



# PROGRAMMA PROVE DI VOLO



Redatto da Marco Grilli in qualità di proprietario e costruