Peso complessivo: 1350 grammi
Multi echo con doppia lettura	Dimensioni: 150 x 150 x 200 mm
Accuratezza < +/- 3 cm 1 sigma a 25 m	Software 3DT-UAVPP
Protezione IP67	

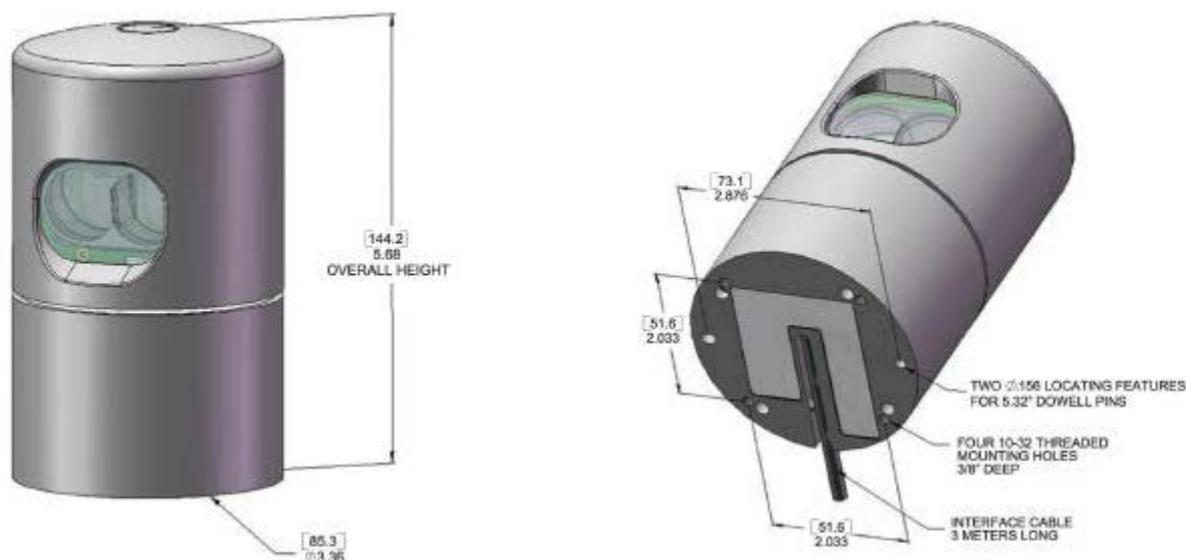
7.6. LIDAR VELODYNE HDL-32E (OPZIONALE)

Il sistema LIDAR HDL-32E è piccolo, leggero, molto robusto ed offre fino a 32 laser su un campo di vista verticale di 40°. Le misure del sensore HDL-32E sono di 15 cm di altezza e 8,6 cm di diametro, mentre il peso è di 2 kg (più 0,3 kg per i cablaggi).

Il sistema è stato appositamente sviluppato per soddisfare le esigenze delle applicazioni industriali nel mondo reale includendo il controllo di veicoli autonomi (navigazione autonoma), mobile mapping, aerial mapping, sicurezza e sorveglianza.

L'HDL-32E utilizza 32 laser allineati da +10° a -30° per fornire un campo di vista verticale ottimale ed il design della testa rotante permette una visione orizzontale a 360°. Inoltre il sistema genera una nuvola di punti fino a 700000 punti al secondo con un range di 100 m ed una accuratezza tipica di +/- 2 cm a 10 Hz.

L'HDL-32E può operare in un range di temperatura compreso tra -10 °C e +60 °C e ha un grado di protezione IP67 (il più elevato possibile). La sua struttura rinforzata lo rende perfetto per i veicoli che operano negli ambienti più inospitali.



Specifiche

Laser:	<ul style="list-style-type: none"> - Classe 1 (sicuro per gli occhi) - Lunghezza d'onda 905 nm - Misura della distanza di volo con la "Calibrated Reflectivities" - Range di misura da 1 m a tipicamente 80/100 m
Sensore:	<ul style="list-style-type: none"> - 32 laser / coppie di rivelatori - Campo di vista verticale da +10,67° a -30,67° - Campo di vista orizzontale 360° - Frequenza 10 Hz (selezionabile tra 5 e 20 Hz) - Temperatura operative tra -10 °C e +60 °C - Temperatura di conservazione tra -40 °C e 105 °C - Accuratezza < 2 cm

	<ul style="list-style-type: none"> - Risoluzione angolare (verticale) 1,33° - Web server integrato per una facile configurazione
Meccaniche:	<ul style="list-style-type: none"> - Potenza: 12 V a 1 A - Voltaggio operativo: 9-32 VOC - Peso: HDL-32E = 1 kg (2,2 lbs), cavi = 0,3 kg (0,62 lbs) - Dimensioni 5,9" (altezza) x 3,4" (diametro) - Urto: ampiezza 500 m/sec, durata 11 msec - Vibrazione: da 5 Hz a 2000 Hz, 3G rms - Protezione: IP67
Output:	<ul style="list-style-type: none"> - Fino a 700000 punti/secondo - Connessione ethernet 100 Mbps - Pacchetti UDP contenenti: distanze, riflettività calibrate, angoli di rotazione - Orientamento – accelerometri MEMS interni e giroscopi per la correzione del movimento su 6 assi - GPS con GPS Receiver

8. RADIOCOMANDO

Il radiocomando del sistema FlyBit opera nella banda dei 2.4GHz e garantisce un segnale affidabile tra APR e operatore fino a distanze di 2km. L'alimentazione è fornita da un accumulatore nichel-metallo idruro (NiMH: *nickel-metal hydride*) con capacità di 2 Ah.

Il radiocomando deve essere accoppiato al mezzo specifico: tale operazione deve essere completata dal costruttore FlyTop prima della consegna.

L'impiego di un ulteriore radiocomando, possibile durante un periodo d'addestramento, è possibile accoppiando quest'ultimo al radiocomando già accoppiato al mezzo specifico.

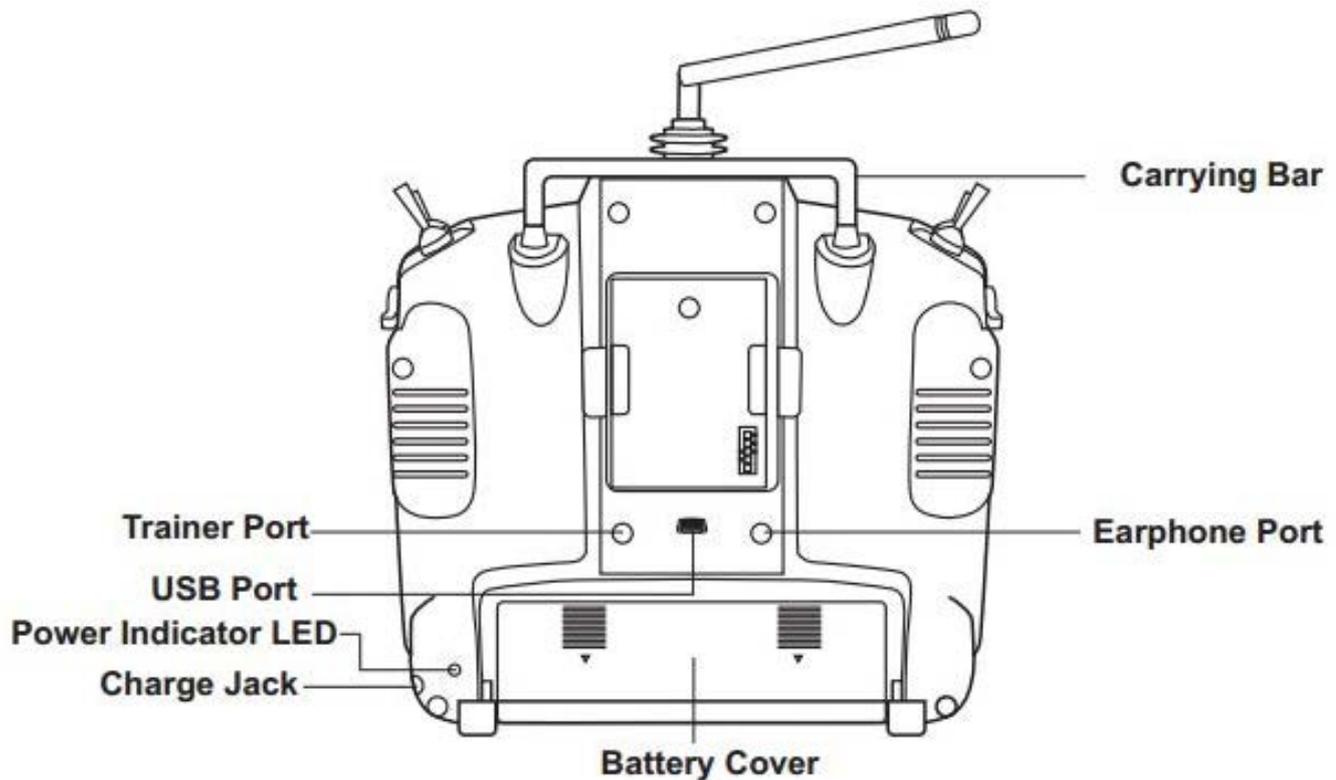
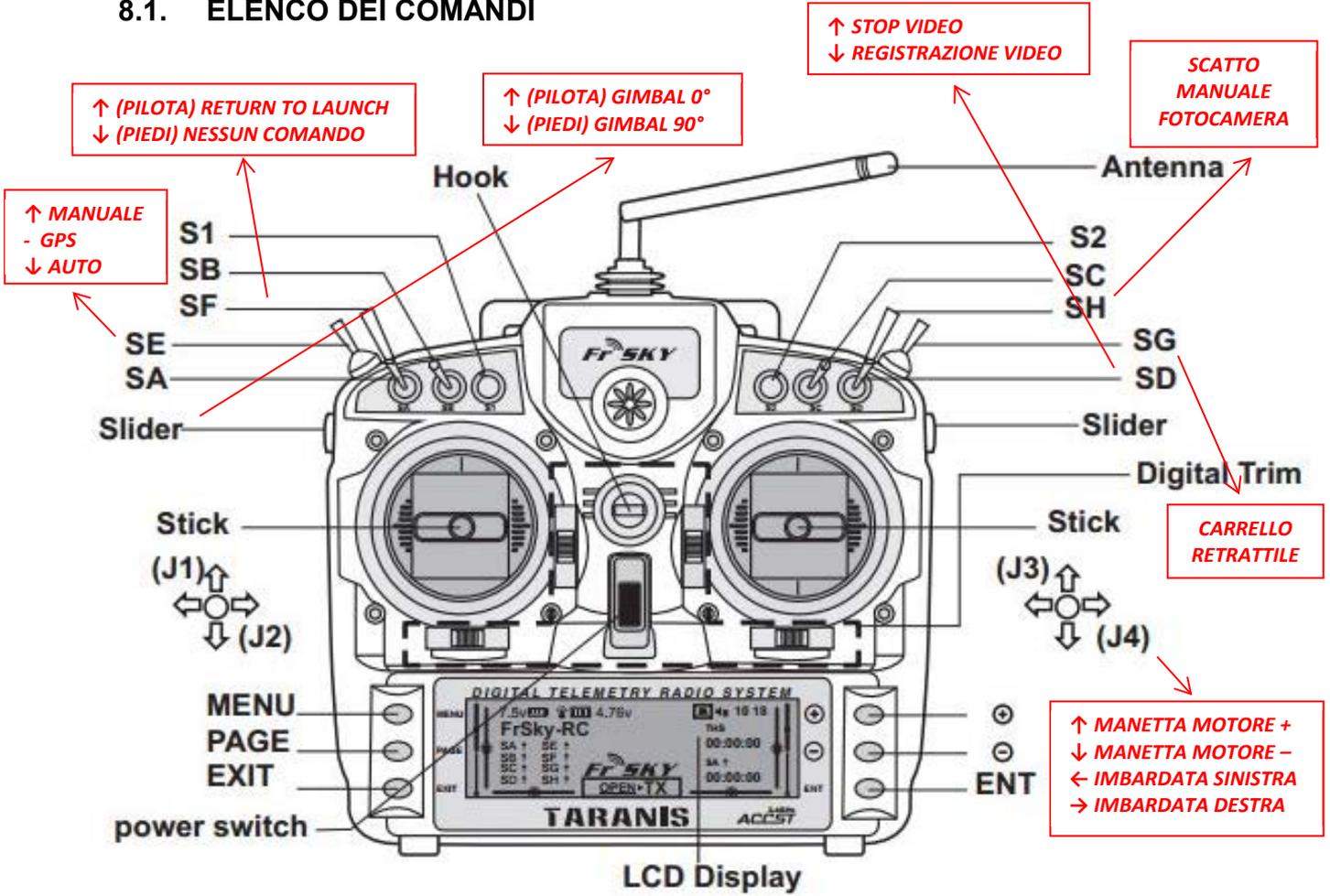
Il radiocomando è lo strumento utilizzato nel pilotaggio assistito per condurre il FlyNovex, ma è anche possibile pilotare il FlyBit con Joystick o con tablet.

Nelle figura sottostante viene riportata una immagine del radiocomando usato per comandare il FlyBit; nel paragrafo 8.1. Vi è invece una descrizione dei singoli comandi e le viste anteriore e posteriore del radiocomando.



Radiocomando

8.1. ELENCO DEI COMANDI



Comando	Funzione	Note
J1	Beccheggio	
J2	Rollio	
J3	Manetta	
J4	Imbardata	
S1	Controllo focus manuale	
S2	---	
SA	---	
SB	---	
SC	---	
SD	video	
SE	Manual/GPS/Auto	Ordine dato spostando lo switch verso l'operatore
SF	Return to lunch	Si attiva verso l'operatore
SG	Carrelli retrattili	
SH	Scatto manuale	
Slider	Tilt camera	
Digital Trim (*)	---	---



Al momento dell'accensione dell'APR, tutte le leve poste sul radiocomando devono essere posizionate in basso (verso i piedi). Anche la leva del motore (quella di destra J3) deve essere correttamente tratta in basso. Se qualsiasi leva non fosse correttamente posizionata, sul display del radiocomando apparirebbe un messaggio di allarme che indica quale leva non è posizionata in sicurezza. Verificare sempre lo stato di carica delle batterie del radiocomando e non iniziare il volo nel caso di bassa tensione.

(*): Verificare che gli indicatori cerchiati in rosso sul display del radiocomando siano in posizione centrale per evitare problemi nella condotta del mezzo.



9. ATTIVITA' OPERATIVE

Le attività operative riguardano nello specifico la programmazione e l'esecuzione di missioni di volo, nei diversi contesti esecutivi e in funzione del sistema impiegato.

La programmazione di un volo libero, così come di uno eseguito con l'impiego di strumenti di *mission planning* e di sistemi CGS, richiede in ogni caso diverse attività e informazioni da acquisire prima della missione operativa.

Di primaria importanza sono le informazioni di contesto come localizzazione su uno dei sistemi di mapping GIS come *Google Earth*, *Bing* o altri sistemi on-line su cui individuare le coordinate generali di riferimento del sito. Il software FlyTop Manager in dotazione permette di impiegare mappe ad hoc per la localizzazione geografica specifica del cliente.

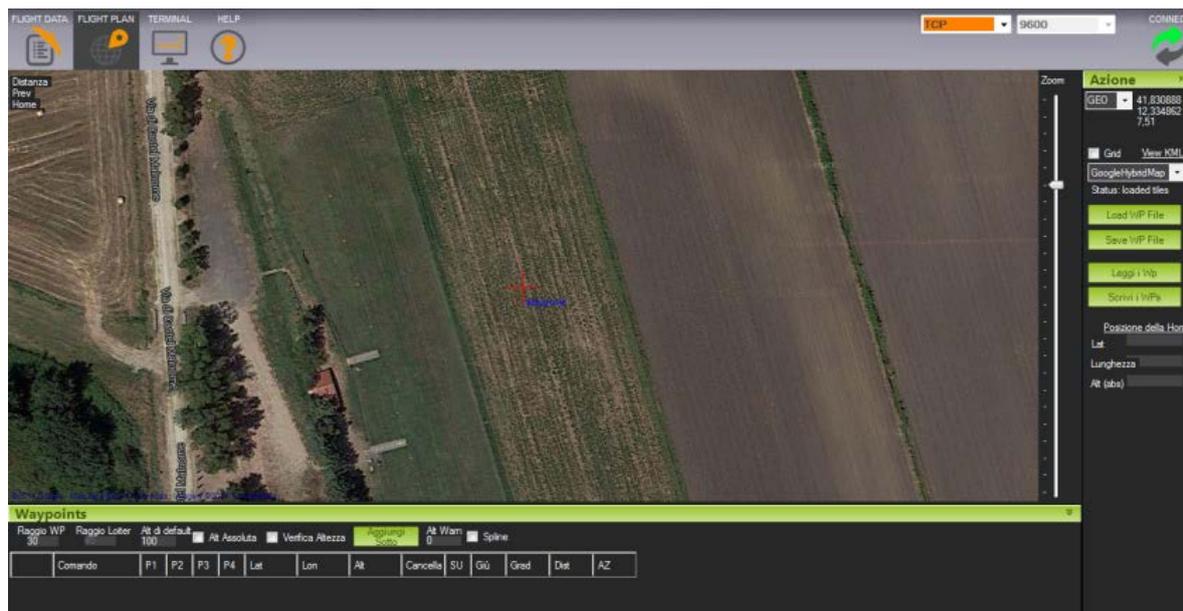
Con le informazioni in nostro possesso possiamo definire la scheda di "*Esecuzione di Volo APR*", ovvero la definizione del sistema da impiegare e le specifiche di progetto.

È buona norma nel caso di piani di volo complessi o in aree fortemente antropizzate, effettuare un sopralluogo per verificare gli spazi di manovra nelle fasi di decollo e atterraggio, la visibilità dell'area durante il sorvolo del sito, eventuali ostacoli al volo come terreni scoscesi (montagne, etc.) a forte variazione altimetrica, linee elettriche, tralicci e quanto altro possa rappresentare un ostacolo al volo o un pericolo di impatto sulle linee di volo programmate.

9.1. VOLO PROGRAMMATO ED ASSISTITO

Il volo programmato e assistito inizia con la pianificazione del volo, che può essere effettuato attraverso il software *FlyTop Manager* rilasciato insieme al sistema APR.

Per volo programmato e assistito si intende una missione in cui il sistema APR, ad ala fissa o multirottore, esegue in maniera automatica sulla base di un piano di volo programmato dal PC e caricato a bordo del velivolo come missione di volo.



Schermata software FlyTop Manager sul sito d'interesse

In questa modalità, le fasi interattive diventano le sole fasi di "decollo o take-off", e di "atterraggio o landing", oltre all'atterraggio pilotato è possibile e consigliato impostare l'atterraggio automatico mediante paracadute. L'operatore non ha necessità di intervenire durante l'esecuzione della missione, se non per controllo e interventi di correzione in casi limitati.

In generale, l'operatività del sistema in Volo Programmato e Assistito presenta una configurazione del radiocomando come segue:

- **MANUALE** – modalità di controllo manuale dell'APR. Impiegata in genere per controllare i sistemi di volo attivi e reattivi, o parte dei sensori a bordo del modello (es. Controllo dei rotori, dei sistemi di navigazione, del modello in termini di setup, etc.). Assetto e quota vengono controllate in angolo (0 – 45°), mentre il mezzo può muoversi sulla verticale a 1,5 m/s a salire e 1 m/s a scendere. **Gestire il volo del sistema APR in questa modalità, è consigliato solo a operatori esperti.**
- **GPS** – in questa modalità, da usare quando non si è in volo automatico, si possono gestire rotta, posizione e assetto. Il modello in questo caso permette il pilotaggio manuale, ma i comandi imposti dalla trasmittente vengono filtrati dal Flight controller che mantiene l'assetto di volo entro determinati limiti di sicurezza: il mezzo si muove sull'orizzontale a max 5m/s e sulla verticale a 1,5 m/s a salire e 1 m/s a scendere. In questa modalità il comportamento del velivolo risulta stabile ed equilibrato ed è possibile effettuare atterraggi pilotati. **Questa modalità è consigliata a tutti gli operatori di sistemi APR professionali aventi buone capacità di pilotaggio.**
- **AUTO** – modalità di volo completamente automatica, che si attiva con il trigger definito sulla trasmittente.

- **RETURN TO LUNCH** – modalità di volo completamente automatica che porta l'APR ad una quota di 25 m sul punto di decollo e quindi atterra.

9.2. VOLO CONTROLLATO INTERATTIVO

Il volo controllato interattivo, o volo *non programmato*, consiste nella guida del sistema APR senza la definizione di un piano di volo o linee di volo specifiche ed è rivolto ad operatori esperti. È bene ricordare che ogni volo deve essere sempre condotto in condizioni di *Visual Line Of Sight (VLOS)*, cioè sotto il diretto controllo visivo del pilota remoto. Il pilota deve continuamente monitorare il volo nel rispetto delle regole dell'aria.

Nel volo non programmato, tutto va fatto sul campo, e se siamo in grado di pilotare un sistema APR con il radiocomando, non possiamo che effettuare le missioni di volo, aiutandoci con la geometria dei luoghi.

La mappatura del suolo con i più diversi sensori e/o sistemi di acquisizione dati, nel 90% dei casi fa riferimento alla geometria del tracciato di volo o alla geometria del sito d'analisi. Nel definire quindi le *rotte o linee di volo*, si prenderanno riferimenti come linee naturali ed altri allineamenti.

- allinearsi lungo una direttrice
- posizionarsi ad una quota di volo
- seguire un percorso identificato a terra
- seguire uno schema di volo specifico, secondo andamenti geometricamente definiti

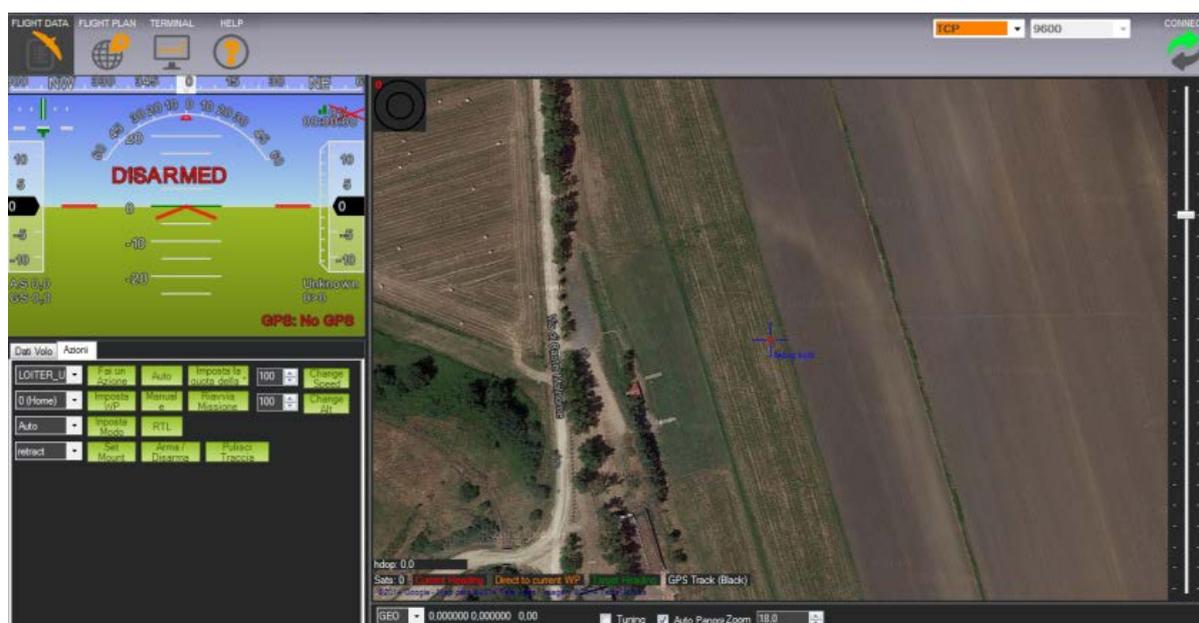
10. GESTIONE DELLE MISSIONI DI VOLO CON FLYTOP MANAGER

Le missioni di volo vanno pianificate sulla scorta delle specifiche del cliente e delle informazioni acquisite relativamente al sito.

E' buona norma individuare il sito sulla cartografia esistente come Google Earth, Bing o le altre cartografie messe a disposizione sul software di pianificazione. In caso contrario è possibile impiegare altri formati come ArcGis, etc.

In questo capitolo si riporta una guida pratica all'utilizzo del software *FlyTop Manager*, utilizzato per la gestione dei sistemi APR di Flytop. Il programma permette la configurazione di missioni automatiche, la lettura dei dati telemetrici e molte altre funzionalità, esso è pensato per essere subito semplice da utilizzare e trasforma un comune Laptop in una vera e propria *Ground Control Station*.

10.1. FLIGHT DATA



Schermata di Flight Data su Flytop Manager

È la sezione principale del software. Le funzioni in alto a destra riguardano la connessione telemetrica, quando viene collegato il modulo di telemetria al computer attraverso la porta USB, è necessario nell'ordine selezionare la corretta porta COM utilizzata, la corretta velocità di trasmissione dati (57600 o 115200 baud a seconda se la connessione avviene via radio o via cavo) e premere il pulsante *Connect*. Una volta connesso alla telemetria del sistema APR, la schermata riporta tutte le informazioni necessarie per la corretta gestione del mezzo durante il volo.



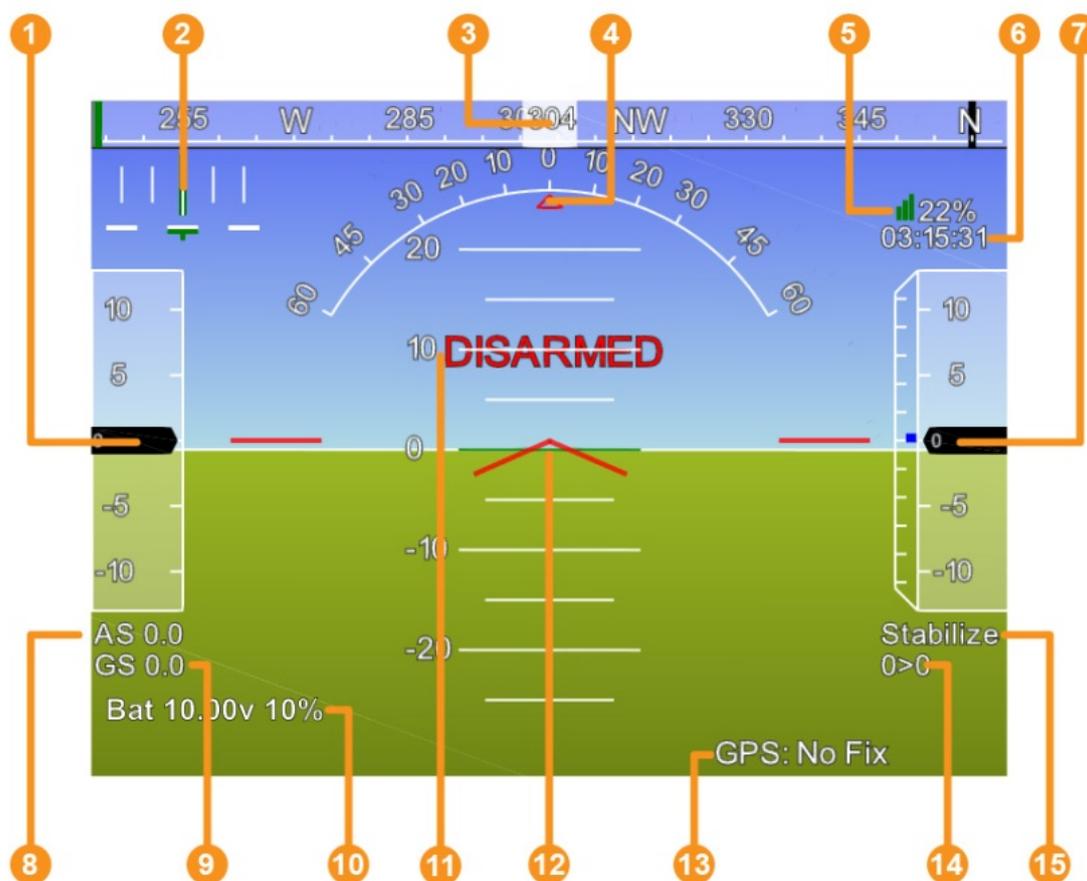
Si consiglia di effettuare la pianificazione della missione e la connessione tra APR e GCS via cavo in modo da non scaricare le batterie installate sull'APR.

La schermata della telemetria è suddivisa in tre sezioni:

- HUD (Hheads-up Display)
- Dati Volo e Azioni
- Mappa interattiva

10.1.1. HUD

Il display HUD permette all'operatore di visualizzare l'assetto dell'aeromobile in modo intuitivo attraverso l'orizzonte artificiale insieme al resto dei dati volo.



Heads-up Display

- | | |
|--|--|
| 1. Velocità all'aria | 9. Velocità rispetto al suolo |
| 2. Errore sulla traiettoria e rateo di virata | 10. Stato batteria |
| 3. Direzione prua | 11. Stato di armamento motore/i |
| 4. Angolo di virata | 12. Riferimento prua |
| 5. Qualità della connessione telemetrica | 13. Stato GPS |
| 6. Ora GPS | 14. Distanza dal waypoint corrente (metri) |
| 7. Quota rispetto al suolo (la traccia blu è il rateo di salita) | > numero del waypoint corrente |
| 8. Velocità all'aria | 15. Modalità di volo corrente |

10.1.2. DATI DI VOLO



In questa sezione si riportano alcune importanti informazioni:

- Altitudine rispetto al suolo (Altitude)
- Distanza dal waypoint corrente (Dist to WP)
- Velocità di salita (Vertical Speed)
- Velocità rispetto al suolo (Ground Speed)
- Angolo d'imbardata (Yaw)
- Distanza dell'aeromobile dalla GCS (Dist to MAV)

10.1.3. AZIONI



In questa sezione è possibile imporre delle azioni all'aeromobile attraverso la telemetria, di seguito le azioni vengono descritte nell'ordine dall'alto verso il basso, da sinistra verso destra:

- *Esegue l'azione impostata attraverso il menu a tendina a fianco*
- *Imposta Waypoint attraverso il menu a tendina a fianco*
- *Imposta modalità di volo attraverso il menu a tendina a fianco*
- *Imposta la direzione della fotocamera (solo per multirotori)*
- *Imposta modalità di volo Auto*
- *Imposta modalità di volo Manuale*
- *Imposta modalità di volo RTL (Return To Lunch)*
- *Arma/Disarma il comando motore/i*
- *Imposta la quota della Home a zero*
- *Riavvia la missione caricata sul Flight controller*
- *Pulisci la traccia sulla mappa (traiettoria seguita dall'AV)*
- *Cambia velocità di volo in modalità automatica*
- *Cambia l'altezza di volo in modalità automatica*

Si fanno alcune considerazioni:

- I quattro menu a tendina si riferiscono ai rispettivi primi quattro pulsanti sulla destra
- In genere se la missione è stata correttamente pianificata sul Flight Plan, come si vedrà in seguito, non risulta necessario utilizzare le funzioni presenti in questa sezione, ad eccezione di tre: *Preflight calibration*, *Imposta quota della home a zero*, *Arma/Disarma*. Queste tre azioni fanno parte della *Checklist* dell'aeromobile e vanno sempre effettuate prima di ogni missione, come verrà spiegato in seguito



ATTENZIONE: si consiglia cautela sull'utilizzo di queste funzioni in quanto potrebbero causare effetti imprevisti durante lo svolgimento di una missione (ad esempio se si attiva la modalità di volo manuale).

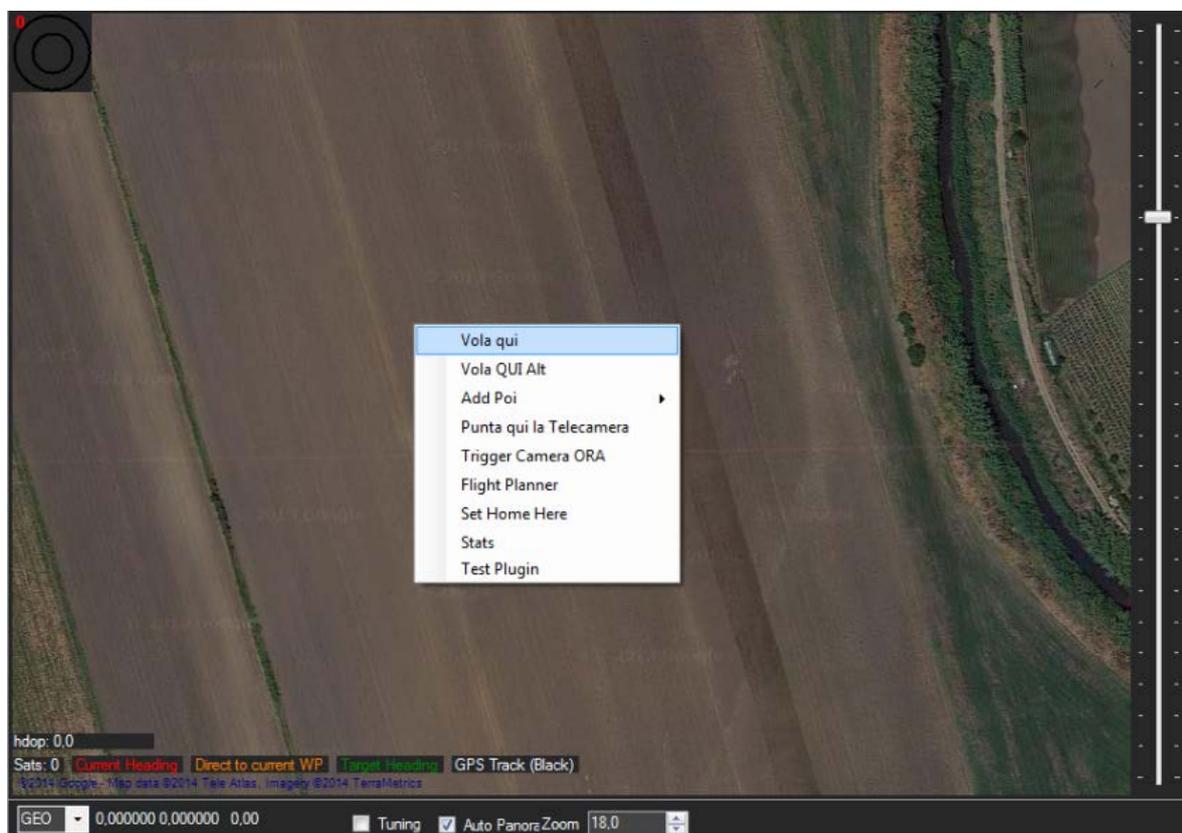
10.1.4. MAPPA INTERATTIVA

La mappa interattiva permette di visualizzare la posizione dell'aeromobile sulla Terra, le coordinate geografiche, gli andamenti della traiettoria e del sentiero. Nello specifico:

- Le linee gialle unite dai waypoints rappresentano complessivamente il tracciato di missione
- La linea blu rappresenta la traiettoria percorsa
- La linea rossa rappresenta la prua corrente
- La linea verde rappresenta la prua prevista
- La linea nera rappresenta la direzione di spostamento rilevata dal GPS (può subire lags)

- La linea arancione rappresenta la direzione del waypoint corrente rispetto all'aeromobile

È inoltre possibile interagire con la mappa: cliccando con il tasto destro del mouse su un punto della mappa si aprirà un menu completo di funzioni utilizzabili per comandare l'aeromobile direttamente da FlyTop Manager.



10.2. CALIBRAZIONE SENSORI

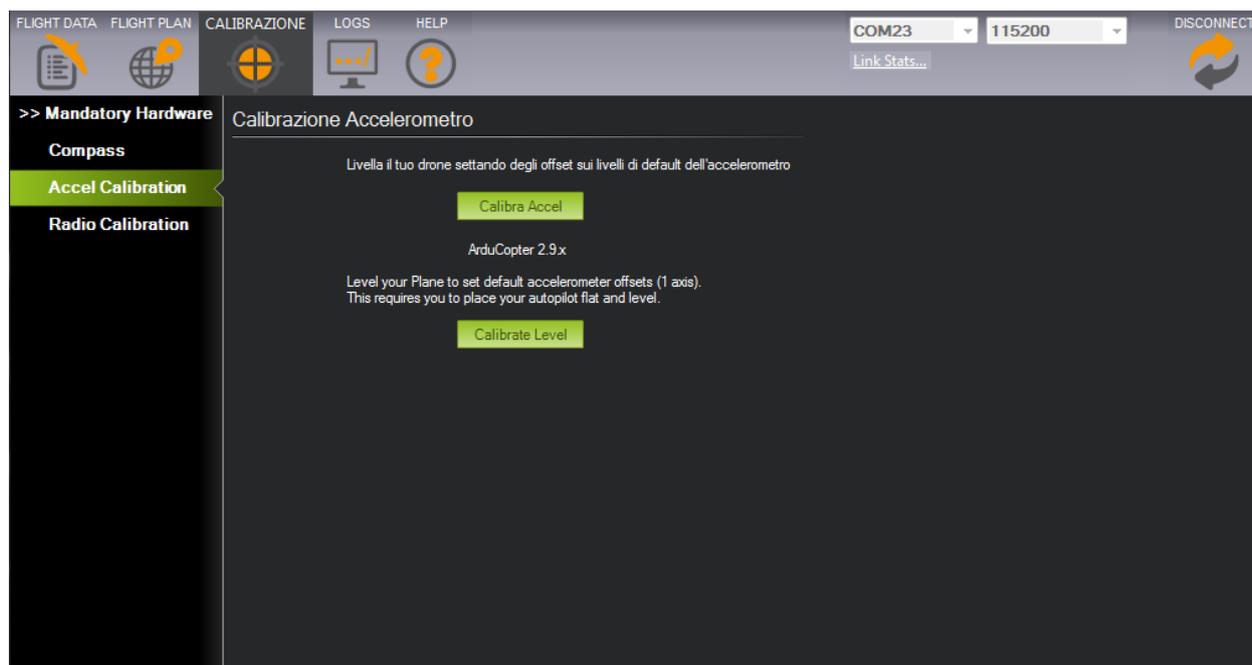
La calibrazione dei sensori di volo è importante ai fini di migliorare il comportamento dell'APR in volo. A queste operazioni è dedicata un'apposita sezione del software FlyTop Manager.

10.2.1. CALIBRAZIONE ACCELEROMETRO

La calibrazione dell'accelerometro è necessaria al fine di ottenere misure corrette; avviene ruotando a mano la scheda su cui è installato il sensore in modo che il sistema possa salvare i dati di accelerazione relativi a particolari assetti noti.

In questo modo la scheda acquisisce dall'accelerometro i valori di tensione corrispondenti a 0g, 1g e -1g per ogni asse, questi valori vengono poi scalati in base al fondo scala dell'accelerometro e rimappati nel relativo *range* di utilizzo.

Il software FlyTop Manager fornisce una procedura guidata per effettuare la calibrazione.



10.2.2. CALIBRAZIONE GIROSCOPIO

Il giroscopio elettronico misura le velocità angolari sugli assi corpo dell'APR (è possibile ricavare gli angoli di volo mediante integrazione delle velocità angolari). Questi sensori utilizzano dei cristalli piezoelettrici in grado di rilevare variazioni minime di orientamento, sono strumenti molto più sensibili dei tradizionali giroscopi meccanici e, non avendo parti in movimento, sono anche molto più rapidi nella risposta. Ogni volta che viene accesa, è importante che il Flight Controller sia fermo e livellata al suolo finché non termini l'operazione di inizializzazione (circa 30 secondi), in questo modo il giroscopio sarà ben calibrato e pronto al volo.

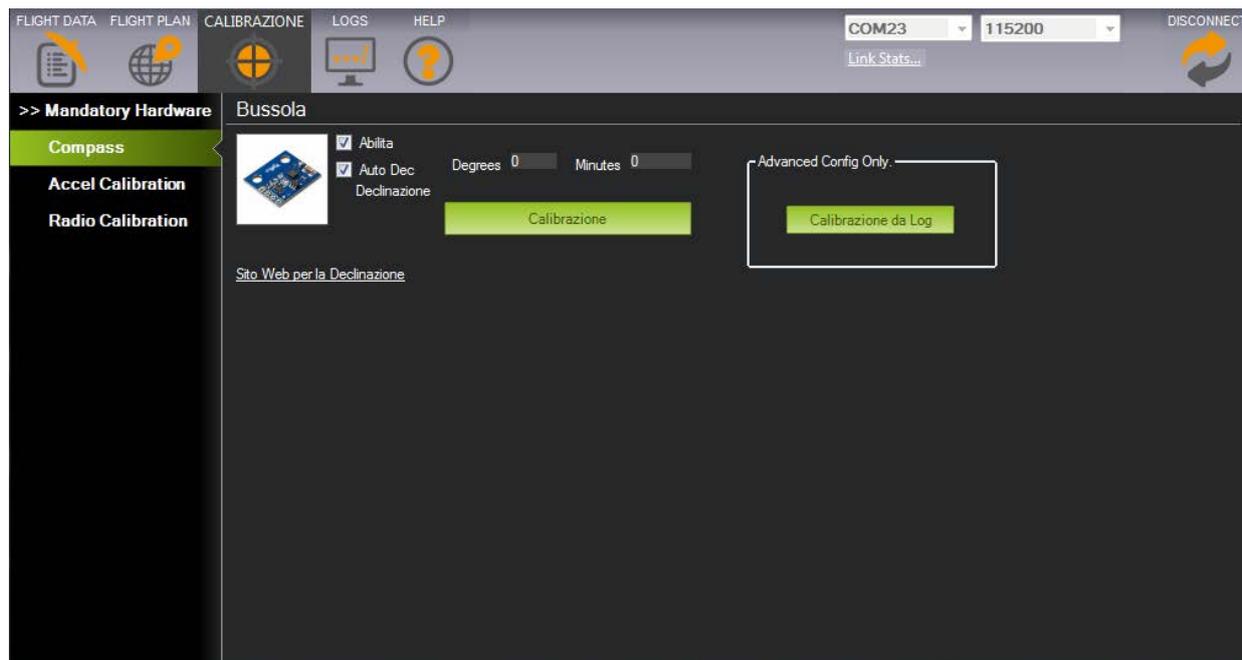
10.2.3. CALIBRAZIONE MAGNETOMETRO

Il magnetometro è lo strumento che misura l'intensità di campi magnetici lungo una particolare direzione dello spazio, in particolare è utilizzato per misurare il campo magnetico terrestre e per fornire una prua rispetto al nord magnetico.

Si ricorda infatti che le misure riportate dal magnetometro possono essere influenzate dagli altri componenti elettronici, soprattutto dall'ESC e dalla batteria, ma anche dalla scheda principale e da elementi ferrosi presenti nelle vicinanze.

Per ottenere misurazioni valide è importante innanzitutto inserire da FlyTop Manager la corretta declinazione magnetica, ovvero la distanza angolare tra il nord geografico e il nord magnetico rispetto alla propria posizione sulla Terra, per correggere l'errore di declinazione del magnetometro.

La procedura di calibrazione del magnetometro è effettuabile da FlyTop Manager, è necessario ruotare lungo tutti gli assi lo strumento per consentire al microcontrollore di collezionare una buona quantità di dati e ottenere così una buona calibrazione.



10.3. CALIBRAZIONE RADIO

La calibrazione radio è importante per definire i valori dei segnali massimi, minimi e di trim dei comandi; dal menù di calibrazione di FlyTop Manager è possibile accedere alla sezione dedicata alla calibrazione radio.



11. PIANIFICAZIONE

Progettare una missione di volo, vuol dire innanzitutto stabilire i parametri essenziali come l'area di volo, la quota di volo e la base operativa dove effettuare le operazioni di decollo e atterraggio. Chiaramente l'obiettivo del progetto in termini di copertura in volo, risoluzione delle immagini o degli altri sensori portati a bordo del velivolo.

Implementare, pianificare o disegnare un piano di volo con un sistema APR, vuol dire entrare nel vivo delle operazioni di volo del sistema. In sintesi si tratta di rendere organici i tre momenti salienti di un volo di un piccolo aeromobile, che sintetizzando consistono in:

- Decollo
- Esecuzione della missione
- Atterraggio

Proviamo a vedere praticamente e da vicino come pianificare un volo.

11.1. QUOTA DI VOLO

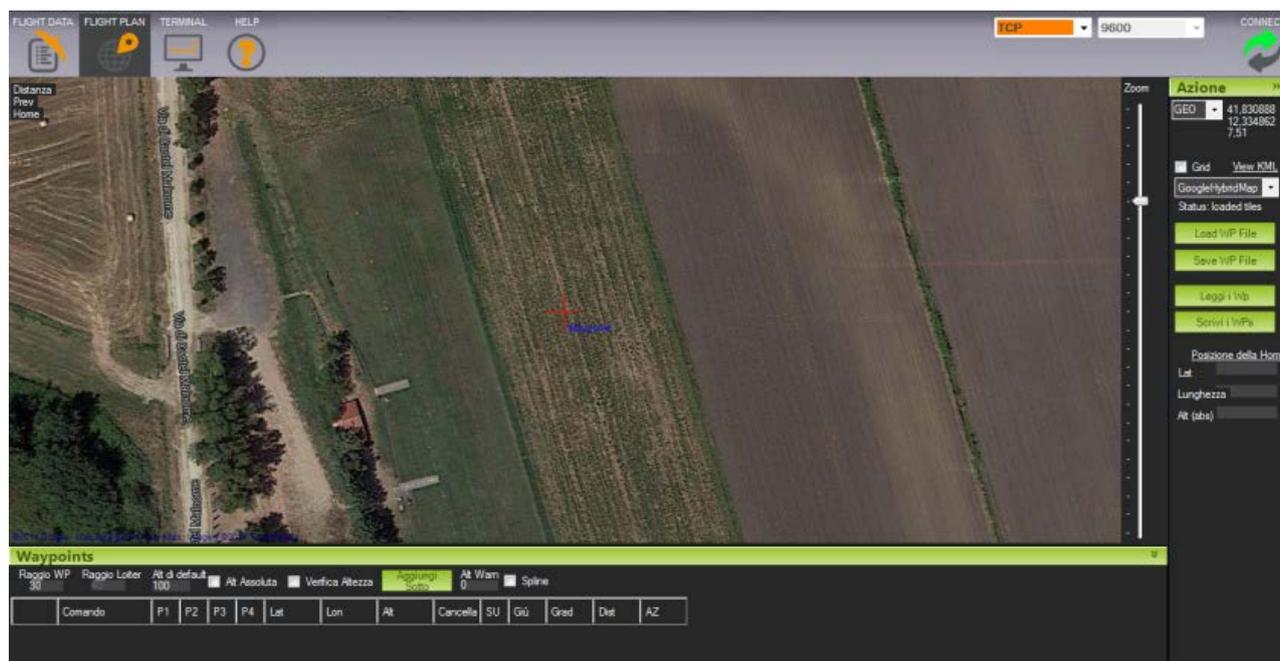
Parlare di quota di volo ha un senso specifico per tutte le operazioni effettuate con un sistema APR. Per tutto ciò che riguarda la normativa vigente in Italia, le quote di riferimento da tenere a mente, sono i 70 m e i 150 m rispetto al piano medio di campagna. Il limite dei 70 m (volume V70) è quello imposto da ENAC per operazioni specializzate non critiche, mentre la quota di 150 m (volume V150) è il limite massimo per operazioni specializzate critiche, oltre il quale si impatta nella normativa di navigazione aerea di cui gli operatori dei sistemi APR, in attesa della regolamentazione europea di riferimento, devono tenere presente.

Infine la quota di volo diventa importante in funzione delle risoluzioni a terra che i vari sensori possono darci.

Nel seguito di questo manuale, si parlerà soprattutto di riprese aeree finalizzate ai rilievi fotogrammetrici. Pertanto le altre applicazioni vanno adattate a questo schema generale, ovvero la mappatura geospaziale secondo linee di volo, con o senza copertura stereoscopica dell'area di rilievo.

11.2. FLIGHT PLAN

La sezione del software *Flytop Manager* che riguarda la pianificazione è chiamata **Flight Plan**.



Schermata del Flight Plan su Flytop Manager

Il tracciato della missione di volo può essere progettato in modalità manuale o in modalità automatica, se il nostro progetto prevede delle semplici linee di volo per la documentazione fotografica o video, basta generare i waypoints che individuano la rotta che individua il nostro progetto di ripresa video o di immagini. Per aprire la sessione di **registrazione della rotta**, si accede puntando il mouse sulla mappa e con il click di sinistra si genera la sequenza di waypoint del nostro progetto.



Quando si è sul luogo dell'operazione, verificare sempre quanto già pianificato controllando ostacoli, quote di riferimento ed avendo l'accortezza di decollare da un piano più alto per avere sempre la visibilità dell'APR.

11.3. LINEE DI VOLO AUTOMATICHE

Il progetto condotto a scopi di documentazione e rilievo del territorio, attraverso la formazione di modelli digitali con fotogrammetria digitale di tipo IS o tradizionale, può essere generato in maniera interattiva. Le fasi generali di pianificazione automatica vengono comodamente svolte con il mouse del computer e coincidono con quanto segue:

A. Scelta del **sito** da rilevare e/o da volare in termini di “*poligono regolare di contenimento del sito*”. Si disegna innanzitutto il poligono che definisce l’area del nostro progetto. Spingendo il tasto destro del mouse sullo schermo dove precedentemente è stata scelta la mappa, selezionare “Disegna poligono” e nel sotto menù scegliere “aggiungi un punto del poligono”. È possibile, una volta definito il poligono, salvarlo in formato .poly dal menù “Disegna poligono”.

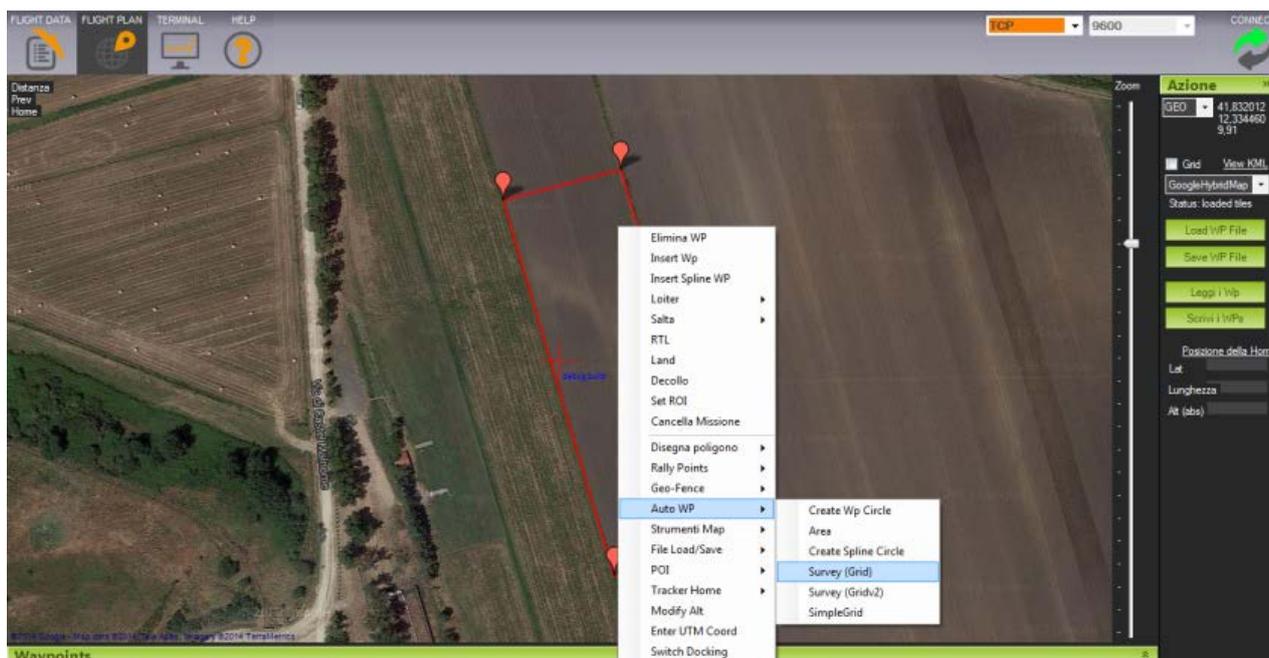
È possibile in qualsiasi momento selezionare il punto inserito (WP) e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, spostarlo in una nuova posizione. Se si vuole eliminare un punto (WP), basta fare click con il pulsante destro e dal menù scegliere “Elimina WP”.



Se si è sicuri della zona da rilevare è necessario pianificare la missione e per fare ciò:

- In caso di missione NON progettata in loco, nella schermata trascinare il WP “Home” nella posizione in cui si pensa sarò il punto di decollo del mezzo;
- In caso di missione progettata in loco ed il PC sia connesso all’APR, sulla barra laterale destra selezionare “Posizione della Home” e verrà messa nel punto in cui si trova l’APR in quel momento.

B. Generazione dei **waypoint** della missione di volo. Una volta definito il poligono di progetto, con il click di destra si accede al menu “Auto WP” e da questo si seleziona la voce “survey grid”, come mostrato nelle figure sotto:



In questa fase sarà necessario scegliere in ordine, la camera (associata al mezzo in uso: FlyGeo 16 MPX, FlyGeo 24 MPX, FlyNovex, FlySmart o nome scelto dall'operatore), la quota di volo e l'orientamento delle linee di volo. Dopo la scelta di questi parametri, il grafico visualizzerà gli estremi delle linee di volo, mentre in basso a sinistra si trovano tutti i parametri significativi del volo come:

- Area rilevata in mq
- N° di immagini
- Lunghezza totale del volo
- N° di strisciate
- Distanza tra le immagini
- Copertura a terra con un fotogramma (footprint)
- Risoluzione a terra
- Distanza tra le linee di volo

Quando si sceglie la **quota di volo "Altitude"**, ricordarsi che questa è relativa e riferita al punto di decollo dell'APR (per esempio se il punto di decollo è ad una quota assoluta di 50 m e l'altitudine impostata è di 100 m, l'APR volerà ad una quota assoluta sul livello del mare di 150 m).



Verificare bene la presenza di grandi dislivelli nelle zone interessate dal rilievo e considerarli quando si decide la quota di volo rispetto al punto di decollo



La **velocità di volo “Flying speed [m/s] (est)”** deve essere impostata a 5 m/s e nella stessa schermata bisogna attivare i check “Camera top facing forward” e “Add takeoff and land WP’s”.



Verificare nella finestra in basso i parametri di volo ed in particolare il “Flight Time” e le dimensioni di pixel a terra. In particolare la durata della missione è importante perché potrebbe essere necessario programmare diverse missioni nel caso la zona di lavoro sia ampia. Inoltre da prove sperimentali è emersa una influenza dell’altitudine sulla durata delle batterie: fino a 500 m.s.l.m. l’influenza è nulla, oltre questa quota si perde mediamente 1 minuto ogni 250 m.

Per una migliore visualizzazione del percorso seguito dall’APR, è consigliabile levare la spunta “Boundary”

L’**angolo di esecuzione delle strisciate “Angle [deg]”** è deciso automaticamente dal software per ottenere il percorso migliore in termini di tempo di volo in assenza di vento. Nel caso contrario è possibile impostare un angolo a favore di vento o che faccia fare meno percorso possibile per la missione.

Spuntando la voce “Advanced Options” è possibile accedere al sotto menù “Grid Options” in cui si imposta lo start point scegliendo il punto più vicino alla base di partenza della missione e facendo sì che l’APR percorra un tratto di ritorno il più breve possibile. Nello stesso menù bisogna impostare la sovrapposizione “Overlap [%]” tra i fotogrammi della stessa strisciata a 80% e “Sidelap [%]” tra le strisciate a 65%.

Al termine dell'operazione, una volta che il piano di volo corrisponde alle aspettative, basta cliccare sul tasto *Accept* in verde, subito sotto i parametri della camera nella schermata di destra.



C. Inserimento dei **“comandi di volo”** (records) in corrispondenza dei waypoint. Aprendo il menù in basso a destra (doppia freccia verso l'alto) si apre la lista di tutti i waypoint creati e che è possibile modificare (impostare il raggio dei WP a 5). Per esempio è possibile modificare la quota: quando si compie questa operazione bisogna sempre verificare il tempo di volo (escluso il decollo e l'atterraggio).

Gestione della missione

Dopo la generazione del piano di volo, il progetto di volo è consolidato ed è consigliabile salvarlo come elenco di waypoints accedendo con il click di destra al menu File Load/Save. A questo punto il progetto è salvato e può iniziare la fase di adattamento del piano di volo alle condizioni di decollo e atterraggio del sistema APR, compresi le funzioni di attivazione e controllo del sensore, ovvero camere fotografiche e altri sistemi.

Editing della missione e pronti al volo

Dopo il salvataggio della prima versione del piano di volo, è possibile controllare ed editare il piano di volo finale. L'editing riguarda l'elenco dei waypoints, entrando nell'area di editing inferiore tramite il comando a tendina (mouse di sinistra sul fondo in basso della mappa).

La regola generale da tenere presente per l'editing del piano di volo è la seguente:

- **Aggiungere**, la dove non vi fosse, il primo record con il comando di “TAKE OFF” con i parametri di rito in funzione del tipo di APR con cui si opera.
- **Inserire un record** con il comando di “DOS_SET_CAM_TRIGG_DIST”, o altro comando di attivazione di altri sensori o con altre modalità. A seguire un waypoint prossimo al punto di inizio della prima linea di volo. (in totale si aggiungono 2 record del piano di volo tabellare). Per fare ciò premere il pulsante destro del mouse sullo schermo, selezionare “Insert WP”, confermare ed inserirlo dopo il WP1, trascinare il nuovo punto allineandolo al primo punto di inizio della missione poco all'esterno del primo tratto di volo ed inserire la quota di volo nella colonna “Alt”. In questo modo la fotocamera inizia a scattare dal punto inserito e non scatti le foto dal decollo fino al raggiungimento del punto stesso. Aggiungere altresì il comando di disabilitazione del sensore al termine dell'ultima linea di volo, oppure tra una missione e l'altra nel caso di un piano di volo multimissione.
- Se è presente una riga con il comando “LAND”, questa deve essere **eliminata** cliccando sulla X presente nella stessa riga, per evitare il ritorno al punto di partenza.
- **Aggiungere** un comando di atterraggio del modello, inserendo alla fine delle linee di volo il comando “RETURN TO LAUNCH” che in sostanza fa rientrare ed atterrare l'APR sul punto di decollo, spegnendo altresì i motori. Nella scelta dei waypoint è consigliabile posizionare il punto finale della missione il più vicino possibile al punto di atterraggio della missione.

Comando	Dist (m)	Alt (m)	SU	GU	Grad	Dist	AZ
1 TAKEOFF	20	0	X		0	0	0
2 DOS_SET_CA...	26	0	X		0	0	0
3 WAYPOINT	0	41.8309148	X		85,6	116,8	144
4 WAYPOINT	0	41.832053	X		0,0	269,3	341
5 WAYPOINT	0	41.8324323	X		0,0	104,7	145
6 WAYPOINT	0	41.8301323	X		0,0	270,5	161



Quando si aggiungono nuovi waypoint ricordarsi sempre di verificare che la quota sia conforme alla missione che si è in procinto di svolgere, onde evitare spiacevoli inconvenienti ed incidenti.

Dopo l'editing del piano di volo tabellare, siete pronti alle verifiche, ovvero:

- **Save waypoint** (menu click di destra)
- **Cancellazione del progetto** (menu click di destra)
- **Load del progetto e verifica** della posizione dei waypoint di decollo e atterraggio. (menu click di destra).

Verificare soprattutto le quote delle sequenze di atterraggio, e i comandi di gestione del sensore e del motore, oppure del paracadute se presente o di altri comandi in funzione delle modalità di atterraggio prescelto.



Archiviare i dati in maniera strutturata, è la prima regola nel gestire i voli dell'APR. La cartella di progetto deve contenere sub directory con i file di progetto, ovvero i waypoint di rotta e comandi, il poligono dell'area e la cattura di schermo della selezione camera e dei parametri caratteristici del volo.

- Controllo a vista della "missione di volo tabellare".
- Upload della missione di volo sul modello e verifica in download dal modello della stessa.

11.4. GEO-FENCING

Flytop Manager permette di impostare uno spazio di sicurezza entro il quale si vuole far volare l'APR, questo spazio tridimensionale viene assegnato dall'operatore che ne imposta, attraverso la schermata Flight Plan, i limiti geografici (poligono di base) e i limiti di quota massima e minima. La funzione Fencing è attivabile attraverso uno switch della trasmittente, in questa situazione se l'APR si porta al di fuori dell'area di sicurezza, viene attivata la modalità di volo automatica che riporta il mezzo su un predefinito punto di ritorno all'interno dell'area, che viene sempre impostato dall'operatore.

Impostazione del geo-fencing

- Sulla schermata Flight Plan cliccare con il tasto destro del mouse su un punto della mappa stabilito per il ritorno e scegli "Geo-fence" e scegliere "Setta il posto di ritorno". Il punto dovrebbe essere ben visibile da terra e all'incirca nel centro dell'area di volo.
- Clicca con il tasto destro del mouse sulla mappa, scegli "Disegna poligono" e "Aggiungi un punto del poligono". In questo modo si delimita un'area di sicurezza attorno al punto di ritorno.



- Una volta disegnato il poligono, scegli “Geo-fence” e “Upload” per caricare l’area sul Flight controller, il software chiederà automaticamente di impostare anche le altezze massima e minima (in metri).
- È possibile salvare l’area di sicurezza su un file in modo da poterla ricaricare in futuro.

12. TERMINATORE DI VOLO

Il sistema FlyBit è provvisto di terminazione del volo, tramite congegno appositamente progettato da FlyTop, che prevede l'interruzione immediata dell'alimentazione in caso di perdita del controllo del sistema FlyBit.

Il sistema di terminazione è composto da un apparato di bordo ed un apparato di terra, questi comunicano tra loro con una frequenza di 433 Mhz crittografata con codice.

Entrambe i sistemi sono dotati di un led di stato che indica in quale modalità si trova il sistema:

- **VERDE:** dispositivo in modalità "ATTIVA" (correttamente funzionante e pronto per l'utilizzo)
- **VERDE LAMPEGGIANTE:** dispositivo in modalità "BATTERIA SCARICA" (correttamente funzionante con carica della batteria inferiore al 20%)
- **ROSSO:** dispositivo in modalità "TERMINATO" (interruzione di energia al mezzo)

Il sistema così concepito è dissimile ed indipendente da quello di controllo del FlyBit.

È dissimile in quanto ha una comunicazione radio a 433 MHz mentre il radiocomando di controllo dell'APR è a 2.4 GHz e il data link è a 868 MHz.

È indipendente in quanto il sistema ha una propria alimentazione separata da quella primaria dell'APR.

Per attivare la terminazione del volo, il pilota deve sollevare la lunetta di guardiola posta sul telecomando di emergenza e con il pollice attivare l'interruttore. Tale azione interrompe completamente il passaggio di energia elettrica dalle batterie verso l'APR e abilita contemporaneamente l'apertura del paracadute di emergenza (se previsto).



Questo sistema deve essere verificato prima dell'inizio di ogni attività in scenari misti

12.1. CORRETTO FUNZIONAMENTO

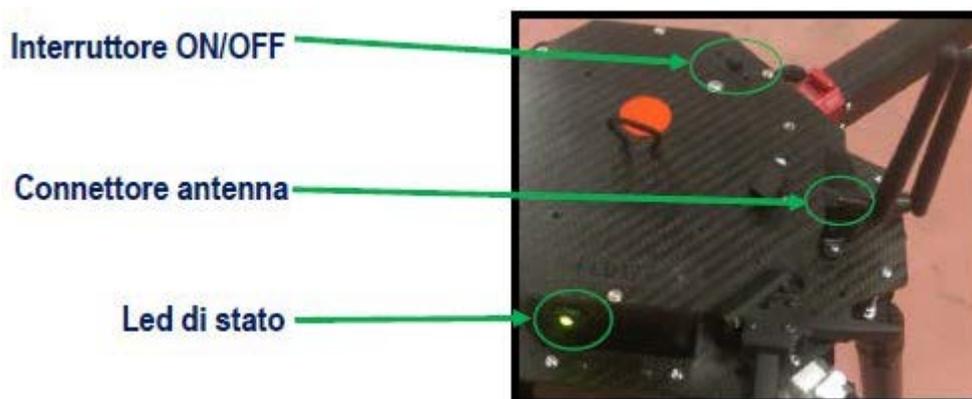
Per far funzionare il terminatore di volo in maniera corretta è necessario seguire i seguenti passaggi:

1. Accendere il trasmettitore tramite l'interruttore posto sulla parte inferiore del dispositivo



Vista inferiore trasmettitore

2. Collegare la batteria in dotazione tramite l'apposito spinotto rosso posto nella parte centrale del mezzo ed accendere il ricevitore tramite l'interruttore posto sulla parte anteriore del sistema



Vista inferiore trasmettitore



Collegamento della batteria al ricevitore

3. Controllare lo stato delle batterie prima dell'utilizzo del sistema
4. In caso di emergenza alzare la gabbietta di sicurezza rossa posta sulla parte superiore del trasmettitore ed azionare l'interruttore (vedi immagine pagina successiva "Vista laterale e superiore del trasmettitore")
5. Una volta che il sistema è in modalità "TERMINATO", spegnere e accendere di nuovo il trasmettitore ed il ricevitore tramite gli appositi interruttori con la sequenza descritta al punto 1 e 2 per riportarlo in modalità "ATTIVO"



Per ragioni di sicurezza, il ricevitore va riportato nella modalità "ATTIVO" dopo aver scollegato manualmente le batterie dal mezzo (scollegare le batterie, spegnere e riaccendere il ricevitore, ricollegare le batterie al mezzo)



Vista laterale e superiore del trasmettitore



Scollegare le batterie del ricevitore quando il mezzo non è in funzione

12.2. RICARICA DELLE BATTERIE

- Il trasmettitore è dotato di una batteria 2s (7,4 V) da 0,5 A
- Il ricevitore è dotato di una batteria 3s (11,1 V) da 0,5 A

Per effettuare la ricarica, collegare il trasmettitore e la batteria del ricevitore al caricabatteria utilizzando gli appositi connettori e facendo attenzione ad impostare i parametri suddetti.



Batteria sistema di terra (a sinistra) e batteria sistema di bordo (a destra)

13. PREPARAZIONE DELLA MISSIONE CON FLYBIT

Prima di iniziare ogni missione è necessario effettuare uno studio preventivo sulla realizzabilità della stessa e sulle modalità della sua esecuzione.

Particolare attenzione deve essere dedicata allo studio dell'area delle operazioni per valutare la possibilità dell'esecuzione nel rispetto della normativa e delle autorizzazioni dell'operatore.

Il pilota è il responsabile dell'uso del mezzo ed eventuali assistenti ed operatori debbono sempre operare in coordinamento col pilota.



Per operazioni in scenari misti, oltre che rispettare i ridotti limiti del vento, è necessario, dopo aver determinato dal Manuale delle Operazioni l'area di buffer, verificare la possibilità di creare barriere per evitare il suo accesso a persone estranee alle operazioni e prevedere un servizio di sorveglianza durante la missione.

13.1. PREPARAZIONE DEL VOLO

- Verifica documentazione missione
- Equipaggiamento pilota ed assistente (Gilet alta visibilità, occhiali protettivi, visiera, estintore a CO₂)
- Verifica attività solare per impiego GPS
- Verifica area
- Verifica condizioni meteorologiche
- Estrarre l'APR dalla custodia facendo attenzione a non urtare eliche e altre estremità
- Dispiegare i bracci dell'APR e fissarli nelle sedi opportune, facendo attenzione che siano fissati correttamente.
- Alzare l'asta che sorregge il GPS
- Verificare il corretto serraggio del sensore al supporto e di questo nella sede dedicata; alimentare il sensore.
- Verificare la disponibilità degli accumulatori richiesti e la loro tensione (si rammenta che al raggiungimento della soglia di sicurezza di 21,5 V il mezzo è programmato per tornare al punto di partenza).
- Inserire le batterie nei vani dedicati, assicurarle in maniera salda alla struttura attraverso le fascette di sicurezza. **NON COLLEGARE L'ALIMENTAZIONE.**



Utilizzare gli stretch e le fascette per fissare la batteria all'interno della fusoliera dell'APR, in modo da evitare che eventuali spostamenti causino variazioni di centraggio sul velivolo con conseguenti problemi di assetto durante il volo.

- Verificare il fissaggio corretto, anche per il verso di rotazione, e le condizioni delle eliche che non devono presentare cricche, tagli o perforazioni per quanto piccole siano.
- Verificare le condizioni ed il corretto fissaggio delle eliche, delle antenne e di tutti i componenti.
- Verificare il corretto fissaggio del sensore installato.
- Sollevare l'APR attraverso i bracci laterali e verificare il centraggio (per l'eventuale correzione del centraggio modificare leggermente la posizione delle batterie mandandole a battuta negli appositi sostegni). Il centraggio è corretto se l'inclinazione del mezzo non supera i 15°.
- Utilizzare le fascette per fissare definitivamente le batterie, in modo da evitare che eventuali spostamenti causino variazioni di centraggio.
- Accendere il radiocomando, accertandosi che gli interruttori siano rivolti verso il basso (verso i piedi) e la manetta sia allo "zero", verificare lo stato della batteria.
- Calibrazione sensori, importante ai fini di garantire il corretto comportamento in volo del FlyBit.

È fondamentale che il mezzo sia fermo fino a quando i giroscopi siano stabilizzati: questa operazione richiede circa 5 secondi.

Sul retro del coperchio di chiusura dell'elettronica di bordo (lato connettori batterie) sono installati quattro led, rosso, giallo, verde e blu che indicano i vari stati di calibrazione dei sistemi.

In particolare durante la fase di **COLLEGAMENTO DELLE BATTERIE (APR DISARMATO)** si ha::

- *Led rosso fisso*: si ha un ERRORE CRITICO per cui bisogna disattivare tutto il sistema subito;
- *Led giallo fisso*: quando si accende indica che un sensore ha un errore (a terra) o è in modalità Fail Safe (in Volo);
- *Led verde fisso*: il sistema è armato ed il GPS ha effettuato il fix;
- *Led verde lampeggiante*: il sistema è disarmato ed il GPS ha effettuato il fix;
- *Led blu fisso*: il sistema è armato ed il GPS non ha effettuato il fix;
- *Led blu lampeggiante*: il sistema è disarmato ed il GPS non ha effettuato il fix;
- *Led rosso lampeggiante*: l'APR non è armato
- *Led rosso fisso*: l'APR è armato



*Durante la **calibrazione** lampeggiano velocemente il led blu ed il ledi rosso. È importante non toccare il mezzo finché la calibrazione arriva a conclusione.*

- La **calibrazione dei sensori** di volo è importante ai fini di garantire il corretto comportamento in volo del FlyBit. Con l'alimentazione dell'APR un LED posto sulla parte verticale del coperchio di chiusura dell'elettronica di bordo, si accende ed è

fondamentale che il mezzo sia fermo fino a quando i giroscopi siano stabilizzati: questa operazione richiede circa 5 secondi ed è completata quando il led diventa di colore verde. Analogamente è fondamentale l'acquisizione dei dati da parte del GPS ed il completamento dell'operazione è confermato dalla luce blu fissa: questa operazione richiede da 3 a 30 secondi e dipende dal tempo trascorso dall'ultimo utilizzo dei segnali GPS. Il valore della declinazione magnetica è calcolato automaticamente dopo l'acquisizione della posizione; in caso di dubbio è possibile ricavare il valore da una carta aeronautica o da siti specializzati. Nel caso in cui il led non mostri il colore Verde (nel caso di missione senza GPS) o blu nel caso di navigazione GPS, non decollare e contattare il laboratorio di FlyTop. È possibile vedere lo stato dell'APR osservando la Ground Control station in cui sono visibili tutti i parametri dei sensori di bordo.

- Accendere la Ground Station e controllare la **carica disponibile**: un suo spegnimento durante il volo farebbe perdere i dati di telemetria che permettono la gestione della missione. Avviare FlyTop Manager, collegare il modulo telemetria alla porta USB ed orientare l'antenna verticalmente per la migliore connessione. Selezionare la porta seriale (COM) utilizzata dal modulo di telemetria, impostare la velocità di trasmissione dati (Baud) a 57600 se la connessione è via radio oppure 115200 se via cavo (è consigliabile utilizzare questa seconda modalità perché non si va ad intaccare la carica delle batterie).
- Verificare il corretto funzionamento del **magnetometro** per evitare eventuali interferenze controllando che la retta rossa coincida con la prua del drone. Verificare la missione da effettuare ed eventualmente integrarla opportunamente, verificando con attenzione la programmazione del decollo e dell'atterraggio se pianificati in modalità automatica.
- Verificare l'**operatività** del sensore installato ed **attivarlo**. Se è installata la camera Sony A6000, quando si accende fare attenzione che sul display il tempo di otturazione sia 1/200 (selezionabile con la rotella sulla parte superiore destra del corpo macchina)
- Sul radiocomando impostare la manetta al minimo, accendere, controllare i messaggi di avviso sul display, posizionare tutti gli switch verso il basso (piedi del pilota), verificare lo stato della batteria, controllare che sul display sia selezionato il modello corretto dell'APR, verificare la posizione dei trim.

13.2. PRE-VOLO

GROUNDSTATION

- Laptop acceso, controllare la carica della batteria disponibile



Se il laptop si spegnesse durante il volo dell'APR andrebbe inevitabilmente perso il link di telemetria che permette un riscontro in tempo reale sull'andamento della missione.

- Avviare FlyTop Manager
- Collegare il modulo telemetria alla porta USB, orientare l'antenna verticalmente per avere un segnale più affidabile
- Su FlyTop Manager: selezionare l'esatta porta seriale (COM) utilizzata dal modulo di telemetria, impostare la velocità di trasmissione dati (Baud) a 57600 se la connessione è via radio oppure 115200 se via cavo (è consigliabile utilizzare questa seconda modalità perché non si va ad intaccare la carica delle batterie)
- Puntando la prua dell'APR verso il monitor, è possibile verificare la rispondenza del mezzo alle manovre di rollio, cabrata/picchiata. Inoltre mettendo a terra l'APR su terreno livellato, è possibile controllare sull'HUD la correttezza dell'assetto del mezzo
- Procedere alla configurazione del Flight Plan (scelta della cartografia, impostazione della home nel sito d'interesse, waypoints, quote, ecc..), se è previsto il recupero mediante paracadute balistico impostare la quota del waypoint finale ad un valore superiore ai 25 m.



Prima di pianificare una nuova missione è consigliabile cancellare i file log delle missioni precedenti dalla memoria SD. Dalla sezione "Flight Data", accedere al comando "download data flash log" e cancellare i vecchi file in memoria.

CONTROLLI SUL VELIVOLO

- Struttura: verificare che il telaio e i bracci siano in condizioni idonee al volo ed opportunamente serrati
- Eliche: installate e bloccate in maniera adeguata, condizioni, verso corretto
- Motori: verificare che ogni motore ed ogni supporto sia in posizione ortogonale alla piastra madre dell'APR
- Batterie: NON COLLEGARE L'ALIMENTAZIONE, installate e bloccate con le apposite fascette, condizioni esterne, verificare la tensione con il tester ($> 21,5$ V)
- Antenna di telemetria: bloccata e orientata verticalmente
- Fotocamera: condizioni, collegamenti (spinotto per aerofotogrammetria, ripresa video o altra attività), tempo di otturazione 1/200, posizione corretta sul Gimbal
- Gimbal: bloccato nella posizione desiderata, controllo viti frontali, connessione cavo corretto

13.3. PRE-LANCIO

TRASMITTENTE

- Impostare manetta al minimo, accendere, controllare i messaggi di avviso sul display, posizionare tutti gli switch verso il basso (verso il lato opposto

all'operatore), verificare lo stato della batteria, controllare che sul display sia selezionato il modello corretto dell'APR, verificare la posizione dei trim.



Quando si accende la radio e si connette all'APR posizionarsi ad una distanza non inferiore a 3 m per questioni di sicurezza (il sistema potrebbe andare in saturazione).

VELIVOLO

- Definire l'area di decollo e posizionare opportunamente il FlyBit



L'area di decollo deve essere libera da persone, animali od ostacoli che possano compromettere il lancio in sicurezza. Gli stessi principi valgono per l'atterraggio. Inoltre è opportuno scegliere un'area pianeggiante per evitare che il mezzo possa ribaltarsi in atterraggio.

- Accendere la fotocamera, controllare la carica della batteria, provare a fare delle foto per verificare che lo scatto da remoto funzioni correttamente
- Collegare la batteria, non muovere l'AV, aspettare il segnale di luce fissa verde sul Flight controller
- Accendere il Gimbal verificando che il led rosso sia acceso

GROUNDSTATION

- Connettere FlyTop Manager all'APR
- Prestare attenzione alla vicinanza di telefoni cellulari e/o fonti magnetiche, che possono influenzare la direzione del magnetometro
- Potenza del segnale di telemetria: >75%
- Voltaggio batteria: corretto (> 21,5 V)
- Risposta dell'orizzonte artificiale: corretta
- Velocità all'aria AS: verificare 0 (+/-3 in relazione al vento)
- Velocità al suolo GS: verificare 0
- Posizionare la prua del FlyBit verso un oggetto esistente e visibile nel sito e verificare che la linea rossa su FlyTop Manager sia effettivamente rivolta verso l'oggetto trapiantato.
- Impostare l'altezza della home a 0
- Altezza: corretta
- Stato del GPS: 3DFIX
- Controllare il Flight Plan e caricarlo sul Flight Controller mediante la funzione (Scrivi Waypoints)
- Verificare che il Flight Plan sia stato correttamente caricato sul Flight Controller (tasto destro su Flight Plan, Cancella Missione, Leggi Waypoints)



Al momento della connessione se il led posto sul retro del coperchio di chiusura dell'elettronica di bordo (lato connettori batterie) è già verde vuol dire che il fix del GPS è già stato fatto precedentemente in fase di pianificazione con l'APR collegato via cavo alla GCS.

TRASMITTENTE - VELIVOLO - GROUNDSTATION

- Selezionare sulla trasmittente la modalità di volo MANUALE
- Verificare su display: MANUALE
- Verificare i comandi manuali: escursioni libere e corrette
- Selezionare sulla trasmittente la modalità di volo GPS
- Verificare su display: GPS
- Armare il motore dell'APR utilizzando su Flytop Manager l'apposito tasto "Arma/Disarma" nella schermata principale
- È possibile armare l'APR attraverso il radiocomando senza ricorrere alla funzione su Flytop Manager. L'operazione si effettua solamente a terra mantenendo per cinque secondi il comando nelle seguenti posizioni: Stick di destra J3 tutto in basso e a destra. per disarmare, Stesso stick tutto in basso a sinistra.



APR ALIMENTATO: batterie collegate

APR ARMATO: motori in funzione (leva J3/J4 in basso a destra)

Prima di dare alimentazione all'APR accertarsi di aver acceso la radio

- Dopo aver verificato la selezione del modo MANUALE, verificare la corretta risposta dei comandi con movimenti lenti, incrementando la manetta fino a quando il mezzo si inclina nella direzione comandata facendo attenzione a non farlo ribaltare. Evitare il distacco dal terreno.
- Verificare sulla Ground station la correttezza dei dati di telemetria ed impostare l'altezza di riferimento per la quota.
- Verificare il corretto funzionamento del terminatore di volo e del paracadute (se installato) anche se l'operazione da svolgere è non critica. Inserire la batteria del terminatore nell'apposito alloggiamento, attaccare il paracadute collegando le 4 viti di fissaggio e la spinetta di connessione. Accendere il tasto ON/OFF sulla sommità della scatola avionica ed il tasto di accensione posto sul radiocomando del terminatore di volo, controllare l'accensione dei led di terminazione (come descritto al capitolo 12) e fare il test.



Quando si effettua il test con il paracadute correttamente installato, porre una mano sopra al coperchio del bicchiere che lo contiene in modo da poter avvertire lo scatto di apertura ma bloccando l'uscita del paracadute stesso.

13.4. DECOLLO

- Verificare che l'area di decollo sia sgombra da persone e da oggetti potenzialmente pericolosi
- Ricontrollare il corretto funzionamento dei comandi di volo
- Selezionare sulla trasmittente la modalità di volo MANUALE, GPS oppure AUTO
- Nel decollo manuale, effettuato il decollo, portarsi in hovering ad una quota intorno ai 10 m, verificando il corretto comportamento del mezzo prima di iniziare la missione.



Il decollo va effettuato posizionandosi sempre con le spalle al sole per evitare pericolosi abbagliamenti. Inoltre è opportuno indossare gilet ad alta visibilità, cappello ed occhiali da sole.

13.5. VOLO

- Effettuare la missione mantenendo sempre il controllo visivo del mezzo.
- In caso di missione automatica, tenersi sempre pronti a passare al controllo manuale mantenendo la manetta di comando in posizione centrale.
- Verificare con continuità l'autonomia residua e necessario avvalersi dell'aiuto di uno o più osservatori).
- Valutare con attenzione ogni situazione anomala.

13.6. ATTERRAGGIO

- Verificare che l'area di atterraggio sia idonea e libera
- Tenersi pronti a passare al controllo manuale in caso di missione automatica.



In modalità Fail-Safe se l'APR si trova ad una quota > 25 m, si porta prima a questa altezza e poi inizia una discesa graduale. Se l'APR è ad una quota < 25 m, prima sale per raggiungere l'altezza prestabilita per l'attivazione della modalità Fail-Safe e poi inizia la discesa. Il pilota ha solo la possibilità di cambiare la posizione alla prua senza avere la possibilità di modificare il gas.

- Dopo l'atterraggio abbassare completamente la leva del radiocomando e passare in modalità manuale e disarmare il mezzo posizionando la leva J3/J4 in basso a sinistra.
- Disconnettere le batterie dall'APR
- Spegnerne il radiocomando

- Scaricare i dati raccolti sulla Ground Station.
- Compilare il rapporto di volo e archiviare i dati di volo su supporto informatico



In atterraggio è consigliabile utilizzare la modalità GPS (effettuando una discesa verticale): dare gas (meno di metà manetta) in modo da eseguire una discesa “dolce” fino a toccare terra. Disarmare il mezzo come precedentemente descritto.

13.7. SCARICO LOGS

- Collegare l'APR al PC tramite il cavo USB
- Lanciare su PC il software FlyTop Manager e scegliere la porta “COM virtuale proposta dal pc” e baudrate 115200)
- Premere “CONNECT”
- Selezionare la cartella in basso a sinistra Data Flash Logs
- cliccare su Download DataFlash
- Dalla nuova schermata che appare cliccare “Scarica tutti i logs” (altrimenti scegliere dalla lista numerata quelli desiderati dal relativo check e cliccare “Scarica questi logs”
- Adesso nella stessa schermata apparirà la scritta “DUMP” e... bisogna attendere (questa operazione potrebbe durare molti minuti, la dimensione dei log potrebbe superare il Gbyte e la velocità di comunicazione della connessione con autopilota è solo quella impostata

13.8. DISASSEMBLAGGIO

- Rimuovere le batterie
- Disconnettere il sensore dal supporto.
- Ripiegare i bracci allentando gli appositi fermi.
- Ripiegare le pale delle eliche
- Riporre il mezzo nella cassa di trasporto facendo attenzione al corretto posizionamento delle eliche e di tutti gli accessori negli appositi compartimenti. Come riportato nelle figure alla pagina successiva, sul fondo della cassa trovano posto le batterie, il gimbal, la radio, il sensore (fotocamera), le antenne ed il tester per verificare il livello delle batterie.

Sopra questi si poggia il ripiano su cui incastra il FlyBit opportunamente ripiegato e bloccato, facendo attenzione alla posizione delle eliche perché, se messe in maniera non corretta, potrebbero urtare l'estremità laterali della cassa e scheggiarsi (diventando inutilizzabili).

14. RUOLI E RESPONSABILITA'

Pilota

- Imposta e gestisce tutte le fasi di una missione seguendo le procedure riportate sulla checklist.
- Mantiene l'APR sempre in vista.
- In caso di bisogno è in grado di pilotare l'APR in modalità manuale o GPS, inclusi il decollo e l'atterraggio.

Pilota o assistente pilota

- Assembla l'APR seguendo le procedure riportate sulla checklist
- Controlla lo stato di volo dell'APR su GCS
- Controlla lo stato della batteria dell'APR su GCS
- Controlla il progresso complessivo della missione su GCS
- Controlla lo stato della fotocamera
- Resta costantemente in contatto con il pilota e comunica situazioni impreviste

15. PROCEDURE D'EMERGENZA

1. Il Flight Controller è in grado di rilevare automaticamente tre situazioni di possibile emergenza:
 - **Batteria scarica** (vtaggio sotto il limite inferiore)



Al verificarsi di questo evento il Flight Controller riporta il mezzo al punto di lancio in modalità RTL per permettere al pilota di portarsi all'atterraggio in breve tempo

- **Perdita di segnale della trasmittente**
- **Perdite di segnale di telemetria**



Al verificarsi di uno di questi eventi, il Flight Controller prende il controllo mantenendo il mezzo in Loiter per qualche secondo; se in questo periodo il segnale perso non viene ripristinato, il mezzo viene riportato automaticamente sul punto di lancio in modalità RTL (Return To Launch), così da permettere all'utente, se possibile, il ripristino dei comandi.

2. In caso di **perdita del segnale GPS** il volo viene compromesso ed è necessario passare in modalità MANUAL o GPS e riportare il mezzo a terra.
3. In caso di **avaria motore**, passare in modalità MANUALE e riportare il mezzo a terra sul luogo previsto per l'atterraggio o, se questo risulta impossibile, individuare una zona adeguata al recupero del mezzo e sganciare il paracadute (se installato).

4. Nell'ipotesi di **impatto con volatile** si dovrà procedere ad un atterraggio immediato attivando il paracadute (se installato) in caso di difficoltà di controllo.
5. In caso di **malore del pilota**, attivare la modalità RTL (Return To Launch) in modo che il mezzo ritorni al punto di decollo (è consigliabile scegliere un'area di decollo che sia la più piana possibile e libera da eventuali ostacoli).
6. Per situazioni con pericolo d'**incendi** utilizzare subito l'estintore a CO2.

Ogni evento anomalo dovrà essere annotato e comunicato per le vie più veloci ad ENAC.

16. MANUTENZIONE

FlyBit è assemblato nel laboratorio tecnico della azienda FlyTop da parte di personale qualificato. Nel laboratorio sono disponibili tutte le parti di ricambio (componenti strutturali, motori, eliche, componenti elettronici), per la manutenzione periodica e straordinaria dell'APR contattare l'azienda FlyTop. Si consiglia un controllo della struttura esterna, dell'elica e della cavetteria ogni 5 ore di volo e una revisione generale del sistema ogni 30 ore di volo.

Revisione N°	Data	Ore di volo	Parti sostituite / Note

16.1. CONSERVAZIONE

Nei periodi di inutilizzo l'APR va stivato all'interno della propria valigia, lontano da fonti di calore, in modo che i componenti elettronici siano protetti dall'acqua e dalla polvere.

16.2. CURA E PULIZIA

La struttura in lega di carbonio ha una durata estremamente elevata, è resistente ad agenti chimici, non assorbe acqua ed è facile da pulire. Tuttavia bisogna assolutamente evitare di utilizzare acqua e saponi per pulire zone vicine a componenti elettronici.

16.3. PARACADUTE

Si raccomanda di rimuovere dall'alloggiamento il paracadute e di conservarlo aperto in luogo asciutto in caso di mancato utilizzo del mezzo superiore a 30 giorni.

Il corretto riposizionamento dovrà essere effettuato con attenzione facendo attenzione a mantenere parallele tutte le funi di sostegno durante il riposizionamento.

La suddetta procedura sarà rispettata dopo ogni apertura del paracadute.

ALLEGATO 1 – Flight Check List



FLIGHT CHECK LIST

Data del volo	ID operazione	Vento / Temp	APR	SPR	Cod. Check List
		/			
Equipaggio			Note:		
Pilota:		Firma:			
Assistente:		Firma:			
CONTROLLI PRELIMINARI					
Componenti e funzionalità					
<input type="checkbox"/> Sensore <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Laptop <input type="checkbox"/> On board SD Card – Clear <input type="checkbox"/> Motore/i (accensione/spengimento) <input type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> Batterie (carica 100%) <input type="checkbox"/> Check viti e cavi lenti		<input type="checkbox"/> Extra SD Card - Clear <input type="checkbox"/> RC Control <input type="checkbox"/> Tablet <input type="checkbox"/> On board Wi-Fi/2.4 GHz spento <input type="checkbox"/> Check telemetria <input type="checkbox"/> Check calibrazione sensori <input type="checkbox"/> Posizione Camera/sensore <input type="checkbox"/> Check eliche <input type="checkbox"/> Check antenne		<input type="checkbox"/> Bilanciamento APR <input type="checkbox"/> Paracadute <input type="checkbox"/> Flight Termination System <input type="checkbox"/> Cam. Gimbal Calibration <input type="checkbox"/> check zona di volo: meteo, ostacoli, topografia, restrizioni, frequenze (2.4 GHz e 5.8 GHz) <input type="checkbox"/> Cappello <input type="checkbox"/> Occhiali da sole <input type="checkbox"/> Gilet alta visibilità	
MISSIONE OPERATIVA					
Pre-volo					
<input type="checkbox"/> Batterie (carica 100%) <input type="checkbox"/> Check struttura <input type="checkbox"/> Check Motori <input type="checkbox"/> Check antenne telemetria <input type="checkbox"/> Laptop (accensione e carica) <input type="checkbox"/> Calibrazione sensori <input type="checkbox"/> Avvio software su GCS <input type="checkbox"/> Check Telemetry Menu		<input type="checkbox"/> Velocità del vento <input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Ostacoli / Pericoli <input type="checkbox"/> Limitazioni (vedi Manuale delle Operazioni) <input type="checkbox"/> RC Switches <input type="checkbox"/> Posizione Camera/sensore <input type="checkbox"/> Flight Termination System		<input type="checkbox"/> Paracadute <input type="checkbox"/> Sensore <input type="checkbox"/> On board Wi-Fi/2.4 GHz spento <input type="checkbox"/> Auto Check "No Errors" <input type="checkbox"/> Virtual Fence active <input type="checkbox"/> Cappello <input type="checkbox"/> Occhiali da sole <input type="checkbox"/> Gilet alta visibilità	
Durante il volo – NOTA: è consigliabile un doppio controllo da parte dell'assistente					
<input type="checkbox"/> Status Batterie <input type="checkbox"/> Status Tempo di volo <input type="checkbox"/> N° Satelliti		<input type="checkbox"/> Valori di telemetria <input type="checkbox"/> Linea della visuale <input type="checkbox"/> Funzionamento LED		<input type="checkbox"/> Flight Termination System <input type="checkbox"/> Virtual Fence active <input type="checkbox"/> Controllo velocità del vento	
Dopo il volo					
<input type="checkbox"/> Temp. Batt. (max 45°C) <input type="checkbox"/> Temp. Motore/i (max 70°C) <input type="checkbox"/> Disarmo APR <input type="checkbox"/> Spengimento camera <input type="checkbox"/> Rimozione Batterie Li-Po		<input type="checkbox"/> Spengimento RC <input type="checkbox"/> Spengimento Sensore <input type="checkbox"/> Scarico Log <input type="checkbox"/> Scarico immagini/dati		<input type="checkbox"/> Flight Termination System <input type="checkbox"/> 5 minuti raffreddamento motore tra ogni volo <input type="checkbox"/> Tempo di volo ≤10 min (operazioni critiche)	

ALLEGATO 2 – Scheda Configurazione SAPR



SCHEDA CONFIGURAZIONE SAPR

APR:

Produttore:

Serial Number:

Componenti configurazione	Produttore	Part Number	Serial Number	Tipo
Motore 1				N
Motore 2				N
Motore 3				N
Motore 4				N
Motore 5				N
Motore 6				N
Motore 7				N
Motore 8				N
Batteria 1				N
Batteria 2				N
Batteria 3				N
Batteria 4				N
Elica 1				N
Elica 2				N
Elica 3				N
Elica 4				N
Elica 5				N
Elica 6				N
Elica 7				N
Elica 8				N
Landing Gear				N
Telaio				N
Gimbal				N
Radiocomando				S
Sistema terminazione volo				S
Software				S
Sensore				N

Note: [S] Significativo, [N] Non Significativo

Appendice 2

Manuale delle operazioni

INGV-OV

**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E
VULCANOLOGIA**

SEZIONE DI NAPOLI – OSSERVATORIO VESUVIANO

Manuale delle Operazioni

Edizione 1 Revisione 0 del 16/05/2016

INGV-OV

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

Via Diocleziano, n° 328 – 80124 Napoli

Telefono: +39 081 6108341

*Pec: **aoo.napoli@pec.ingv.it***

www.ov.ingv.it

Sommario

1. INTRODUZIONE	- 4 -
2. LISTA DI DISTRIBUZIONE	- 4 -
3. AGGIORNAMENTI DEL MANUALE	- 4 -
3.1. Elenco delle Revisioni.....	- 5 -
3.2. Elenco delle Pagine Effettive	- 5 -
4. CONTENUTO	- 6 -
4.1. Abbreviazioni e Definizioni.....	- 6 -
4.2. Organizzazione dell'operatore	- 7 -
4.3. Flotta impiegata	- 9 -
4.4. Tipi di operazioni.....	- 9 -
4.4.1. <i>Attività di Aerofotogrammetria</i>	- 11 -
4.4.2. <i>Operazioni specializzate in corrispondenza di impianti industriali</i>	- 14 -
4.5. Controllo delle operazioni	- 15 -
4.6. Responsabilità	- 16 -
4.7. Manutenzione	- 17 -
4.7.1. <i>Scheda manutenzione multirottore</i>	- 17 -
4.8. Assicurazione	- 19 -
4.9. Sicurezza e limiti di impiego	- 19 -
4.10. Prevenzioni incidenti/inconvenienti.....	- 20 -
4.11. Composizione gruppo operativo	- 20 -
4.12. Qualificazioni operatori.....	- 20 -
4.13. Registrazione operazioni.....	- 20 -
5. PROCEDURE OPERATIVE	- 22 -

5.1. Principi fondamentali di condotta	- 22 -
5.2. Preparazione delle operazioni	- 23 -
5.3. Controlli durante le operazioni	- 24 -
5.4. Procedure normali di volo	- 26 -
5.5. Procedure d'emergenza	- 27 -
6. ADDESTRAMENTO	- 28 -
7. DOCUMENTAZIONE	- 28 -
ALLEGATO 1 – Elenco Piloti ed Osservatori	- 29 -
ALLEGATO 2 – Pilot Log Book	- 31 -
ALLEGATO 3 – Battery Management History Sheet	- 32 -
ALLEGATO 4 – Storage History Sheet	- 33 -
ALLEGATO 5 – Flight Check List	- 34 -
ALLEGATO 6 – Scheda Configurazione SAPR	- 35 -
ALLEGATO 7 – Segnalazione Inconveniente	- 36 -
ALLEGATO 8 – Quaderno Tecnico di Bordo (QTB)	- 38 -
ALLEGATO 9 – Flight Log History Sheet	- 39 -
ALLEGATO 10 – Impegno dell'Accountable Manager	- 40 -
ALLEGATO 11 – Our Policy for Safety	- 42 -

1. INTRODUZIONE

Questo Manuale delle Operazioni descrive l'organizzazione, la struttura operativa e le modalità di operazioni dell'Operatore INGV-OV (Osservatorio Vesuviano, Sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nell'impiego dei propri Sistemi a Pilotaggio Remoto.

È stato redatto in rispondenza al regolamento ENAC "Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto" – Edizione n°2 del 16 luglio 2015 ed Emendamento 1 del 21 dicembre 2015.

L'operatore si impegna ad effettuare tutte le operazioni in accordo a quanto qui descritto e nel rispetto delle Leggi, dei regolamenti e delle procedure adottate nello Stato dove si svolgeranno le operazioni.

2. LISTA DI DISTRIBUZIONE

Una copia del manuale operativo e le modifiche saranno inviate per posta o di persona, in forma scritta e/o in formato elettronico, a tutti i membri della lista di distribuzione di seguito riportata:

- ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile)
- Accountable Manager
- Safety Manager
- Piloti
- Osservatori

3. AGGIORNAMENTI DEL MANUALE

L'operatore si impegna a mantenere aggiornato il contenuto di questo Manuale mediante la pubblicazione di una nuova Edizione che assumerà in sequenza i numeri successivi allo 0 (zero) e che sarà consegnata all'ENAC prima della sua applicabilità.

L'edizione 1 (uno) – Revisione 0 di questo Manuale è stata redatta in data 16 maggio 2016.

4. CONTENUTO

4.1. *Abbreviazioni e Definizioni*

BLOS - Beyond Line of Sight

ENAC - Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

EVLOS - Extended Visual Line Of Sight

SAPR - Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto; aeromobile senza persone a bordo completo dei sistemi di controllo, del sensore e della Ground Control Station. Viene definito anche "drone".

V70 - Volume di spazio di 70 m (230 ft) di altezza massima dal terreno e di raggio di 200 m.

V150 - Volume di spazio di 150 m (500 ft) di altezza massima dal terreno e di raggio di 500 m

AREE CONGESTIONATE - Aree o agglomerati usati come zone residenziali, industriali, commerciali, sportive, e in generale aree dove si possono avere assembramenti, anche temporanei di persone.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE - Attività che prevedono l'effettuazione, con un SAPR di un servizio, quale ad esempio sorveglianza del territorio o di impianti, monitoraggio ambientale, impieghi agricoli, fotogrammetria, pubblicità, riprese aeree ecc..

OSSERVATORE SAPR - Persona designata dall'operatore che, anche attraverso l'osservazione visiva dell'aeromobile a pilotaggio remoto, può assistere il pilota nella condotta del volo.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE NON CRITICHE - Attività svolte per mezzo di un SAPR a titolo oneroso che non prevedono il sorvolo (anche in caso di malfunzionamenti) di:

- a) aree congestionate, assembramenti di persone, agglomerati urbani ed infrastrutture
- b) aree riservate ai fini della sicurezza dello Stato,
- c) linee e stazioni ferroviarie, autostrade, impianti industriali

Le operazioni si svolgono all'interno del volume V70 con le seguenti limitazioni:

- d) ad una distanza non inferiore a 150 m dalle aree congestionate e di 50 m da persone esterne alle operazioni,
- e) di giorno
- f) in spazi aerei non controllati
- g) al di fuori delle ATZ e dai sentieri di avvicinamento e decollo, ad una distanza non inferiore a 8 Km dal perimetro di un aeroporto.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE CRITICHE - Attività svolte per mezzo di un SAPR che non rispettino tutte le limitazioni previste per le operazioni non critiche.

OPERAZIONI SPECIALIZZATE CRITICHE IN SCENARI MISTI - Attività critiche autorizzate senza dimostrazione del soddisfacimento del livello di sicurezza richiesto.

PILOTA SAPR - Persona designata dall'operatore responsabile della condotta del volo.

4.2. Organizzazione dell'operatore

L'Operatore INGV-OV è dal 2001 la sezione di Napoli dell'INGV, Ente Pubblico di Ricerca costituito nel 1999. L'INGV nasce con l'obiettivo di raccogliere in un unico polo le principali realtà scientifiche nazionali nei settori della geofisica e della vulcanologia. La missione principale dell'INGV è il monitoraggio dei fenomeni geofisici nelle due componenti fluida e solida del pianeta. Inoltre, con il nuovo Statuto dell'INGV, pubblicato in Gazzetta Ufficiale (n.90 anno 152°) del 19/04/2011 all'art. 12 comma 1 si istituiscono "Strutture di Ricerca" come unità organizzative a carattere tematico (Vulcani, Terremoti e Ambiente).

L'INGV-OV svolge attività di ricerca e monitoraggio principalmente sui vulcani attivi dell'area Campana (Ischia, Vesuvio, Campi Flegrei) ma anche su altri vulcani attivi in Italia e nel mondo.

L'Operatore INGV-OV opera in stretto contatto con il Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) e ha legami privilegiati con il Dipartimento della Protezione Civile e con le altre autorità preposte alla gestione delle emergenze, sia a scala nazionale che a scala locale. Coopera inoltre con i Ministeri dell'Ambiente, della Pubblica Istruzione, della Difesa e degli Affari Esteri nel quadro di progetti strategici nazionali e internazionali.

La sede legale dell'INGV è sita in Roma alla via di Vigna Murata n°605.

La sede dell'INGV-OV è sita a Napoli, in via Diocleziano n°328.

Presidente dell'Ente è il Prof. Stefano Gresta.

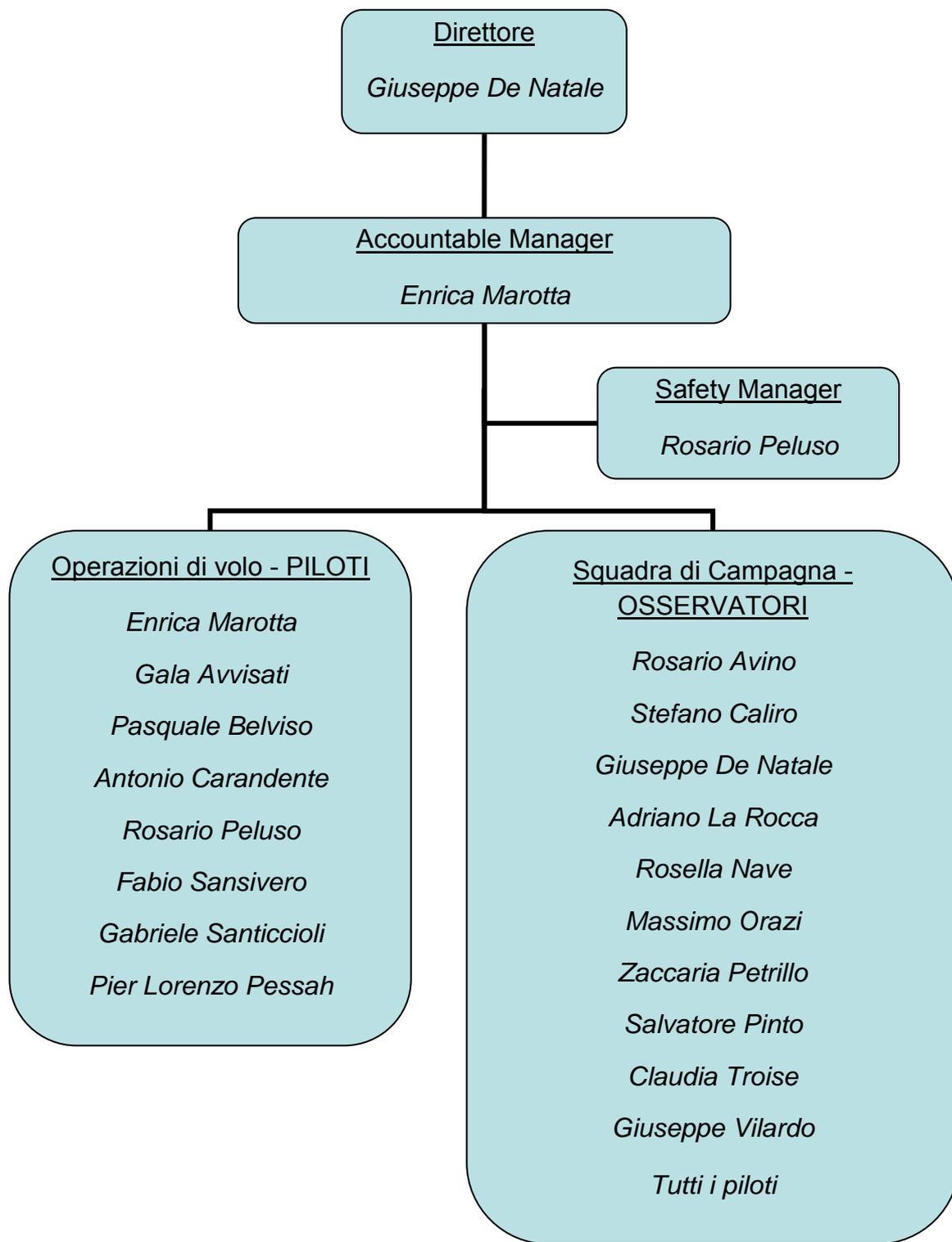
Direttore Generale dell'Ente è il Dr. Massimo Ghilardi.

Direttore della Sezione di Napoli è il Prof. Giuseppe De Natale

L'Operatore, nella Sede di Napoli in via Diocleziano n°328, opera i SAPR multirottore FlyBit FLB177 e FLB178. In tale sede sono centralizzate le attività di manutenzione e quelle organizzative relative a queste macchine, inoltre è conservata tutta la documentazione operativa su supporto informatico e cartaceo.

Tutti i piloti e gli osservatori (vedi Allegato 1) operano all'interno della società e questo consente una conoscenza approfondita dei mezzi oltre che la standardizzazione del modo di operare.

Di seguito l'organigramma legato alla gestione del presente manuale di volo, relativo ai due SAPR di pertinenza della sede dell'INGV-OV, OSSERVATORIO VESUVIANO, sita a Napoli in via Diocleziano n°328.



4.3. Flotta impiegata

È previsto l'impiego del seguente SAPR:

- **Multirotori** denominati **FlyBit** identificati dalle matricole FLB177 e FLB178 con camera Sony Alpha 6000 o termocamera FLIR SC655 e massa al decollo pari a 8,5 Kg.

Sull'aeromobile, sul radiocomando e sulla Ground Control Station sono apposte targhette che identificano il mezzo specifico con il numero di costruzione ed il nome della società.

In caso di bassa tensione degli accumulatori o di malfunzionamento del radiocomando il sistema entra in modalità Fail Safe ed automaticamente abilita il sistema Return to Launch che consente il rientro automatico nella posizione di decollo; nel caso invece di mancanza di segnale di telemetria fra il drone e la ground station il sistema A.P.R. continua l'attività di volo in corso.

Su tutti i mezzi è possibile attivare la funzione Geo Fencing che può contenere il volo dell'APR all'interno di uno spazio aereo predefinito di sicurezza e che inibisce comandi che lo portino all'esterno ed automaticamente riporta il mezzo su un punto predefinito.

Inoltre è possibile connettere i dati della telemetria ad un transponder aeronautico fisso per consentire il monitoraggio del mezzo da parte degli enti del traffico aereo ove necessario.

Il mezzo FlyNovex è dotato di un **paracadute e/o terminatore di volo** attivabile in caso di emergenza. Tale azione interrompe completamente il passaggio di energia elettrica dalle batterie verso l'APR.

4.4. Tipi di operazioni

Sono previste **attività di aerofotogrammetria termica e visibile per ricerca e monitoraggio vulcanologico e ambientale, acquisizioni di video e foto aeree.**

Le operazioni da svolgersi sono le **Operazioni specializzate critiche e non critiche** realizzate con aeromobili con massa inferiore a 25 kg fino ad un'altezza dal suolo non superiore a 150 m, in un raggio di 500 m dalla posizione del pilota (spazio V150)

Le operazioni non prevedono il sorvolo (anche in caso di malfunzionamenti) di aree congestionate, assembramenti di persone, agglomerati urbani e si svolgeranno ad una distanza non inferiore a 150 m dalle aree congestionate ed abitate e non inferiore a 50 m da persone estranee alle operazioni.

Le **operazioni in prossimità di linee ferroviarie, di autostrade e di impianti industriali** richiedono uno studio preliminare alla missione che consideri con attenzione i possibili effetti di forti turbolenze localizzate ed anche le potenziali sorgenti elettromagnetiche che

potrebbero disturbare sia il controllo manuale od automatico del mezzo, sia il data link per la trasmissione dei parametri di volo e degli impianti di bordo.

Per quanto riguarda le **operazioni in aree riservate** sarà impiegata la funzione Geo Fencing con inserimento delle coordinate del punto di rientro.

La funzione Geo Fencing sarà impiegata anche per le **operazioni svolte in prossimità degli aeroporti**; in quest'ultimo tipo di operazioni l'attivazione di una connessione con l'ente del Traffico Aereo consentirà una gestione integrata di situazioni anormali, meglio se supportato dall'impiego di un transponder aeronautico.

I mezzi FlyBit potranno anche essere impiegati in operazioni specializzate critiche in **scenari misti**.

Tali operazioni potranno svolgersi o limitando un volo entro un volume assegnato o mediante la definizione di una zona franca.

Per quanto riguarda il sistema di terminazione del volo si specifica che, oltre che il sistema Geo Fencing, è utilizzabile su un radiocomando dedicato, un interruttore protetto da guardiola che attraverso un proprio canale radio agisce sull'autopilota togliendo l'alimentazione ai motori e contemporaneamente comanda l'apertura del paracadute.

In accordo alla nota esplicativa n.2 dell'ENAC "CRITERI APPLICABILI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER OPERAZIONI SPECIALIZZATE CRITICHE IN SCENARI MISTI" – Edizione 17 del 17/12/2104, l'area di buffer per **APR multirottore**, incrementata del 20% è schematizzata nella seguente tabella:

<i>Altezza missione</i>	<i>Raggio area di buffer</i>
10 m	42 m
25 m	46 m
70 m	54 m
150 m	64 m

Nelle operazioni in scenari misti sarà impedito con protezioni fisiche l'accesso all'area delle operazioni, incluse le aree di protezione e quelle di buffer a persone estranee anche mediante una sorveglianza effettuata da assistenti anche appartenenti a ditte specializzate oppure a corpi di Stato..

Inoltre prima dell'inizio delle operazioni sarà verificato il corretto funzionamento del sistema dell'interruzione dell'alimentazione e la durata massima di ogni volo sarà limitata a 10 minuti.

Le operazioni potranno anche essere condotte in condizioni EVLOS a distanze superiori a quelle che consentono il controllo visivo del SAPR, limitatamente ad aree definite e segnalate utilizzando mezzi specifici alternativi, anche con l'impiego di osservatori, che

garantiscono la continuità sia del canale di comando del mezzo, sia del data link per la trasmissione dei parametri di volo con la continua presenza del pilota a monitoraggio e controllo delle operazioni e la possibilità di interrompere la missione in ogni momento in caso di malfunzionamenti.

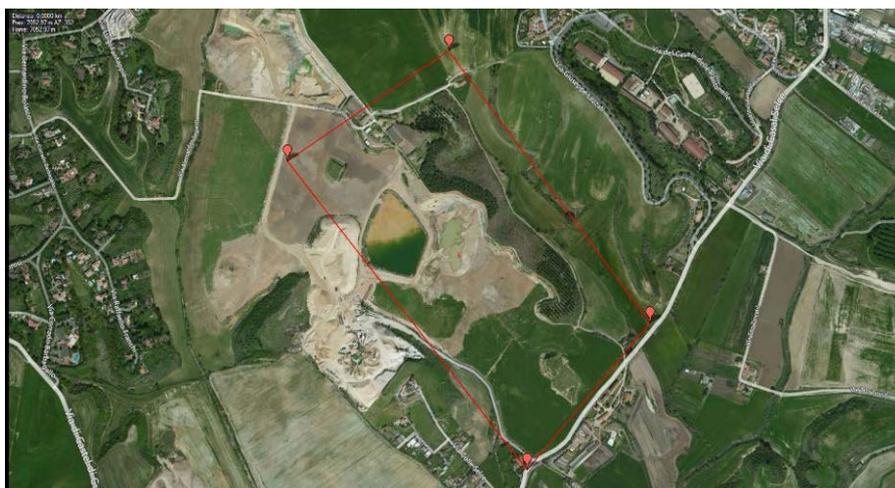
La garanzia della continuità dei collegamenti fra il mezzo e la Ground Station potrà essere garantito mediante ripetitori con antenne direzionali opportunamente disposti lungo il percorso della missione con possibilità di ripetizione del segnale a catena.

Questo tipo di operazioni richiederà uno studio tecnico di fattibilità ed una Valutazione del Rischio specifici per ogni caso, nonché un'autorizzazione specifica di ENAC.

4.4.1. Attività di Aerofotogrammetria

Le fasi di progettazione di una missione aerofotogrammetrica si suddividono in:

- Individuazione dell'area da rilevare



Le aree di interesse possono essere cave, terreni in generale, aree dove sono stati rinvenuti reperti archeologici, costoni rocciosi, rilievi di facciate all'interno di centri abitati, strade, ecc.

- Definizione e verifica dei parametri di missione (i Waypoint in cui l'APR andrà a scattarei fotogrammi, i parametri tra cui distanza tra le immagini, distanza tra le strisciate, dimensione in metri delle immagini, tempo di volo, distanza da percorrere, risoluzione pixel a terra ecc.)

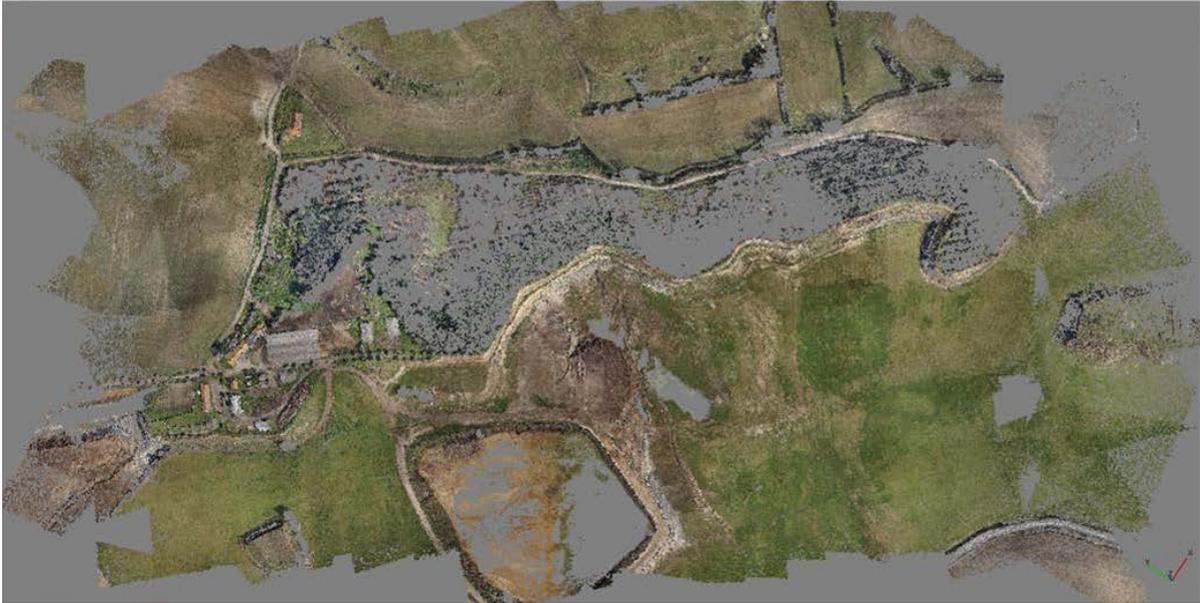


Stats					
Area:	790992 m ²	Pictures:	42	Flight Time (est):	12:44 Minutes
Distance:	7,95 km	No of Strips:	6	Photo every (est):	13,57 Seconds
Distance between images:	176 m	Footprint:	504 x 336 m		
Ground Resolution:	8,97 cm	Dist between lines:	117,6 m		

- Svolgimento missione secondo quanto pianificato;
- Scarico dati grezzi



- Post elaborazione dati grezzi (generazione nuvola dei punti)



- Generazione D.E.M. - D.S.M. - D.T.M. – ORTOFOTO



- Restituzione vettoriale CAD dei rilievi svolti

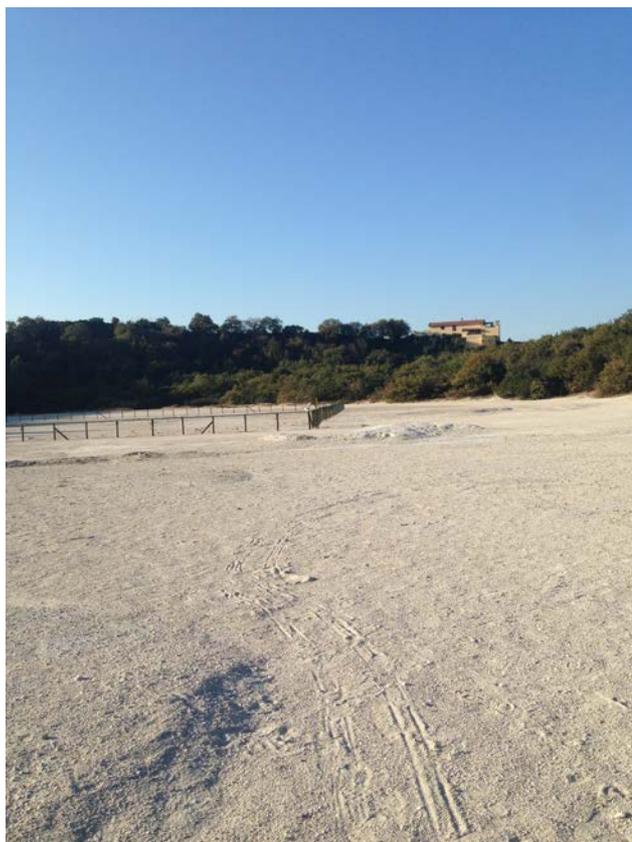
4.4.2. Operazioni specializzate in corrispondenza di impianti industriali

Sono previste attività di controllo in corrispondenza di parchi eolici e dighe di centrali idroelettriche.



4.4.3. attività di ricerca e monitoraggio vulcanologico (analisi termica e visibile)

Sono previste attività di ricerca e monitoraggio all'interno di zone vulcaniche, sia tramite indagini aerofotogrammetriche nel visibile sia tramite indagini termografiche.



4.5. Controllo delle operazioni

Tutte le operazioni sono pianificate **nell'ufficio sito in Napoli, Via Diocleziano al n°328**, dove è conservata la documentazione cartacea sull'attività svolta, mentre tutte le registrazioni dell'Autopilota sono conservate nella medesima sede su appositi server dedicati.

Il Direttore dell'Osservatorio Vesuviano, nella persona del Prof. Giuseppe De Natale, ha delegato con Decreto del Direttore n°111 del 06/11/2015 la Dott.ssa Enrica Marotta (da ora in poi "Delegato") per tutte le attività di controllo delle operazioni e per ricoprire il ruolo di Accountable Manager. I riferimenti della Dott.ssa Enrica Marotta sono:

- numero ufficio: 0816108341
- email: enrica.marotta@ingv.it

Tutti i documenti saranno conservati per i dodici (12) mesi successivi al completamento della missione.

Il Delegato potrà fornire ad ENAC tutte le informazioni operative.

La responsabilità specifica per la valutazione della possibilità di effettuare attività spetta al titolare che si avvarrà delle competenze dei piloti per l'organizzazione delle missioni.

Il Delegato dell'Ente che costituisce l'Operatore rimane il punto di riferimento per tutte le operazioni ed in qualunque momento può sospendere o limitare le operazioni stesse.

La Società normalmente non esegue né raccolta, né raccoglie informazioni di dati personali; qualora le operazioni potessero comportare il trattamento di dati personali saranno rispettate le normative vigenti e tale situazione sarà specificata nella documentazione relativa alla specifica attività.

4.6. Responsabilità

Accountable Manager è la Dott.ssa Enrica Marotta delegata con il sopracitato decreto dal Direttore dell'Osservatorio Vesuviano e Safety Manager è stato nominato il Dott. Rosario Peluso.

I piloti, eventualmente coadiuvati dagli osservatori, sono responsabili della corretta effettuazione delle operazioni dalla preparazione al completamento della missione affidata a loro.

Loro compito in particolare è la valutazione del sito delle operazioni, delle condizioni operative e meteorologiche presenti e dell'organizzazione delle operazioni.

Prima di ogni volo sarà loro specifica responsabilità verificare il rispetto del limite di carico applicabile al SAPR utilizzato e le modalità d'impiego in relazione alla durata richiesta dalle operazioni, la corretta predisposizione dei sistemi di controllo e di trasmissione dati sia per il SAPR, sia per l'eventuale coordinamento delle operazioni con gli eventuali osservatori ed altre strutture.

Tutti i piloti debbono operare con un'idoneità medica in corso di validità uguale o superiore alla seconda classe.

Il titolare della Società è responsabile per l'ottenimento ed il mantenimento delle autorizzazioni ENAC (ove richiesto) e dei permessi eventualmente richiesti da parte di privati oppure di strutture pubbliche per lo svolgimento di singole attività; tale documentazione sarà fornita al pilota responsabile delle operazioni.

Per operazioni particolari potranno prevedersi anche osservatori che avranno il compito di monitorare specifiche attività: essi opereranno sempre sotto il controllo e la supervisione del pilota responsabile.

I nominativi di tutti coloro che partecipano alla missione saranno preventivamente comunicati ad ENAC qualora richiesto.

È compito del pilota responsabile delle operazioni l'annotazione dell'attività svolta e la segnalazione di ogni eventuale incidente/inconveniente accaduto, mentre la responsabilità della trasmissione ad ENAC ricade sul titolare della società.

Le operazioni critiche potranno essere svolte solamente a seguito della ricezione in forma scritta dell'autorizzazione ENAC, alla quale dovrà essere consegnata preventivamente tutta la documentazione richiesta per la specifica autorizzazione.

4.7. Manutenzione

I SAPR sono stati assemblati nel laboratorio tecnico della Società FlyTop da parte di personale qualificato utilizzando sia parti componenti prodotte nel laboratorio stesso della società sia da ditte esterne.

Nel laboratorio sono disponibili tutte le parti di ricambio (parti strutturali, motori, eliche, particolari e componenti elettroniche) per la manutenzione periodica e straordinaria degli aeromobili utilizzati.

Ogni aeromobile ha installato un Autopilota che registra i parametri di volo (velocità orizzontale rispetto all'aria ed al terreno, velocità verticale, quota, modalità volo, posizione e distanza dal waypoint prossimo).

I dati di volo sono automaticamente archiviati all'interno di un file (log file) sulla Ground Control Station, mediante il software FlyTop Manager è possibile ricostruire successivamente l'intera missione sia con i parametri di volo, sia con la posizione geografica dell'intera missione.

Tale Software consente il monitoraggio di tutte le operazioni consentendo di verificare il corretto funzionamento dei sistemi di bordo e la corretta gestione del mezzo.

Tipicamente gli interventi di manutenzione vengono effettuati secondo criteri prestabiliti:

- Ore di volo del mezzo (50 ore);
- Ispezione semestrale;
- Nel caso di impegno specialistico occorrerà prevedere una cadenza ispettiva più ristretta per quei componenti o parti soggette a maggiore attività;
- Nel caso di componenti ed accessori, le cadenze correttive sono di norma quelle previste dai singoli costruttori dei componenti.

Il programma di manutenzione del mezzo comprende una serie di elementi da ispezionare, riportando lo scopo dell'ispezione, la ricerca di potenziali difetti ed il metodo ispettivo utilizzato se diverso da quello visivo.

Tutta l'attività del laboratorio, inclusa la manutenzione e le riparazioni, viene registrata su un archivio digitale ordinato per numero di costruzione dei mezzi.

È responsabilità dell'Accountable Manager mantenere il mezzo utilizzato ed il proprio archivio non accessibili a personale esterno non autorizzato anche al fine di garantire la Security della struttura, dei sistemi di Controllo e Navigazione e dei dati registrati.

4.7.1. Scheda manutenzione multirottore

Parte	Tipo ispezione	SI/NO	Tipo correzione	Firma
Viti struttura	Controllo stato e serraggio			

Bulloni elica	Controllo stato e serraggio			
Viti cappottature	Controllo stato e serraggio			
Struttura e rivestimenti	Danni, crinature, giochi, scollamenti, stato rivestimento			
Carrello principale	Danni, crinature, giochi, scollamenti, stato rivestimento			
Eliche	Danni, intaccature, rivestimento protettivo, gioco pale, cricche, serraggio mozzi			
Motore brushless	Allineamento, ossidazione contatti, verifica cuscinetti, funzionamento			
Gimbal	Danni, crinature, giochi, scollamenti, stato rivestimento, stato cablaggi			
Supporto batteria	Danni, crinature, stato corde di fissaggio			
Batterie	Stato di conservazione, durata, livello di carica			
Antenne	Danni, corrosioni, vincoli, collegamenti			
Luci LED	Danni, funzionamento LED, collegamenti, rivestimento			
Elettronica di bordo	Danni, stato cablaggi,			

	funzionamento			
Regolatori di volo	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Centralina	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
GPS	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Paracadute	Meccanismo sgancio, struttura di contenimento, stato telo e corde			
Sensori	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Targhette	Verificare esistenza, leggibilità			
Scritte esterne	Verificare esistenza, leggibilità			

4.8. Assicurazione

L'operatore ha attivato e si impegna a mantenere in corso di validità un'assicurazione comprendente la responsabilità verso terzi con garanzie minime conformi all'art.7 del Regolamento (CE) n°78572004.

4.9. Sicurezza e limiti di impiego

Saranno scrupolosamente rispettate tutte le norme di sicurezza indicate in questo documento e quanto pubblicato sul Manuali di Volo.

Inoltre, al fine di contenere la fatica psico-fisica degli operatori per garantire un mantenimento di un ottimale livello di efficienza, il **tempo massimo delle operazioni di volo sarà limitato ad un massimo di ore 8 (otto) giornaliere; il numero massimo dei voli per ogni giornata è limitato pari a 15 (quindici) voli.**

4.10. Prevenzioni incidenti/inconvenienti

La Valutazione dei rischi relativi all'impiego operativo e le azioni mitigatrici del rischio sono descritte per ogni aeromobile nei documenti "Valutazione dei Rischi" delle operazioni ed idoneità del mezzo impiegato.

L'accurata pianificazione delle attività, il mantenimento dell'esperienza operativa ed il rispetto di tutte le procedure pubblicate costituiscono le basi per la prevenzione degli incidenti e degli inconvenienti durante le operazioni.

È specifico compito del pilota, dell'eventuale osservatore e dell'eventuale personale aggiuntivo la verifica delle proprie condizioni di salute fisica e psichica per poter effettuare correttamente ed in sicurezza i propri compiti sulla base delle proprie responsabilità.

4.11. Composizione gruppo operativo

L'operatore è normalmente costituito dal pilota, eventualmente coadiuvato da un osservatore; gli operatori delle apparecchiature installate, se necessari, varieranno in funzione delle specifiche esigenze.

La scelta del pilota responsabile della missione e del personale richiesto per il suo svolgimento ricade sotto la responsabilità dei titolari.

Potrà prevedersi per operazioni particolarmente complesse l'impiego di ulteriori due persone qualificate fino ad un massimo di 6 (sei) persone oltre al pilota.

Sarà compito dei titolari della società comunicare preventivamente ad ENAC, di volta in volta, i nominativi e le qualificazioni delle ulteriori persone utilizzate ove richiesto.

Per operazioni in scenari misti si terrà conto anche della necessità di evitare l'accesso alle aree delle operazioni e delle aree di protezione da parte di persone estranee.

4.12. Qualificazioni operatori

Tutti i piloti sono titolari dell'attestato teorico di pilota di SAPR, hanno superato un corso per il pilotaggio del mezzo loro affidato effettuato presso la società FlyTop e sono in possesso dell'idoneità medica di seconda classe in corso di validità.

4.13. Registrazione operazioni

Tutti i voli debbono essere registrati sull'apposito modulo descritto in Allegato 8 e 9 oppure su supporto informatico.

Vanno annotati anche tutti gli incidenti ed inconvenienti sperimentati e l'operatore si impegna a segnalare ad ENAC tutti gli incidenti e gli inconvenienti gravi (Allegato 7).

5. PROCEDURE OPERATIVE

5.1. *Principi fondamentali di condotta*

Il pilota al comando di un SAPR ha come primo obiettivo il rispetto delle norme di sicurezza (Safety). Infrazioni gravi o serie violazioni delle norme e delle procedure indicate nel manuale di volo del mezzo utilizzato e nel manuale delle operazioni e violazioni nella sicurezza del volo (Safety) possono portare a sanzioni disciplinari molto severe.

Durante le operazioni deve essere visibile e chiaramente identificabile tramite mezzi che ne consentano l'immediato riconoscimento. In rispetto del regolamento ENAC, è obbligatorio l'uso di giubbetti ad alta visibilità con l'identificativo "pilota di APR". Inoltre, per evitare problemi di visibilità, è consigliabile l'uso di occhiali con lenti polarizzate. Il pilota deve avere sempre con sé la polizza assicurativa in corso di validità del drone, il manuale di volo e quello delle operazioni, in modo da avere un valido aiuto durante la condotta delle operazioni ed essere sempre pronto in caso di inconvenienti che possono presentarsi.

Per quanto riguarda le attività di volo, il pilota è tenuto a scrivere ora di decollo e atterraggio, il numero di queste operazioni, il tempo di impiego del mezzo e l'aviosuperficie dove avviene il volo. Inoltre va indicato il tipo di volo che viene svolto (attività di collaudo, addestrativa, operazione non critica/critica, ecc.), il nome del pilota ed il numero di osservatori presenti.

Prima dell'inizio delle attività il pilota deve verificare la presenza in numero delle batterie ed il loro stato di carica (espressa in V, a seconda del tipo di batterie che si usano e del mezzo usato per la missione). Questa operazione deve essere fatta prima e dopo ogni volo e, nel caso in cui le batterie vengano ricaricate, bisogna riportare il tempo di ricarica. Per quei mezzi e quei voli che richiedono l'uso del paracadute, indicare se è presente a bordo o no. Inoltre, prima dell'inizio di qualsiasi attività procede ad un'ispezione pre-volo, verifica del peso e centraggio del velivolo nei limiti stabiliti dal costruttore.

Nel caso in cui, dopo il controllo pre-volo, il pilota riscontri qualche difetto all'APR, è tenuto a riportare il tutto sul QTB (Allegato 8). Sarà compito di personale qualificato eliminare questi difetti e riportare sul QTB le azioni compiute.

Ogni pilota deve essere in possesso di un proprio Log Book (Allegato 2) quando effettua qualsiasi attività aerea con il SAPR a disposizione, sia essa un'esercitazione o un'attività lavorativa. Su di esso è tenuto a registrare il proprio nome, la matricola del SAPR, l'attività svolta e la località dove si svolge l'attività.

5.2. Preparazione delle operazioni

- *Pianificazione operazioni*

Per controllare le informazioni aeronautiche sarà utilizzata la Carta Aeronautica d'Italia ICAO VFR 1:500.000 oppure la stampa in idoneo formato dell'area interessata dalle operazioni dal sito dell'ENAV. Una copia aggiornata della carta richiesta sarà sempre disponibile per la consultazione.

I NOTAM relativi all'area interessata saranno consultati nella pianificazione e nella gestione della missione.

- *Valutazione rischio*

Le operazioni da svolgersi in prossimità di linee ferroviarie, di autostrade e di impianti industriali richiedono uno studio preliminare alla missione che consideri con attenzione i possibili effetti di forti turbolenze localizzate ed anche le potenziali sorgenti elettromagnetiche.

Le operazioni da svolgersi in prossimità degli aeroporti suggeriscono l'attivazione di una connessione con l'ente del Traffico Aereo. Magari supportata dall'impiego di un transponder aeronautico.

Le operazioni in condizioni EVLOS richiedono uno studio preventivo dei sistemi da utilizzare per garantire il controllo e monitoraggio delle operazioni.

L'ENAC riceverà tempestivamente copia degli studi specifici per poterli esaminare per l'emissione della specifica autorizzazione.

- *Informazione altre strutture*

Nell'ipotesi di operazioni al di sopra di aree private oppure pubbliche con limitazioni di sorvolo sarà compito del titolare ottenere preventivamente i permessi richiesti.

Ove richiesto, evidenza di tali permessi sarà presentata ad ENAC.

- *Autorizzazione*

Il titolare si impegna a richiedere la preventiva autorizzazione da parte di ENAC per ogni operazione critica.

Qualora le attività siano svolte all'interno di spazi aerei controllati, ATZ, a distanze inferiori a 5 Km dal perimetro di un aeroporto oppure che interessino i sentieri di avvicinamento/decollo dovrà essere richiesta preventivamente l'emissione di un NOTAM.

- *Tempo meteorologico*

Le informazioni meteorologiche previste ed attuali per l'area delle operazioni saranno reperite sul sito dell'Aeronautica Militare "meteoam.it" oppure su altri siti affidabili disponibili.

- *Organizzazione operazione*

Il titolare della società ed il pilota incaricato della missione, dopo aver acquisito tutte le informazioni disponibili ed aver valutato la possibilità di ottenere, ove richiesto, l'autorizzazione definiscono la fattibilità della missione.

5.3. Controlli durante le operazioni

- *Verifica sito*

Prima di iniziare l'attività è necessario effettuare un'attenta ricognizione dell'area dove operare per individuare e marcare la presenza di tutti gli ostacoli naturali ed i manufatti presenti e per accertarsi della presenza di un'ideale area di protezione all'esterno della zona di operazioni. Tutti i potenziali pericoli vanno considerati (aree residenziali, manufatti, complessi industriali, presenza di fuochi o fiamme, fuoriuscita di condotte aeree, possibile presenza di turbolenze locali, aree con emissioni elettromagnetiche).

- *Scelta area operazioni*

Per operazioni non critiche l'area individuata deve essere opportunamente delimitata con idonee segnalazioni per evitare che persone estranee alle operazioni possano penetrarvi durante i voli.

Va individuata una zona circolare con raggio superiore a 50 m senza ostacoli significativi per consentire che le operazioni di decollo ed atterraggio possano avvenire in sicurezza, anche nell'ipotesi degli inconvenienti propri delle fasi di decollo e di atterraggio.

- *Comunicazioni*

Qualora sia richiesto di mantenere il contatto radio con operatori di altre ditte, strutture od enti (es. monitoraggio esterno dei voli, operazioni in prossimità di porti od aeroporti) sarà preventivamente stabilito e verificato il corretto collegamento.

- *Suddivisione compiti*

Mentre il pilota durante tutte le operazioni ha il compito e la responsabilità diretta della gestione dei voli, l'osservatore oppure due osservatori (per operazioni di particolare difficoltà) assisteranno il pilota nella gestione del volo, nella verifica delle condizioni operative, nel controllo dell'area delle operazioni anche per verificare l'intrusione di personale estraneo. Sarà compito dell'osservatore il mantenimento, se richiesto, delle comunicazioni radio.

Si ribadisce che tutti gli assistenti e gli operatori dovranno fare riferimento continuo al pilota che mantiene il controllo e la responsabilità finali delle operazioni.

- *Verifica meteo*

È compito del pilota la verifica continua durante le operazioni del rispetto dei valori minimi meteorologici previsti:

- a. **visibilità al suolo superiore a 10 Km, valutata a vista;**
- b. **assenza di nubi al di sotto di 200 m, valutata a vista;**
- c. **intensità del vento inferiore a 15 kts**, misurata con anemometro portatile;
- d. **nessun fenomeno meteorologico avverso** (pioggia, possibili raffiche di vento, presenza di aree temporalesche vicine) con verifica a vista.

- *Ricarica accumulatori*

Gli accumulatori dovranno essere trasportati in idonei contenitori ignifughi.

La ricarica degli accumulatori potrà iniziare solo dopo aver verificato l'integrità di tutte le connessioni e dovrà essere monitorata con continuità prestando attenzione al preavviso di perdite.

Particolare attenzione sarà dedicata alle corrette connessioni verificando i valori di voltaggio ed amperaggio.

Per operazioni in scenari critici utilizzare gli accumulatori con capacità ridotta.

Dovrà essere evitata la vicinanza di fonti di calore e superfici infiammabili.

Occorre tener presente che valori di temperatura ambiente inferiori a 10°C limitano notevolmente l'autonomia degli accumulatori.

- *Messa in opera SAPR*

Il trasporto avverrà con idonei contenitori e la messa in linea dovrà essere effettuata con cura solamente da parte del pilota coadiuvato dall'osservatore.

- *Controlli pre-volo*

Per una verifica in tempo reale della presenza di tempeste solari che potrebbero pregiudicare il corretto funzionamento del GPS, prima di iniziare l'attività potrà essere consultata la situazione attuale del campo geomagnetico (es. Space Weather Prediction Center - National Oceanic and Atmospheric Administration).

Tutti gli operatori che preparano la messa in linea del SAPR dovranno indossare idonei guanti protettivi.

Per scenari misti sarà verificato il corretto funzionamento dell'interruzione dell'alimentazione ai motori prima dell'inizio delle operazioni e la durata massima di ogni volo entro i 10 minuti sarà limitata a 10 minuti.

Particolare attenzione sarà dedicata al corretto serraggio del sensore nella posizione dedicata e con il fissaggio degli accumulatori nella posizione che garantisce il corretto centraggio del mezzo.

Va verificata la corretta pianificazione della missione da effettuare (manuale o automatica).

Le specifiche procedure sono specificate nel Manuale di Volo.

5.4. Procedure normali di volo

- *Avviamento*

Effettuati i controlli pre-volo descritti nel Manuale di Volo, assicurarsi dell'assenza di ostacoli alla rotazione delle eliche e che l'area di decollo/lancio sia libera.

L'operatore provvede a verificare con continuità l'area per sospendere le operazioni in caso di intrusioni da parte di estranei.

Il pilota, grazie ad un anemometro portatile, verifica la velocità del vento a terra,.

Verificare la risposta del SAPR ai comandi di direzione (avanti-indietro-destra-sinistra).

Il pilota e l'operatore verificano l'assenza di anomalie nella telemetria e nella trasmittente.

- *Decollo*

Il pilota procede, quindi, all'armamento ed all'avviamento dei motori.

Effettuare il decollo e portare il mezzo ad una quota di circa 10 metri e quindi mantenere il mezzo in hovering per pochi secondi ed iniziare la missione (pilotaggio Manuale). È anche possibile effettuare il decollo con procedura automatica.

- *Volo*

Durante il volo il pilota deve mantenere continuamente il contatto visivo con il SAPR, a meno che il volo si svolga secondo le procedure EVLOS.

Il pilota esegue il volo avendo cura di mantenersi nei limiti di distanza da persone e cose come stabilito dal regolamento ENAC.

Durante tutta la missione il pilota deve passare al controllo manuale per ogni situazione anomala nello svolgimento della missione automatica

- *Atterraggio*

Una volta eseguite le manovre programmate, entro il tempo massimo di autonomia del mezzo, si verifica l'assenza di ostacoli nell'area di atterraggio.

Il pilota verifica che il multirottore si trovi sulla verticale dell'area di atterraggio, prima della discesa finale. È inoltre possibile utilizzare per l'atterraggio un paracadute installato sul mezzo: particolare attenzione, prima dell'attivazione del sistema, dovrà essere dedicata alla corretta posizione da raggiungere tenendo anche conto dello spostamento provocato dalla presenza di vento.

Il pilota esegue la manovra di spegnimento disarmando i motori sulla Ground Control Station e provvede allo scollegamento degli accumulatori dalla presa di corrente del mezzo.

Al termine di ogni missione dovrà essere compilato il relativo modulo (Allegato 9) oppure archiviare il file tlog su supporto digitale.

Ogni evento anomalo dovrà essere annotato e comunicato per le vie più veloci ad ENAC.

5.5. Procedure d'emergenza

Non risulta possibile pianificare tutte le possibili situazioni d'emergenza e le relative procedure da effettuare. Solo l'esperienza del pilota e la sua conoscenza del mezzo impiegato possono mitigare i rischi connessi a situazioni non pianificabili.

- *Incendi*

È richiesta la presenza di un estintore durante tutte le operazioni.

- *Bassa tensione accumulatori*

La bassa tensione degli accumulatori richiede l'immediato atterraggio. Al riguardo si rammenta che gli accumulatori sono posti in parallelo e che un messaggio d'allarme visivo è attivato dal sistema di telemetria sulla stazione di controllo del mezzo.

In caso di attivazione automatica del sistema Return to Launch che consente il rientro automatico nella posizione di decollo il pilota dovrà ripristinare il controllo manuale per effettuare l'atterraggio

- *Malfunzionamento radiocomando*

È possibile utilizzare la funzione Return to Launch sulla Ground Control Station.

- *Perdita segnale GPS*

Qualora il volo automatico possa essere compromesso dalla perdita di segnale GPS è necessario ritornare al controllo stabilizzato impostando un atterraggio in sicurezza.

- *Malfunzionamenti non controllabili*

Per malfunzionamenti che non garantiscono la possibilità di controllo sicuro del SAPR si dovrà attivare la funzione Return to Launch oppure, se disponibile, comandare il sistema di terminazione del volo e l'apertura del paracadute.

- *Impatto con volatile*

È compito del pilota e dell'assistente monitorare la libertà dell'area delle operazioni anche dalla presenza di volatili.

In caso di impatto è richiesto di effettuare un atterraggio immediato, utilizzando anche il sistema di terminazione del volo, se disponibile e l'apertura del paracadute

- *Gestione incidenti/ inconvenienti*

Ogni incidente/inconveniente sperimentato sarà portato a conoscenza di ENAC.

6. ADDESTRAMENTO

- *Mantenimento qualifiche del pilota*

Il pilota dovrà aver effettuato almeno 3 decolli e 3 atterraggi negli ultimi 90 giorni e sarà sua cura mantenere in corso di validità del certificato medico di II classe.

7. DOCUMENTAZIONE

- *Autorizzazione ENAC*

Una copia di tutte le autorizzazioni deve essere conservata nella sede della società e tutte le autorizzazioni relative alla singola missione debbono essere fornite al pilota responsabile.

- *Altra documentazione*

a) Elenco piloti ed osservatori: Documentazione relativa alle qualificazioni dei piloti e degli osservatori della società. (Allegato 1).

b) Tutti i voli vengono registrati su supporto cartaceo (Allegato 9) e/o informatico.

In Allegato 8 è riportato il Quaderno Tecnico di Bordo (QTB) da compilare a mano.

Tutti i rapporti dovranno essere archiviati per la durata di un anno e disponibili a richiesta di ENAC.

Napoli, 16 maggio 2016

Timbro e firma



ALLEGATO 1 – Elenco Piloti ed Osservatori

ELENCO DEI PILOTI

<i>Nome</i>	<i>Attestato</i>	<i>Visita medica</i>	<i>Note</i>
Gabriele Santiccioli	Teoria – 30/07/2014 Pratica – 22/04/2015	31/07/2014	
Pier Lorenzo Pessah	Teoria – 20/02/2015 Pratica – 22/04/2015	20/02/2015	
Enrica Marotta	Teoria – 15/10/2015 Pratica – 15/10/2015	14/10/2015	
Fabio Sansivero	Teoria – 15/10/2015 Pratica – 15/10/2015	14/10/2015	
Rosario Peluso	Teoria – 15/10/2015 Pratica – 15/10/2015	14/10/2015	
Pasquale Belviso	Teoria – 15/10/2015 Pratica – 15/10/2015	14/10/2015	
Antonio Carandente	Teoria – 15/10/2015 Pratica – 15/10/2015	14/10/2015	
Gala Avvisati	Teoria – 15/10/2015 Pratica – 15/10/2015	14/10/2015	

ELENCO DEGLI OSSERVATORI

<i>Nome</i>	<i>Note</i>
Giuseppe De Natale	
Giuseppe Vilaro	
Stefano Caliro	
Rosario Avino	
Rosella Nave	
Claudia Troise	
Zaccaria Petrillo	
Massimo Orazi	
Salvatore Pinto	
Adriano La Rocca	
Tutti i piloti sopra indicati	

ALLEGATO 5 – Flight Check List

FLIGHT CHECK LIST

Data del volo	ID operazione	Vento / Temp	APR	SPR	Cod. Check List
		/			
Equipaggio			Note:		
Pilota:		Firma:			
Assistente:		Firma:			
CONTROLLI PRELIMINARI					
<i>Componenti e funzionalità</i>					
<input type="checkbox"/> Sensore <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Laptop <input type="checkbox"/> On board SD Card – Clear <input type="checkbox"/> Motore/i (accensione/spengimento) <input type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> Batterie (carica 100%) <input type="checkbox"/> Check viti e cavi lenti		<input type="checkbox"/> Extra SD Card - Clear <input type="checkbox"/> RC Control <input type="checkbox"/> Tablet <input type="checkbox"/> On board Wi-Fi/2.4 GHz spento <input type="checkbox"/> Check telemetria <input type="checkbox"/> Check calibrazione sensori <input type="checkbox"/> Posizione Camera/sensore <input type="checkbox"/> Check eliche <input type="checkbox"/> Check antenne		<input type="checkbox"/> Bilanciamento APR <input type="checkbox"/> Paracadute <input type="checkbox"/> Flight Termination System <input type="checkbox"/> Cam. Gimbal Calibration <input type="checkbox"/> check zona di volo: meteo, ostacoli, topografia, restrizioni, frequenze (2.4 GHz e 5.8 GHz) <input type="checkbox"/> Cappello <input type="checkbox"/> Occhiali da sole <input type="checkbox"/> Gilet alta visibilità	
MISSIONE OPERATIVA					
<i>Pre-volo</i>					
<input type="checkbox"/> Batterie (carica 100%) <input type="checkbox"/> Check struttura <input type="checkbox"/> Check Motori <input type="checkbox"/> Check antenne telemetria <input type="checkbox"/> Laptop (accensione e carica) <input type="checkbox"/> Calibrazione sensori <input type="checkbox"/> Avvio software su GCS <input type="checkbox"/> Check Telemetry Menu		<input type="checkbox"/> Velocità del vento <input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Ostacoli / Pericoli <input type="checkbox"/> Limitazioni (vedi Manuale delle Operazioni) <input type="checkbox"/> RC Switches <input type="checkbox"/> Posizione Camera/sensore <input type="checkbox"/> Flight Termination System		<input type="checkbox"/> Paracadute <input type="checkbox"/> Sensore <input type="checkbox"/> On board Wi-Fi/2.4 GHz spento <input type="checkbox"/> Auto Check "No Errors" <input type="checkbox"/> Virtual Fence active <input type="checkbox"/> Cappello <input type="checkbox"/> Occhiali da sole <input type="checkbox"/> Gilet alta visibilità	
<i>Durante il volo – NOTA: è consigliabile un doppio controllo da parte dell'assistente</i>					
<input type="checkbox"/> Status Batterie <input type="checkbox"/> Status Tempo di volo <input type="checkbox"/> N° Satelliti		<input type="checkbox"/> Valori di telemetria <input type="checkbox"/> Linea della visuale <input type="checkbox"/> Funzionamento LED		<input type="checkbox"/> Flight Termination System <input type="checkbox"/> Virtual Fence active <input type="checkbox"/> Controllo velocità del vento	
<i>Dopo il volo</i>					
<input type="checkbox"/> Temp. Batt. (max 45°C) <input type="checkbox"/> Temp. Motore/i (max 70°C) <input type="checkbox"/> Disarmo APR <input type="checkbox"/> Spengimento camera <input type="checkbox"/> Rimozione Batterie Li-Po		<input type="checkbox"/> Spengimento RC <input type="checkbox"/> Spengimento Sensore <input type="checkbox"/> Scarico Log <input type="checkbox"/> Scarico immagini/dati		<input type="checkbox"/> Flight Termination System <input type="checkbox"/> 5 minuti raffreddamento motore tra ogni volo <input type="checkbox"/> Tempo di volo ≤10 min (operazioni critiche)	

ALLEGATO 6 – Scheda Configurazione SAPR



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

SCHEDA CONFIGURAZIONE SAPR

APR:

Produttore:

Serial Number:

Componenti configurazione	Produttore	Part Number	Serial Number	Tipo
Motore 1				N
Motore 2				N
Motore 3				N
Motore 4				N
Motore 5				N
Motore 6				N
Motore 7				N
Motore 8				N
Batteria 1				N
Batteria 2				N
Batteria 3				N
Batteria 4				N
Elica 1				N
Elica 2				N
Elica 3				N
Elica 4				N
Elica 5				N
Elica 6				N
Elica 7				N
Elica 8				N
Landing Gear				N
Telaio				N
Gimbal				N
Radiocomando				S
Sistema terminazione volo				S
Software				S
Sensore				N

Note: [S] Significativo, [N] Non Significativo

ALLEGATO 7 – Segnalazione Inconveniente



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

SEGNALAZIONE DI INCONVENIENTE *FLIGHT SAFETY REPORT*

Data e ora del Report: <i>Report Date & time</i>	
Data e ora dell'evento: <i>Event Date & time</i>	Luogo dell'evento: <i>Event Site</i>

Titolare segnalazione <i>Report holder</i>	Nome: <i>Name</i> Cognome: <i>Surname</i>
Ruolo <i>Role</i>	Operatore <input type="checkbox"/> Osservatore <input type="checkbox"/> Altro _____ <input type="checkbox"/> <i>Operator Observer Other</i>
Tipo e n° di licenza <i>Licence n° and type</i>	
Esperienza di volo <i>Flight Experience</i>	Professionale <input type="checkbox"/> Esperto <input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> <i>Master Expert Base</i>

Tipo di operazione <i>Type of operation</i>	Condizioni meteo <i>Weather condition</i>	Luce <i>Light</i>
BLOS <input type="checkbox"/> Critical <input type="checkbox"/> VLOS <input type="checkbox"/> Non Critical <input type="checkbox"/> EVLOS <input type="checkbox"/>	Sereno <i>Clear</i> <input type="checkbox"/> Nuvoloso <i>Cloudy</i> <input type="checkbox"/> Pioggia <i>Rain</i> <input type="checkbox"/> Vento <i>Wind</i> : _____ kts Visibilità <i>Visibility</i> : _____ m	Giorno <i>Day</i> <input type="checkbox"/> Notte <i>Night</i> <input type="checkbox"/> Alba <i>Sunrise</i> <input type="checkbox"/> Tramonto <i>Sunset</i> <input type="checkbox"/>

S.A.P.R. <i>UAV</i>	Impianto coinvolto <i>System Involved</i>	Società <i>Company</i>
Costruttore: <i>Maker</i> Modello: <i>Model</i>	Tipo: <i>Type</i> Marca e Modello: <i>Brand & Model</i>	Privato <input type="checkbox"/> <i>Private</i> Scuola Volo <input type="checkbox"/> <i>Flight School</i> Società lavoro aereo <input type="checkbox"/> <i>Aerial work company</i> Altro <input type="checkbox"/> <i>Other</i>

Tipo di volo <i>Flight type</i>	Fase del volo <i>Flight stage</i>	Conseguenze <i>Consequences</i>
Addestramento <input type="checkbox"/> <i>Training</i> Missione operativa <input type="checkbox"/> <i>Operative mission</i> Collaudo <input type="checkbox"/> <i>Test</i> Attività sperimentale <input type="checkbox"/> <i>Experimental activity</i> Altro <input type="checkbox"/> <i>Other</i>	Parking <input type="checkbox"/> Decollo <input type="checkbox"/> <i>Take-off</i> Atterraggio <input type="checkbox"/> <i>Landing</i> Hovering <input type="checkbox"/> Salita <input type="checkbox"/> <i>Climb</i> Discesa <input type="checkbox"/> <i>Descent</i> Manovra <input type="checkbox"/> <i>Manoeuvre</i>	Cancellazione missione <input type="checkbox"/> <i>Erasing mission</i> Ritardo missione <input type="checkbox"/> <i>Mission delayed</i> Rientro anticipato <input type="checkbox"/> <i>Anticipated return</i> Chiusura campo di volo <input type="checkbox"/> <i>Closed airfield</i> Altro <input type="checkbox"/> <i>Other</i>

Descrizione dell'evento <i>Event description</i>
Descrivere brevemente l'evento, riportando: Briefly describe the event, reporting: <ul style="list-style-type: none"> • Cosa è successo e come si è ritenuto essere un inconveniente; <i>What happened and how it was considered to be an inconvenience;</i> • Danni all'APR, danni all'equipaggio, danni a terze parti, <i>A/C Damage, crew harm, third parties damage;</i> • Fattori che hanno contribuito all'evento; <i>Factors that have contributed to the event;</i> • Azioni correttive intraprese; <i>Corrective actions taken;</i> • Misure preventive intraprese per evitare il ripetersi dell'inconveniente. <i>Preventive actions taken to prevent the repetition of the inconvenience.</i>

ALLEGATO 8 – Quaderno Tecnico di Bordo (QTB)

 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>		<p>INGV-OV Via Diocleziano, n°328 - 80134 Napoli Telefono: +39 081 6108341 Email: info.napoli@ingv.it Internet: www.ingv.it</p>		<p>QUADERNO TECNICO DI BORDO (QTB) AIRCRAFT TECHNICAL LOGBOOK (ATL)</p>		<p>Tipo APR UAS type</p> <p>Marche APR Registration</p>	<p>Pagina n° Page n°</p> <p>Data Date</p>
<p>Tipo di volo (1) Flight type</p>		<p>Pilota Pilot</p>		<p>N° batterie a bordo On-board batteries n°</p>		<p>Ispezione pre-volo, verifica peso e centraggio nei limiti consentiti e accettazione APR <i>Pre-flight inspection, weight check and balance within limits and UAS acceptance</i></p>	
<p>N° osservatori Observer n°</p>		<p>Tempo d'impiego Hourmeter</p>		<p>% batterie prima del volo Batteries % before flight</p> <p>1) 2)</p>		<p>Data Date</p> <p>Ora Time</p>	
<p>Data volo/i Flight/s date</p>		<p>Numero decolli Take-off n°</p>		<p>% batterie dopo il volo Batteries % after flight</p> <p>1) 2)</p>		<p>Nome in stampatello Name in Block Capitals</p>	
<p>Ora di decollo Take-off time</p>		<p>Numero atterraggi Landing n°</p>		<p>Tempo di ricarica Recharge time</p> <p>1) 2)</p>		<p>Firma Pilota Pilot Signature</p>	
<p>Ora di atterraggio Landing time</p>		<p>Firma pilota dopo atterraggio After landing pilot signature</p>		<p>Installazione paracadute Parachute installation</p>		<p>.....</p>	
<p>Aviosuperficie Airfield</p>		<p>.....</p>		<p>Firma Signature</p>		<p>.....</p>	
<p>Item n°</p>		<p>Difetti rilevati / Defect found</p>		<p>Firma Signature</p>		<p>Eliminazione Difetti / Defects Rectification</p>	
<p>Note: (1): indicare se è un volo per il conseguimento attestato pilota di APR, per operazioni specializzate non critiche, critiche o sperimentali. (1): specify if it is a flight to the achievement of UAS pilot licence, for not critical specialised operations, critical or experimental (2): Personale qualificato (2): Certifying Staff</p>							
<p>Ispezione giornaliera / Daily Inspection</p> <p>Data Date</p> <p>Ora Time</p> <p>Firma CS (2) CS Signature</p>							

ALLEGATO 10 – Impegno dell'Accountable Manager



Sezione di Napoli
OSSERVATORIO VESUVIANO

IMPEGNO dell'ORGANIZZAZIONE ESPRESSO dall'ACCOUNTABLE MANAGER

La sottoscritta Enrica Marotta ai sensi degli artt. 46 e 47 d.P.R. n. 445/2000, consapevole delle conseguenze e delle sanzioni penali previste dagli artt. 75 e 76 d.P.R. del 28 Dicembre 2000 n. 445 in caso di dichiarazioni non veritiere, di formazione o uso di atti falsi nel ruolo di *Accountable* dell'Organizzazione SAPR dell'INGV-OV, dichiara che gli obbiettivi e le procedure contenute nei Manuali sono e stabiliscono la base per il riconoscimento dell'Organizzazione richiesta dal Regolamento ENAC "Mezzi Aerei A Pilotaggio Remoto" ed. n.2 del 16 Luglio 2015 – Emendamento 1 del 21 Dicembre 2015 (cfr art.11 comma 3).

Tali procedure sono approvate dalla sottoscritta e devono essere osservate in funzione della loro applicabilità, allo scopo di assicurare che:

- sia stato svolto un addestramento sui modelli di SAPR in uso all'Istituto autorizzato dall'ENAC per le operazioni specializzate critiche;
- le attività di manutenzione siano eseguite in accordo a quanto dettato dal costruttore dei SAPR utilizzati al fine di garantire il mantenimento dell'aeronavigabilità.

E' sottinteso che le procedure non esonerano dall'obbligo dell'Istituto di rispondere comunque ad ogni eventuale nuova regolamentazione che dovesse essere pubblicata in sede di Unione Europea – EASA, dall'ENAC o da eventuali modifiche ai regolamenti, laddove tali regolamenti nuovi o emendati dovessero risultare in conflitto con le presenti procedure approvate.

La sottoscritta dichiara inoltre di essere consapevole delle responsabilità che derivano dal ruolo di *Accountable Manager* dell'Organizzazione SAPR e garantisce che:

- le norme e i regolamenti applicabili e le procedure contenute nei manuali sono sempre effettuate ed osservate;
- ogni cambiamento nelle norme e regolamenti applicabili emessi dalle Autorità sarà debitamente incorporato nei manuali;
- ogni edizione o revisione definitiva dei manuali dovranno essere accettate dall'ENAC;
- tutte le attività di manutenzione effettuate dall'Istituto sono adempiute in conformità alle regole del regolamento ENAC, ai requisiti del costruttore e ulteriore regolamentazione applicabile.

E' accettato che l'ENAC ha, e si riserva il diritto di sospendere, variare o abrogare le approvazioni dell'Istituto, in caso emerga che le procedure non sono eseguite e che gli standard non sono osservati.

Via Diocleziano, 328
80124 NAPOLI | Italia
Tel.: +39 0816108483
Fax: +39 0816102304
aoo.napoli@pec.ingv.it
www.ov.ingv.it

La validità dell'autorizzazione è soggetta al continuo soddisfacimento dei requisiti delle norme, in conformità a ciò che riguarda la gestione delle non conformità e al fatto che l'approvazione non sia ceduta e revocata.

In caso di rinuncia all'autorizzazione o revoca della medesima questa sarà formalmente restituita all'ENAC dal sottoscritto al più presto.

Dichiara che l'Istituto è in possesso di tutti i permessi e delle autorizzazioni richieste come operatore SAPR, di una assicurazione in corso di validità e conosce tutte le norme applicabili.

Data, *NAPOLI 20/05/2016*


IN FEDE
(Accountable Manager)
Enrico Pavoni

ALLEGATO 11 – Our Policy for Safety



Sezione di Napoli
OSSERVATORIO VESUVIANO

POLITICA DELLA SICUREZZA E OBIETTIVI (Our Policy for Safety)

L'INGV-OV riconosce la politica della sicurezza (*safety*) come aspetto primario da mantenere in considerazione. La politica della sicurezza è il mezzo con cui l'Istituto dichiara la propria intenzione di mantenere e, ove possibile, migliorare i livelli della sicurezza in tutte le sue attività e per minimizzare il suo contributo al rischio di un incidente APR per quanto ragionevolmente possibile, e si impegna ad applicare i principi dello "Human Factor".

La sicurezza è uno dei nostri principali obiettivi, l'INGV-OV è impegnato a sviluppare, attuare, mantenere e migliorare costantemente strategie e processi per la gestione della sicurezza nell'Organizzazione SAPR e per ottenere le migliori prestazioni possibili per il personale e per i collaboratori, rispetto alle norme nazionali e internazionali.

L'Istituto è impegnato a riconoscere che la sicurezza è una responsabilità primaria di tutto il personale, a sostenere la cultura della sicurezza garantendo adeguate risorse, promuovendo segnalazioni e comunicazioni efficaci e relativa gestione in un'ottica di miglioramento continuo.

Incoraggia il personale a riportare errori operativi/manutentivi, inconvenienti/incidenti e riconosce che la conformità con le procedure, gli standard di qualità, gli standard di sicurezza ed i relativi regolamenti, sono un dovere di tutto il personale e che tutto il personale cooperi con i Responsabili della Sicurezza.

Assicura che nessuna azione sia intrapresa contro chiunque facente parte dell'organico che avanza un problema inerente alla sicurezza attraverso il sistema di segnalazione di presenza di rischi, a meno che tale attività rilevi, al di là di ogni ragionevole dubbio, un atto illegale o una grave negligenza, o una deliberata o volontaria infrazione sui regolamenti o sulle procedure (*Just Culture*).

Stabilisce e gestisce una identificazione dei pericoli (*hazard*) e un processo di valutazione del rischio (*risk assessment*), includendo un sistema di reporting in modo da mitigare eventuali rischi al punto ragionevolmente più basso (ALARP – *As Low As Reasonably Practicable*).

Assicura che al personale siano assegnati solo incarichi commisurati alle proprie capacità, e che siano disponibili adeguate e appropriate informazioni; sistemi e servizi forniti a supporto dell'attività SAPR siano erogati in accordo agli obiettivi di sicurezza.

I requisiti basilici di qualità necessari per raggiungere standard di sicurezza elevati sono riportati nel Manuale delle Operazioni. Il mantenimento degli standard di qualità è responsabilità di tutti ed è compito di tutto il personale essere in accordo con questa politica e impegnarsi per mantenere e migliorare gli standard di qualità in ogni occasione.

Da DD n.30/2016 dell'INGV-OV, la dott.sa Enrica Marotta è stata nominata *Accountable Manager* e il dott. Rosario Peluso *Responsabile della Sicurezza*.

Data, NAPOLI 20/05/2016
ACCOUNTABLE MANAGER

Enrica Marotta

IN FEDE

RESPONSABILE SICUREZZA
[Signature]

Via Diocleziano, 328
80124 NAPOLI | Italia
Tel.: +39 0816108483
Fax: +39 0816102304
aoo.napoli@pec.ingv.it
www.ov.ingv.it

Appendice 3

Manuale delle manutenzioni FlyBit



MANUALE DI MANUTENZIONE *FLYBIT*

Edizione 1 Revisione 0 del 25/02/2016

Copyright © 2015 - FlyTop s.r.l.

Via Giulio Pittarelli, n°169 - 00168 Roma
Tel. +39 06 39.74.93.97 - Mobile +39 339 78.53.731
www.flytop.it - info@flytop.it

Partita IVA e Codice Fiscale: 12629981007 - Numero REA: RM 1389362

Sommario

1. LA MANUTENZIONE.....	- 3 -
1.1. ORGANIZZAZIONE.....	- 4 -
1.2. INFRASTRUTTURE	- 4 -
2. SCHEMA DI MANUTENZIONE MULTIROTORE FLYGEO.....	- 5 -
3. ALLEGATO A - SCHEMA SAPR FLYNOVEX.....	- 7 -

1. LA MANUTENZIONE

La manutenzione consiste nell'insieme degli interventi sui SAPR e loro parti, intesi a mantenerli in stato di aeronavigabilità. Essi consistono in operazioni di ispezione, revisione, riparazione, sostituzione, regolazione, prova, effettuate secondo le necessità operative ed in base a quanto riportato nel Manuale di Volo, redatto dal progettista. Pertanto si comprendono due tipi diversi di attività: l'attività di diagnosi di eventuali difetti e l'attività correttiva di tali difetti.

Le due attività sono concettualmente e professionalmente separate, quindi si attengono a due diverse categorie di esecutori dotati di capacità e mentalità differenti. Quanto detto può anche confluire in una sola persona la quale tuttavia deve essere in grado di mantenere separate le attività ed i criteri che le guidano.

Pertanto è possibile distinguere le attività manutentive in **attività di ispezione** ed **attività di riparazione**.

Scopo primario della manutenzione è quello di intervenire in modo preventivo rispetto a possibili inconvenienti o avarie che possono emergere durante l'attività operativa.

Le scadenze e le istruzioni su come effettuare la manutenzione sono fissate da FlyTop, in relazione alle proprie valutazioni progettuali e sperimentali ed eventualmente in base alle indicazioni ricevute dagli esercenti interessati.

La manutenzione è **obbligatoria**: se non viene effettuata alle scadenze previste e con le modalità prescritte, si compromette (anche in modo serio) la navigabilità del mezzo.

La manutenzione inoltre deve essere **tracciabile**: ogni intervento effettuato in officina deve essere registrato accuratamente sul libretto di manutenzione, riportato alla fine del Manuale di Volo di ogni SAPR prodotto. I documenti utilizzati per registrare qualsiasi intervento sul velivolo (maintenance records) devono essere conservati accuratamente.

Tipicamente gli interventi di manutenzione vengono effettuati secondo criteri prestabiliti:

- Ore di volo del velivolo (50 ore);
- Cicli di lavoro del pilota;
- Nel caso di impegno specialistico occorrerà prevedere una cadenza ispettiva più ristretta per quei componenti o parti soggette a maggiore attività;
- Nel caso di componenti ed accessori, le cadenze correttive sono di norma quelle previste dai singoli costruttori dei componenti. Inizialmente si possono prevedere scadenze più serrate, fino a quando non si raggiunge una sufficiente confidenza operativa.

I programmi manutentivi si articolano in una lista di elementi da ispezionare, riportando anche lo scopo dell'ispezione, la ricerca dei potenziali difetti ed il metodo ispettivo usato qualora fosse diverso dall'ispezione visiva.

1.1. ORGANIZZAZIONE

Di solito la manutenzione può essere organizzata in vari settori: ufficio tecnico, manutenzione (a vari livelli: base maintenance, line maintenance, workshop maintenance), movimentazione parti di ricambio (magazzino), ai quali sono assegnati dei responsabili. Le attività principali sono:

- Gestione documentazione tecnica;
- Programmazione dei lavori;
- Esecuzione dei lavori;
- Controllo e gestione delle parti di ricambio;
- Collaudi e rilascio nullaosta di ingresso in servizio.

Nel caso di piccole imprese, diverse funzioni possono essere attribuite alla stessa persona. In genere tutti coloro che effettuano attività manutentive all'interno dell'azienda deve avere le qualifiche per controllare il proprio lavoro.

Al termine dei lavori di manutenzione, la ditta è tenuta ad emettere, tramite il responsabile, un **certificato di riammissione in servizio**.

1.2. INFRASTRUTTURE

Per svolgere la manutenzione dei SAPR, è necessaria la disponibilità di locali adeguati per eseguire il lavoro.

Flytop S.r.l. dispone di un **laboratorio** con un capienza tale da poter accogliere e di poter intervenire su più mezzi contemporaneamente e tali da avere idonee caratteristiche di temperatura, condizionamento/riscaldamento, illuminazione, protezione da agenti dannosi alle lavorazioni previste (per esempio polveri, fumo, umidità, ecc.).

Direttamente collegato al laboratorio è l'**ufficio tecnico**. In particolare l'esigua distanza tra i due permette di avere sempre a disposizione la documentazione tecnica necessaria sul luogo di lavoro. All'interno del laboratorio trova posto un'area **magazzino** predisposta per lo stoccaggio delle parti di ricambio necessarie. Qualora si sostituiscano delle parti inefficienti, queste devono essere facilmente riconoscibili tramite marcatura e tenute separate da quelle nuove o comunque efficienti.

FlyTop dispone inoltre delle **attrezzature** necessarie per eseguire sia attività di manutenzione base sia costruzione ex-novo di parti danneggiate in modo serio. Le attrezzature e la strumentazione di misura viene costantemente controllata e calibrata secondo procedure ad hoc che ne assicurino l'efficienza e l'accuratezza richieste dal tipo di intervento.

2. SCHEMA DI MANUTENZIONE MULTIROTORE FLYBIT

Modello SAPR	
Numero di Matricola	
Operatore	
Luogo	
Data	

Ispezione delle 50 ore

Ispezione semestrale

Parte	Tipo ispezione	SI/NO	Tipo correzione	Firma
Viti struttura	Controllo stato e serraggio			
Bulloni elica	Controllo stato e serraggio			
Viti cappottature	Controllo stato e serraggio			
Struttura e rivestimenti	Danni, crinature, giochi, scollamenti, stato rivestimento			
Carrello principale	Danni, crinature, giochi, scollamenti, stato rivestimento			
Eliche	Danni, intaccature, rivestimento protettivo, gioco pale, cricche, serraggio mozzi			
Motore brushless	Allineamento, ossidazione contatti, verifica cuscinetti, funzionamento			
Gimbal	Danni, crinature, giochi, scollamenti, stato rivestimento, stato cablaggi			

Supporto batteria	Danni, crinature, stato corde di fissaggio			
Batterie	Stato di conservazione, durata, livello di carica			
Antenne	Danni, corrosioni, vincoli, collegamenti			
Luci LED	Danni, funzionamento LED, collegamenti, rivestimento			
Elettronica di bordo	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Regolatori di volo	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Centralina	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
GPS	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Paracadute	Meccanismo sgancio, struttura di contenimento, stato telo e corde			
Sensori	Danni, stato cablaggi, funzionamento			
Targhette	Verificare esistenza, leggibilità			
Scritte esterne	Verificare esistenza, leggibilità			

3. ALLEGATO A - SCHEMA SAPR FLYNOVEX



Diagonal Wheelbase : 800 mm
Arm Length : 320 mm
Center Frame Diameter : 240 mm

Landing Gear Size :
420 mm (Length) × 430 mm (Width)
× 400 mm (Height)
(Center Plate: 250 mm)

Viste e dimensioni

Appendice 4

**Analisi di rischio e valutazione
di idoneità alle operazioni
SAPR FlyBit – FLB177**

FLYTOP®



***ANALISI DI RISCHIO E VALUTAZIONE DI
IDONEITA' ALLE OPERAZIONI
SAPR FLYBIT – FLB177***

Edizione 1 Revisione 0 del 16/05/2016

FlyTop S.r.l.

Via Giulio Pittarelli, n°169 - 00166 Roma

Telefono: +39 0639749397

info@flytop.it

www.flytop.it

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA	4
3. RISCHIO	6
3.1. TOP EVENTS	8
3.2. RISCHIO ACCETTABILE per terze parti al suolo ed in aria	8
4. SCENARI OPERATIVI	11
5. POTENZIALI SITUAZIONI DI PERICOLO (HAZARD) – TOP EVENTS.....	13
6. RIDUZIONE DEL RISCHIO.....	15
7. DETERMINAZIONE SAFETY OBJECTIVES	16
8. RIDUZIONE DEL RISCHIO.....	19
9. ATTESTAZIONE IDONEITÀ DEL SISTEMA ED EVENTUALI LIMITAZIONI	20

1. INTRODUZIONE

Questo documento fornisce gli strumenti per misurare il rischio inerente all'operazioni da svolgere con il SAPR multirottore *FlyBit FLB177* dell'operatore Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli – Osservatorio Vesuviano (INGV-OV) e gli accorgimenti e le strategie che possono aiutare a ridurre tale rischio. La *Safety*, secondo quanto stabilito dall'ICAO, è un concetto collegato al livello complessivo di rischio che può essere considerato tollerabile, in termini di incidenti (e inconvenienti gravi). Inoltre viene introdotto il termine "harm", inteso come il danno potenziale associato a un incidente che deve essere controllato attraverso un processo di identificazione e gestione del rischio. La percezione della sicurezza, nel caso di SAPR, è proporzionale al numero d'incidenti indipendentemente dalla loro gravità.

Il rischio può essere ripartito tra le diverse componenti che determinano la safety:

- Aeronavigabilità, progettazione e produzione di prodotti e componenti aeronautici, Manutenzione, Riparazione e Revisione (mantenimento della navigabilità).
- Equipaggio di Volo (qualifica dei piloti e relativo addestramento)
- Operations & Air Navigation, relativo alle operazioni da svolgere con i SAPR.

Nel definire questi concetti bisogna pensare al concetto di "sistema totale" che vede le componenti del sistema dell'aviazione come parte di un singolo sistema. Tale approccio per valutare il rischio, è importante, soprattutto per i SAPR, perché le interdipendenze tra l'aeronavigabilità e le operazioni, sono ancora maggiori rispetto a quelle condotte con mezzi tradizionali. Anche la valutazione e mitigazione dei rischi deve considerare il sistema dell'aviazione nella sua interezza.

Come per gli aeromobili tradizionali, anche i SAPR non hanno diritto di accesso automatico allo spazio aereo (concetto di "equivalenza"), se le operazioni non possono essere condotte in sicurezza. Al fine dell'integrazione nello spazio aereo, è necessario che le operazioni condotte con i SAPR offrano un equivalente livello di sicurezza rispetto alle norme e alle procedure che si applicano agli aeromobili con equipaggio a bordo.

Di conseguenza si ha:

- Rischio equivalente: le operazioni non devono incrementare il rischio a terze parti a terra e utilizzatori dello spazio aereo; l'obiettivo è di assicurare che il rateo di incidenti non risulti incrementato con l'introduzione delle operazioni dei SAPR.
- Operazioni equivalenti: le operazioni devono essere condotte in accordo alle regole esistenti

2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

L'aeromobile sulla base del Regolamento ENAC – Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto (Edizione n° 2 del 16 luglio 2015 – Emendamento 1 del 21 dicembre 2015) - appartiene alla Categoria con massa massima al decollo minore di 25 kg.

Tutte le caratteristiche sono meglio descritte all'interno del Manuale di Volo Edizione 2 – Revisione 2 del 10/02/2016.

<i>COMPONENTI</i>	
Telaio	Fibra di carbonio di altissima qualità con parti di alluminio fresate.
Motori	8 motori Brushless con assorbimento massimo pari a 33.8 A e potenza di 400 W a motore
Eliche	Bipala in fibra di carbonio, 16 x 5.4 inch
Elettronica di bordo	Flight Controller composto da Giroscopio a 3 assi, Accelerometro a 3 assi, Barometro, Barometro, termometro, magnetometro esterno, GPS, anemometro esterno
Fotocamera:	Sony ILCE 6000 24 MP
Accumulatore	Batterie ai polimeri di litio 6s, 22,2 V, con capacità singola di 10000 mAh
Illuminazione esterna	Striscia LED verdi braccio anteriore destro, rossi braccio anteriore sinistro, bianchi nella parte posteriore
Paracadute	Superficie 15 mq in Dacron
Radiocomando	Bidirezionale su frequenza 2,4 GHz per una distanza massima di 2Km tra modello e radio
Data link	Bidirezionale su frequenza 433 o 868 MHz per la trasmissione dei parametri di volo, degli apparati di bordo, della missione prepianificata e comandi di volo
Tablet di controllo:	7 Pollici a colori con Wireless e 3G esterno

Trasmissione dati Tablet:	A.P.R. Wireless
Controlli di sicurezza:	Return-to-Launch (ritorno alla base) in caso di perdita del segnale radio o di voltaggio batteria scarso.
Custodia	Valigia a trolley in alluminio sagomata
<i>DIMENSIONI E MASSE</i>	
Diametro massimo	90 cm
Altezza con paracadute	70 cm
Altezza senza paracadute	50 cm
Peso al decollo (senza sensore)	7,5 kg
Peso al decollo (con FLIR A655 SC)	8,5 kg
<i>PRESTAZIONI</i>	
Raggio d'azione:	1 - 5 Km
Autonomia massima di volo	45 minuti con 2 kg di payload (sensore e Gimbal)
Quota di volo	1 - 150 m
Velocità standard di crociera	18 km/h (5 m/s)
Velocità massima di salita	1,5 m/s (modalità manuale) 1,5 m/s (modalità GPS ed automatica)
Velocità massima di discesa	1,0 m/s (modalità manuale) 1,0 m/s (modalità GPS ed automatica)
Decollo	Autonomo da terra o da piattaforma

Atterraggio	Automatico in area 4x4 o manuale assistito da stabilizzatori.
<i>LIMITAZIONI</i>	
Resistenza al vento:	Raffiche fino a 30 km/h (8 m/s)
Condizioni ambientali operative:	-5 ° C / +40 ° C
Precipitazioni consentite	È accettabile operare con pioggia debole
Ulteriori limitazioni	Evitare la presenza di polvere visibile

3. RISCHIO

Per valutare la capacità di volare in sicurezza deve essere eseguita un'analisi per stabilire il livello potenziale di rischio per le terze parti a terra e gli utilizzatori dello spazio aereo, tenendo conto della specificità delle operazioni previste e relative limitazioni e condizioni.

Il Rischio può essere definito come la probabilità di occorrenza moltiplicata per la severità degli effetti di malfunzionamento del SARP (**Risk = Probability x Severity**).

La *Severity* dipende dal danno potenziale, il quale è dato dalla combinazione di tre fattori: caratteristiche dinamiche dell'APR (dipendenti da forma, dimensioni, materiali costruttivi, ecc.), dall'area d'impatto dell'APR (dipendente dalla forma) e dalla densità abitativa del punto di impatto al suolo.

La *Probability* che qualcun venga colpito a terra dipende dal rateo di incidenti, dalla densità di popolazione e dall'area di impatto.

Per una spiegazione più approfondita si rimanda al paragrafo 7 del presente documento.

Come nelle certificazioni di aeronavigabilità, deve sussistere una relazione inversa tra la probabilità di occorrenza media per ora di volo e la severità delle conseguenze. Tale relazione si basa sulle seguenti condizioni:

- I. *Failure Conditions with No safety Effect - no probability requirement.*
- II. *Minor Failure Conditions - may be Probable.*
- III. *Major Failure Conditions - must be no more frequent than Remote.*

- IV. *Hazardous Failure Conditions - must be no more frequent than Extremely Remote.*
- V. *Catastrophic Failure Conditions - must be Extremely Improbable.*

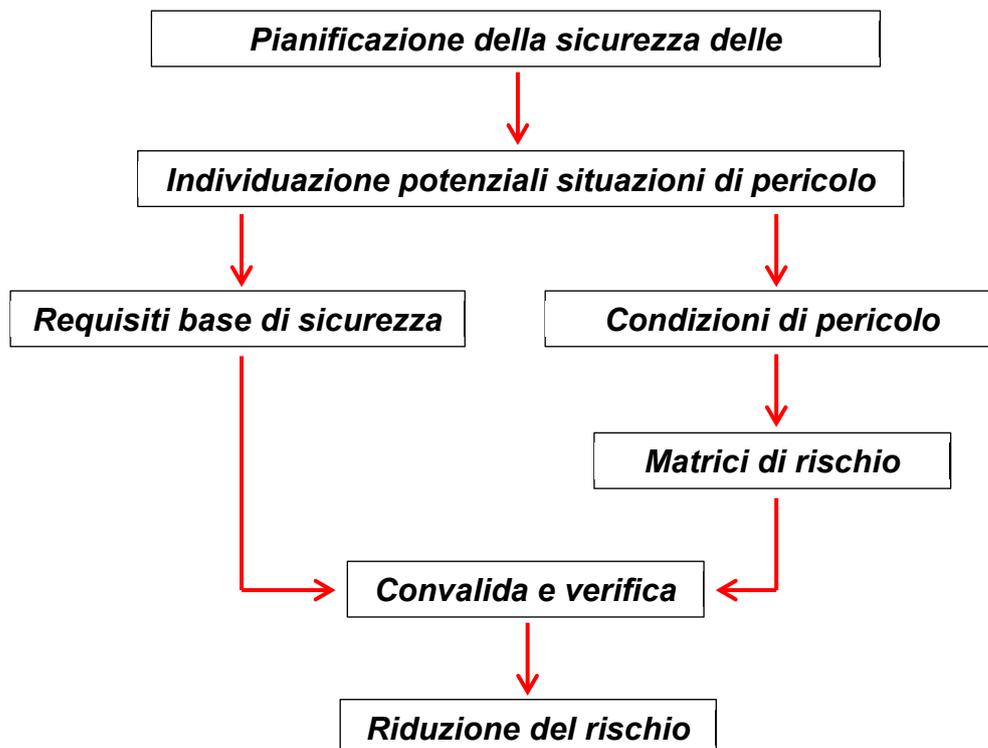
Nel caso dei SAPR si considerano solamente le condizioni 1 e 5.

Il rischio delle operazioni però non è qualcosa che può essere misurato direttamente, ma è necessario valutarlo attraverso un approccio probabilistico prima dell'inizio delle attività, al fine di valutare che il livello di sicurezza totale delle operazioni garantisca il soddisfacimento dei livelli di rischio accettabili. Il rischio a terze parti è in parte funzione dell'aeronevibilità, poiché alcuni elementi quali la densità abitativa e l'area d'impatto non sono elementi oggetto di airworthiness.

La valutazione del rischio delle operazioni deriva infatti direttamente dai decenni di esperienze e statistiche disponibili dagli aeromobili con equipaggio mediante la definizione di un **Equivalent Level of Safety (ELOS)** limitato dal valore di 1 (un) incidente ogni milione di ore volate. Sulla base delle considerazioni relative potranno definirsi l'accettabilità della certificazione del mezzo, la definizione della sua struttura e delle sue parti e le modalità delle operazioni che si intenderanno svolgere con tale APR.

Questo documento è stato redatto sui criteri ingegneristici richiesti per individuare le situazioni di potenziale pericolo e per ridurre il rischio delle operazioni a valori accettabili con una descrizione del *System Safety Objective* per conoscere le condizioni di potenziale pericolo (*hazard*) e mantenere i rischi stessi a un livello accettabile.

Lo schema utilizzato è il seguente:



Dallo schema appare evidente come il processo deve essere ripetitivo, nel senso che dalla individuazione della possibile riduzione del rischio deve essere ripianificata la sicurezza delle operazioni con l'individuazione dei rischi stessi e con l'eventuale applicazione di azioni mitigatrici del rischio stesso.

È fondamentale a questo scopo la raccolta da parte dell'operatore di tutti gli incidenti e gli eventi anomali e la comunicazione all'ENAC degli eventi maggiori in modo da intraprendere le necessarie azioni correttive per le future operazioni con questo tipo di sistemi a pilotaggio remoto.

3.1. TOP EVENTS

Analogamente alle attività aeronautiche con pilota, i **Top Event** dovuti ad avarie o malfunzionamenti del sistema, che potenzialmente possono avere conseguenze catastrofiche e a fronte dei quali deve essere valutata l'accettabilità del livello di rischio, associato alle operazioni in relazione alla popolazione a terra e ad infrastrutture sensibili, o agli altri utenti dello spazio aereo, sono:

Top Event	Zona
<i>Malfunzionamenti che creano impatto al suolo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • In area operazioni • In area di buffer • Fuori area operazioni
<i>Malfunzionamenti che creano collisione in volo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • In spazi aerei controllati • In spazi aerei non controllati

I suddetti eventi sono classificati secondo due **livelli di severità**:

- *Livello I*: massima criticità (*catastrophic effects*) che possono causare, in modo diretto o indiretto, morte o lesioni gravi a terzi sia a terra che in aria, sia all'equipaggio del SAPR, danni a proprietà pubbliche o infrastrutture con ricadute su ambiente e popolazione.
- *Livello V*: eventi che non hanno effetto sulla safety.

3.2. RISCHIO ACCETTABILE per terze parti al suolo e in aria

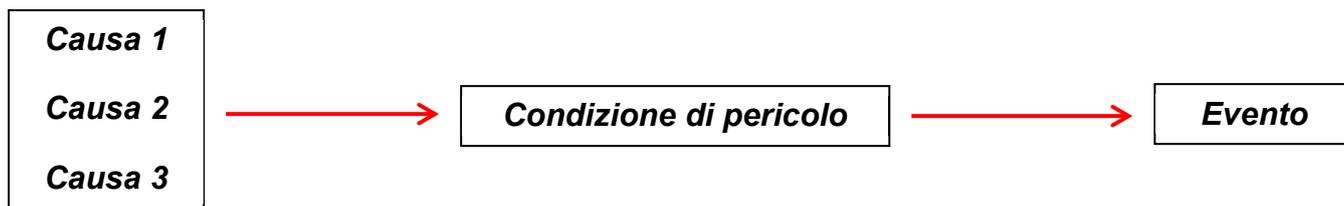
Ogni condizione di volo incontrollato che possa colpire persone al suolo può avere conseguenze fatali. Anche gli APR con bassi livelli di energia possono causare lesioni gravi, eccetto che per casi di particolari di APR con caratteristiche di inoffensività .

Si assumono, per qualsiasi incidente potenzialmente catastrofico, come valori di riferimento quelli corrispondenti ai ratei di occorrenza di incidenti su aree congestionate per operazioni con elicotteri che possono volare al di sotto di 500 piedi.

Sulla base dei dati derivanti dalle operazioni degli aeromobili con pilota a bordo e sfruttando il principio di equivalenza, si ritiene che 1×10^{-6} per ora di volo sia un valore accettabile di **rateo di occorrenza** per eventi (top event) classificati catastrofici, come considerato nel documento JAA/Eurocontrol "A concept for European regulations for Civil Unmanned Aerial Vehicles", 2004, Appendix.3.5.

Per operazioni condotte a quote ≤ 70 m e limitate anche in caso di avaria a questa altezza, essendo bassa la probabilità di incontrare altri utenti, non è considerato il rischio di MAC. In caso contrario, il rischio accettabile di collisione con altri aerei in volo è ricavabile dai dati applicabili alle operazioni condotte con aeromobili con pilota a bordo (principio di equivalenza). Per operazioni tra 70 e 150 m di quota, in caso di perdita di controllo, il rischio deve essere $< 1 \times 10^{-6}$ se gli APR rimangono nello spazio aereo non controllato, mentre in caso di invasione di spazio aereo controllato è $< 1 \times 10^{-7}$.

Per l'analisi dei potenziali pericoli si utilizza il **modello Bow-tie** di seguito rappresentato:



La colonna di sinistra individua le cause iniziali dell'hazard, quella centrale l'effetto della concatenazione di più cause (sequenza degli eventi) che produce la condizione di pericolo dal quale possono derivare eventi pericolosi.

Con riferimento ad alcune potenziali situazioni di pericolo, è possibile applicare il modello sia a collisioni con il terreno, sia a collisioni con aeromobili in volo

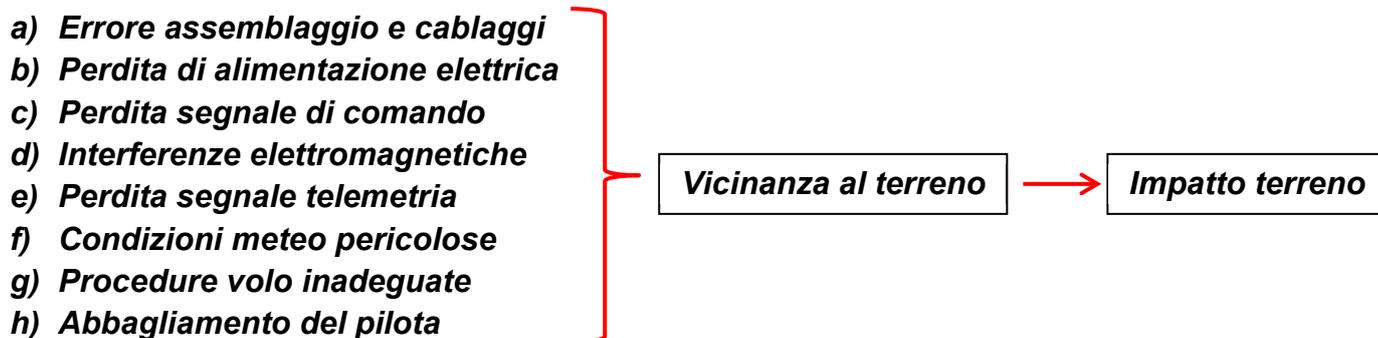


Figura 1 – Collisione con il terreno

Le condizioni b), c) ed e) sono fortemente mitigate nel rischio dal sistema Fail Safe.

Le condizioni d), e) e f) sono mitigate dall'attivazione del sistema Geofence

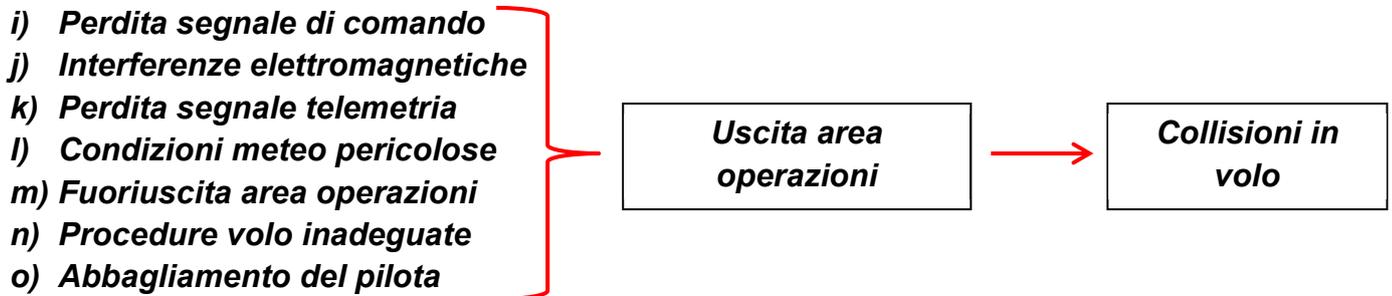


Figura 2 – Collisione con aeromobile in volo

Le condizioni i) e k) sono fortemente mitigate nel rischio dal sistema Fail Safe.

Le condizioni l), m) e n) sono mitigate dall'attivazione del sistema Geofence.

Ovviamente la contemporanea occorrenza di più condizioni aumenta la probabilità che le condizioni anomale insieme alla condizione di pericolo provochino l'evento; tale ipotesi non è stata considerata per la brevità dei voli.

La probabilità di accadimento delle cause iniziali sono altresì fortemente influenzate dal rispetto delle procedure e dalla conoscenza ed esperienza delle condizioni operative.

In generale si può ritenere che nel caso di *collisioni con il terreno*, le cause iniziali possano avere un'incidenza statistica dell'ordine di 10E-4/ora, mentre la vicinanza al terreno statisticamente valga 10E-2, per cui il rischio di impatto incontrollato col terreno abbia un valore ELOS dell'ordine di 10E-6/ora volo.

Va rammentato che la disponibilità di un paracadute d'emergenza consente la riduzione sostanziale del rischio dell'evento pericoloso.

Nel caso di *collisioni in volo* le cause iniziali possano avere un'incidenza statistica dell'ordine di 10E-4/ora, mentre la vicinanza in volo statisticamente valga 10E-3, per cui il rischio di impatto con altro aeromobile abbia un valore ELOS dell'ordine di 10E-7/ora volo.

4. SCENARI OPERATIVI

Gli scenari operativi sono definiti in termini di volumi: aree superficiali impegnate e Spazio aereo interessato.

Per *aree impegnate* s'intende la totalità delle aree, non solo quelle pianificate dalle operazioni, ma anche quelle che potrebbero essere oggetto d'impatto al suolo in caso d'incidente e/o malfunzionamento.

L'area delle operazioni deve essere valutata per determinarne la classificazione come: area congestionata, per alta densità abitativa o per presenza d'infrastrutture "sensibili", o area remota, o anche area con specifica densità abitativa, nel caso che non rientri nei primi due casi.

Nel definire le aree di operazioni bisogna considerare tutti gli elementi che concorrono a definirne i contorni, in particolare delle limitazioni VLOS, la presenza di eventuali ostacoli che possono determinare la perdita anche temporanea delle condizioni VLOS o portare a interruzione (jamming) del radio link o la degradazione del segnale GPS. Nel caso di stazione di controllo mobile (installata ad esempio su un autoveicolo), si deve tenere in considerazione la differenza delle modalità di movimento fra stazione di controllo (limitata dalla tipologia di strada che sta percorrendo) e APR (teoricamente libero di volare senza costrizioni).

Il volume V150 definisce un'area di sicurezza al di fuori del raggio di 500 m entro il quale dovranno svolgersi le operazioni. Considerando una velocità massima di salita di 1,5 m/s, una velocità massima di discesa pari a 1,0 m/s ed una velocità massima orizzontale di 5 m/s, si ricava per l'area di protezione un valore massimo pari a 64 m (*raggio area buffer*), per operazioni fino a 150 m dal suolo.

Per quanto riguarda operazioni in *aree riservate* l'attivazione del sistema Geofence con l'inserimento delle coordinate del punto di rientro fornisce un'idonea azione mitigatrice; la stessa considerazione è applicabile alle operazioni svolte in prossimità degli aeroporti.

In quest'ultimo tipo di operazioni l'attivazione di una connessione con l'ente del Traffico Aereo può consentire una gestione integrata di situazioni anormali, magari supportato dall'impiego di un transponder aeronautico.

Particolare rilievo hanno le operazioni in *aree congestionate*, cioè aree all'interno delle quali, a causa della presenza umana, un incidente può avere conseguenze catastrofiche. Anche un APR, caratterizzato da bassissimi livelli di energia, può condurre a effetti incontrollati a causa di panico del pubblico.

Ogni incidente potenzialmente catastrofico deve presentare un profilo di rischio caratterizzato da un livello di occorrenza di 1×10^{-6} per ora di volo. Oltre le aree residenziali, è necessario valutare per la presenza di siti industriali che possono essere causa di effetti catastrofici indiretti. Infatti l'area industriale va valutata per determinare se

gli effetti si possono ritenere catastrofici al fine di predisporre l'analisi di idoneità del SAPR. Il rischio può essere per il personale, per la popolazione residente nelle aree circostanti e per l'ambiente in caso di incidente di APR.

Le operazioni in prossimità di linee ferroviarie, di autostrade e di impianti industriali richiedono uno studio preliminare alla missione che consideri con attenzione i possibili effetti di forti turbolenze localizzate ed anche le potenziali sorgenti elettromagnetiche che potrebbero disturbare sia il controllo manuale od automatico del mezzo, sia il data link per la trasmissione dei parametri di volo e degli impianti di bordo.

Nel caso di sorvolo di linea ferroviaria caratterizzata da scarso traffico, potrebbero non esserci rischi significativi perché alti livelli di energia cinetica sono necessari per causare danni alla linea ferroviaria e al treno stesso tali da causare vittime. L'impatto di un APR, se di elevato peso deve essere oggetto di valutazione, insieme all'alta velocità del treno che potrebbe causare l'interruzione della linea aerea con conseguente interruzione del servizio, o sfondamento del parabrezza della cabina.

Nel caso di sorvolo su autostrade, seguendo il suo percorso si deve tener conto dell'eventuale impatto dell'APR su un veicolo procedente sulla strada; i rischi dipendono essenzialmente dalla velocità dei veicoli e dalla densità di traffico

L'area di impatto (A_i) è calcolata in metri quadri con la formula:

$$A_i = 10 * [2 * (d + 0,3) * p * \pi * (d + 0,3)^2]$$

(dove d è la dimensione massima del mezzo e p è pari al rapporto fra l'altezza di una persona (1,8 m) e la tangente dell'angolo minimo d'impatto terreno (45°) e π il valore di p greco) fornisce un valore dell'ordine di 13 mq.

Nell'ipotesi di una densità $O_p = 1$ persona/10 mq, la *probabilità di colpire una persona a terra* a causa di un impatto incontrollato col terreno, determinata con l'espressione:

$$P = \frac{E_c}{A_i * O_p}$$

mantiene il valore di 1×10^{-6} , rischio ritenuto accettabile.

Nel caso di collisione con un altro aeromobile, le misure di attenuazione dei rischi sono strettamente correlate alla capacità di "see and avoid". Il pilotaggio da remoto ha la peculiarità di non permettere al pilota di vedere ed evitare come farebbe un pilota a bordo, perciò vi sono tre condizioni che possono essere utilizzate: VLOS, EVLOS e BLOS.

Nel caso di operazioni in *VLOS* ed *EVLOS*, per evitare la collisione/penetrazione di un'area considerata come potenzialmente esposta a pericolo di collisione deve essere assicurata la capacità di auto-separazione, cioè di mantenere un'adeguata distanza da altri aerei

La collisione si può avere in presenza di combinazione di perdita del controllo manuale del sistema e del sistema di navigazione automatico. La perdita del controllo manuale non ha impatto se l'APR mantiene la capacità di volare secondo un piano di volo programmato o in grado di effettuare una manovra di terminazione del volo. La presenza di un piano di contingency può essere adottato di concerto con il servizio del controllo del traffico aereo per minimizzare le conseguenze di perdita di controllo.

Nel caso di operazioni in *BLOS*, separando i traffici tramite segregazione dello spazio aereo, è possibile minimizzare la possibilità di incidente.

Il rischio secondario causato a persone dalla caduta di parti di aeromobili in seguito a collisione in volo si possono considerare trascurabili, anche per la probabilità dell'evento di un ordine di grandezza minore del rischio legato all'impatto col terreno.

A maggior protezione della sicurezza delle persone tutte le operazioni non prevedono il sorvolo di aree congestionate, di assembramenti di persone ed agglomerati urbani ad una distanza inferiore ai 150 m dalle persone estranee alle operazioni, valore che coincide con l'area buffer prima definita.

Si rammenta anche al proposito che i voli per attività di collaudo avranno luogo in aree disabitate.

L'attività sperimentale di collaudo potrà supportare l'identificazione delle condizioni di avaria e la valutazione delle criticità.

5. POTENZIALI SITUAZIONI DI PERICOLO (HAZARD) - TOP EVENTS

I *Top Event* già introdotti ai paragrafi 3.1 e 3.2 e che possono accadere nelle zone su indicate, derivano da statistiche esterne disponibili relativamente ai componenti elettronici installati a bordo (Handbook of Reliability Prediction Procedures for Mechanical Equipment May 2011 e Reliability Prediction of Electronic Equipment – MIL HDBK -217F), e da quelle della società FlyTop in merito all'utilizzo dei propri APR.

Gli eventi riportati vanno rapportati alle ore di volo finora stimabili.

N°	Top event
1	<i>Errore assemblaggio e cablaggi software/hardware</i>
2	<i>Perdita alimentazione elettrica</i>
3	<i>Perdita segnale di comando ed impossibilità di passaggio tra navigazione automatica e manuale</i>
4	<i>Interferenze elettromagnetiche sul segnale GPS</i>
5	<i>Perdita segnale telemetria</i>
6	<i>Condizioni meteorologiche pericolose</i>
7	<i>Fuoriuscita area operazioni</i>
8	<i>Procedure volo inadeguate</i>
9	<i>Abbagliamento pilota</i>

Ai Top Event seguono delle possibili *Mitigazioni*:

- 1) Il costruttore verifica il corretto assemblaggio di tutte le parti del mezzo. Il monitoraggio continuo durante le operazioni consente la sorveglianza continua del funzionamento corretto del mezzo e delle parti. È consigliabile verificare l'APR al termine di ogni missione e dopo un mancato impiego superiore a giorni 30 (vedi Manuale delle Operazioni).
 NOTA: è stato sperimentato un segnale di disturbo proveniente dal circuito degli accumulatori che ha provocato la perdita del valore della prua: operativamente il problema è stato risolto passando al pilotaggio manuale.
- 2) Come specificato nel Manuale Operativo ed in quello di Volo, gli accumulatori devono essere verificati con attenzione prima di ogni missione.
 Gli accumulatori sono collegati in parallelo ed il sistema di telemetria con trasmissione in tempo reale del valore istantaneo della tensione attiva un allarme visivo per basso voltaggio. Il sistema Fail Safe consente il rientro automatico nella posizione di decollo in caso di bassa tensione.
- 3) Il sistema Fail Safe consente il rientro automatico nella posizione di decollo in caso di perdita di segnale fra il radiocomando trasmettente e la ricevente di bordo.
- 4) L'operatore prevede sul Manuale Operativo di consultare la situazione attuale del campo geomagnetico fornita dal NOAA – Space Environment Center. prima di iniziare l'attività di volo.
- 5) La perdita del segnale fra il drone e la Ground Station attiva il rientro nella posizione di decollo da parte del sistema Fail Safe.
- 6) È compito del pilota la verifica continua durante le operazioni del rispetto dei valori minimi meteorologici previsti sul Manuale Operativo.
- 7) L'attivazione della funzione Geofence contiene il volo all'interno di uno spazio aereo predefinito.
- 8) Il pilota deve essere qualificato alle operazioni e verificare le proprie condizioni di salute fisica e psichica per poter effettuare correttamente ed in sicurezza i propri compiti secondo il Manuale Operativo.
- 9) È previsto l'impiego di berretto ed occhiali con lenti polarizzate sul Manuale Operativo.

6. RIDUZIONE DEL RISCHIO

Nel paragrafo 4 sono già state evidenziate nelle note le azioni mitigatrici già implementate dall'operatore.

Migliorare l'addestramento e facilitare il funzionamento può anche ridurre la quantità di errori umani che si traducono in errori di sistema.

Per limitare il *rischio di impatto a terra*, una misura di mitigazione è quella di limitare o ridurre l'esposizione delle persone al rischio, cercare di svolgere le operazioni in aree scarsamente popolate o lontano dai grandi centri abitati, assicurare il controllo locale sopra l'esposizione di rischio per persone a terra, utilizzare sistemi di navigazione altamente precisi che garantiscano il funzionamento dell'APR nelle aree designate.

L'impiego dei sistema *Fail Safe* e della funzione *Geofence* (così come l'impiego di *terminatore di volo e/o paracadute*, se previsti sul mezzo) mitigano fortemente le condizioni di hazard, in quanto con tali sistemi si può rallentare la discesa del veicolo, se si verifica un guasto incontrollabile, e si può far rientrare il mezzo alla base di partenza, riducendo le possibilità di danno.

La scelta di *profili di missione* opportuni può facilitare operazioni sopra o vicino ad aree di operazioni critiche. Nel caso di drone multirottore si può considerare l'area di decollo ed atterraggio come inscritta in un cilindro base, la cui area è mantenuta sgombra da personale non indispensabili per le operazioni, e che abbia dimensioni adeguate che permettano al mezzo di raggiungere una quota di sicurezza minima alla quale è possibile attivare efficacemente il paracadute, previsto come mezzo di terminazione del volo:

$$Q_A = Q_B + D_T$$

QA rappresenta la quota minima delle operazioni, QB la quota di attivazione del paracadute, DT il tempo di ritardo tra il comando e l'attuazione dello stesso. La distanza minima dalle persone, assicurata dal raggio del cilindro, deve permettere che in caso di qualsiasi avaria in decollo o in fase di salita, il pilota abbia il tempo necessario a terminare il volo, provocando il crash dell'APR, nell'area protetta del cilindro.

Si ribadisce che per aumentare la sicurezza delle operazioni è necessario una continua attenzione a tutte le potenziali cause delle origini delle situazioni di pericolo ed un continuo monitoraggio delle operazioni.

Tali attenzioni potranno realizzare una riduzione del rischio attraverso l'applicazione di miglioramento delle procedure adottate per aumentare il livello generale di sicurezza con l'eventuale adozione di ulteriori azioni mitigatrici.

Da quanto detto e dall'esame delle matrici di rischio elaborate risulta fondamentale il rispetto scrupoloso di tutte le procedure previste nel Manuale delle Operazioni e nel Manuale di Volo.

7. DETERMINAZIONE SAFETY OBJECTIVES

Per ognuno dei Top Event descritti precedentemente si deve determinare i *safety objectives* richiesti alle operazioni del sistema per soddisfare il livello di rischio accettabile. Essi indicano la massima frequenza di occorrenza permessa in relazione alla severità.

Il valore di safety objective richiesto al sistema, a parità di danno potenziale (dipendente dalle caratteristiche del SAPR), dipende da diversi parametri che legano le caratteristiche dell'area di impatto alla densità abitativa, al tempo di esposizione, al rischio in funzione di come le diverse fasi di volo possono interessare porzioni di aree con densità di popolazione differenti per tempi diversi:

- H=0 se l'hazard potenziale non è significativo (APR inoffensivo), altrimenti H=1
- Pc = probabilità di colpire persone
- So = SAPR Safety Objective associato al Top Event
- Sor = SAPR Safety Objective richiesto al Sistema

$$Sor = So * Te * Pc$$

- Te = tempo di esposizione

L'*area d'impatto* considerata può essere quella delle operazioni, il buffer o le aree limitrofe.

Il *Tempo di esposizione* tiene conto della probabilità che venga interessata una certa area, della functional failure del SAPR (condizioni di APR fuori controllo, situazione nella quale il pilota non è in grado di accedere al controllo del mezzo per comandarlo secondo le sue intenzioni) e della durata del sorvolo di una certa area.

Si può creare una **matrice di rischio** in cui si riportano tutti i suddetti elementi per la determinazione dei SAPR safety objectives ed i corrispondenti SAPR functional failure conditions

Quando si valutano i contributi agli incidenti dei SAPR, analogamente all'aviazione civile, si può considerare che solo il 10% di essi dipende da problemi di natura tecnica; tutto il resto dipende da errori umani.

Il valore di safety objective dei SAPR (So) si ottiene moltiplicando per 10^{-1} il rateo di occorrenza accettato per i Top Event. Qualora vi siano dei dati sperimentali che possono

migliorare questa percentuale, è possibile proporla per migliorare questi fattori ma, in assenza di una giustificazione, il contributo SAPR deve essere posto uguale a 10^{-1} .

Top Event	Area	Tipo Area	Livello di severità	So	H	Te (1 h)	Pc	Sor
1	Fuori area operazioni	Critica/non critica	II	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-6}	1×10^{-13}
2	Area operazioni	Critica/non critica	II	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-7}	1×10^{-14}
3	Area operazioni	Critica/non critica	IV	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-6}	1×10^{-13}
4	Area operazioni	Critica/non critica	III	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-6}	1×10^{-13}
5	Area operazioni	Critica/non critica	IV	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-5}	1×10^{-12}
6	Area operazioni	Critica/non critica	III	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-6}	1×10^{-13}
7	Aree limitrofe	Critica/non critica	IV	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-7}	1×10^{-14}
8	Area buffer	Critica/non critica	II	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-7}	1×10^{-14}
9	Area operazioni	Critica/non critica	III	1×10^{-7}	1	1	1×10^{-5}	1×10^{-12}

All'interno della matrice viene introdotto il concetto di rischio associato ad ogni top event. Il *rischio* delle operazioni è la possibilità che si verifichi un evento con possibili conseguenze pericolose ed è espresso dalla formula

$$\text{Rischio evento} = \text{Severity} \times \text{Probability}$$

dove per Severity si intende la gravità dell'evento e per Probability la probabilità che l'evento accada.

Dalla costruzione di una matrice è possibile stabilire il livello del rischio e quindi la predisposizione degli strumenti idonei alla sua mitigazione (Tabella 1).

Severity/ Probability	Catastrofica	Pericolosa	Maggiore	Minore	Trascurabile
<i>Estremamente improbabile</i>	I 1	II 1	III 1	IV 1	V 1
<i>Improbabile</i>	I 2	II 2	III 2	IV 2	V 2
<i>Rara</i>	I 3	II 3	III 3	IV 3	V 3
<i>Occasionale</i>	I 4	II 4	III 4	IV 4	V 4
<i>Possibile</i>	I 5	II 5	III 5	IV 5	V 5

Tabella 1 - Rischio evento

Per la Severity si individuano i seguenti effetti:

- *I - Catastrofica*: Gravissimi danni personali: Incidente
- *II - Pericolosa*: Ampia riduzione del margine di sicurezza, fatica psichica per l'incertezza sulla possibilità di gestire l'evento. Danni gravi personali. Distruzione del mezzo.
- *III - Maggiore*: Significativa riduzione del margine di sicurezza con richiesta da parte del pilota di gestire una situazione anomala con grosso impegno. Inconveniente grave. Danni personali minori
- *IV - Minore*: Disturbo. Limitazioni d'impiego. Uso procedure d'emergenza. Inconveniente.
- *V - Trascurabile*: Minori conseguenze

Per la Probability (Pc) in termini statistici si possono indicare i seguenti valori:

- 1: Estremamente improbabile (<1*10E-7/ora)
- 2: Improbabile (<1*10E-6/ora)
- 3: Rara (<1*10E-5/ora)
- 4: Occasionale (>1*10E-5/ora)
- 5: Possibile (>1*10E3/ora).

Combinando i dati si individua così l'area dei possibili interventi o di particolare attenzione (area gialla) ed anche l'area dove il rischio è elevato e quindi inaccettabile (area rossa). Nell'area blu le operazioni possono svolgersi con un accettabile rischio.

Nelle tabelle 2 e 3 successive si applica questo metodo a due possibili conseguenze proprie dell'attività del mezzo a seguito di uno o più top event:

- Collisione con persone/proprietà
- Collisione a/m in volo

Collisione incontrollata col terreno

Severity/ Probability	Catastrofica	Pericolosa	Maggiore	Minore	Trascurabile
<i>Estremamente improbabile</i>	I 1	II 1	III 1	IV 1	V 1
<i>Improbabile</i>		II 2	III 2	IV 2	V 2
<i>Rara</i>				IV 3	V 3
<i>Occasionale</i>					
<i>Possibile</i>					

Tabella 2

Collisione a/m in volo

Severity/ Probability	Catastrofica	Pericolosa	Maggiore	Minore	Trascurabile
Estremamente improbabile	I 1	II 1	III 1	IV 1	V 1
Improbabile		II 2	III 2	IV 2	V 2
Rara			III 3	IV 3	V 3
Occasionale				IV 4	V 4
Possibile				IV 5	V 5

Tabella 3

8. RIDUZIONE DEL RISCHIO

Nel paragrafo 5 sono già state evidenziate nelle note le azioni mitigatrici già implementate dall'operatore per ogni singolo top event.

Migliorare l'addestramento e facilitare il funzionamento può anche ridurre la quantità di errori umani (human factor) che si traducono in errori di sistema.

Per limitare il *rischio di impatto a terra*, una misura di mitigazione è quella di limitare o ridurre l'esposizione delle persone al rischio, cercare di svolgere le operazioni in aree scarsamente popolate o lontano dai grandi centri abitati, assicurare il controllo locale sopra l'esposizione di rischio per persone a terra, utilizzare sistemi di navigazione altamente precisi che garantiscano il funzionamento dell'APR nelle aree designate.

L'impiego dei sistema *Fail Safe* e della funzione *Geofence* (così come l'impiego di *terminatore di volo* e/o *paracadute*, se previsti sul mezzo) mitigano fortemente le condizioni di hazard, in quanto con tali sistemi si può rallentare la discesa del veicolo, se si verifica un guasto incontrollabile, e si può far rientrare il mezzo alla base di partenza, riducendo le possibilità di danno.

L'attività sperimentale e l'uso del simulatore di volo può aiutare ad individuare l'identificazione delle condizioni di avaria e gli effetti di valutazione delle criticità. Inoltre questo tipo di attività permette di valutare e classificare le conseguenze dei system failure conditions (per esempio perdita di propulsione di tutto o di parte del mezzo, funzionamento corretto della funzione Return to Launch o dell'apparato di terminazione del volo, ecc.)

La scelta di *profili di missione* opportuni può facilitare operazioni sopra o vicino ad aree di operazioni critiche. Nel caso di drone multirottore si può considerare l'area di decollo ed atterraggio come inscritta in un cilindro base, la cui area è mantenuta sgombra da personale non indispensabili per le operazioni, e che abbia dimensioni adeguate che permettano al mezzo di raggiungere una quota di sicurezza minima alla quale è possibile attivare efficacemente il paracadute, previsto come mezzo di terminazione del volo:

$$Q_A = Q_B + D_T$$

QA rappresenta la quota minima delle operazioni, QB la quota di attivazione del paracadute, DT il tempo di ritardo tra il comando e l'attuazione dello stesso. La distanza minima dalle persone, assicurata dal raggio del cilindro, deve permettere che in caso di qualsiasi avaria in decollo o in fase di salita, il pilota abbia il tempo necessario a terminare il volo, provocando il crash dell'APR, nell'area protetta del cilindro.

Si ribadisce che per aumentare la sicurezza delle operazioni è necessario una continua attenzione a tutte le potenziali cause delle origini delle situazioni di pericolo ed un continuo monitoraggio delle operazioni.

Tali attenzioni potranno realizzare una riduzione del rischio attraverso l'applicazione di miglioramento delle procedure adottate per aumentare il livello generale di sicurezza con l'eventuale adozione di ulteriori azioni mitigatrici.

Da quanto detto e dall'esame delle matrici di rischio elaborate risulta fondamentale il rispetto scrupoloso di tutte le procedure previste nel Manuale delle Operazioni e nel Manuale di Volo.

9. ATTESTAZIONE IDONEITÀ DEL SISTEMA ED EVENTUALI LIMITAZIONI

Sulla base di questo studio e con riferimento ai tipi di operazioni specificate riportate nell'Edizione 1 Revisione 0 del Manuale delle Operazioni dell'operatore Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli – Osservatorio Vesuviano (INGV-OV), si ritiene che **il Sistema aereo a pilotaggio remoto FlyBit con matricola FLB 177 possa essere utilizzato con un accettabile valore del rischio per operazioni specializzate critiche e non critiche.**

- Le **operazioni specializzate critiche** dovranno essere effettuate a distanza superiore a 150 m da aree congestionate, assembramenti di persone ed agglomerati urbani.
- Le **operazioni specializzate critiche** svolte in **aree riservate**, in **prossimità di linee e stazioni ferroviarie**, **autostrade** ed **impianti industriali** dovranno prevedere uno studio preliminare che consideri le specifiche maggiori condizioni di pericolo.
- Le **operazioni specializzate critiche** svolte in **prossimità di aeroporti** prevedranno l'attivazione di un collegamento con l'Ente del Traffico Aereo per gestire possibili situazioni anomale.

- Tutte le operazioni svolte con l'APR (sia non critiche che critiche) prevedranno l'impiego del sistema **Fail Safe** e della funzione **Geofence**.
- L'impiego di un **terminatore di volo** e/o di un **paracadute d'emergenza** costituisce un'ulteriore mitigazione dei rischi derivanti da un incontrollato impatto col terreno.

L'operatore utilizzerà tutti gli strumenti in suo possesso al fine di ridurre al minimo tutti le condizioni di pericolo legate alle operazioni che possano provocare rischi con danni a persone o cose terze, agli operatori ed al mezzo stesso.

Una gestione manageriale della sicurezza contribuisce alla riduzione della frequenza e della severità degli incidenti ed inconvenienti.

Tale obiettivo può essere perseguito con la massima attenzione ai fattori tecnici, ai fattori umani ed ai fattori organizzativi.

La riduzione dei rischi derivanti da fattori umani è legata alla formazione ed al mantenimento dell'addestramento degli operatori ed all'attenzione da dedicare ad ogni, anche minima, anomalia nelle operazioni

La riduzione dei rischi derivanti dai fattori tecnici deriva dalla corretta manutenzione dei mezzi impiegati nel rispetto del programma di manutenzione definito.

Il sistema per la gestione del rischio delle operazioni deve essere ripetitivo, nel senso che l'esperienza deve indicare elementi nuovi o più aggiornati valori statistici relativi al mezzo ed alle operazioni. Tali elementi in continua evoluzioni dovranno suggerire misure di mitigazione del rischio attraverso l'installazione di parti diverse oppure mediante l'applicazione di nuove procedure operative.

Luogo e data

Roma, 16 maggio 2016

Timbro e firma

FlyTop srl
Via Giulio Pittarelli, 169
00166 ROMA
CF e PIVA 12629981007

Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/quaderni-di-geofisica/>

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/rapporti-tecnici-ingv/>

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/miscellanea-ingv/>

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc..

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2017 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia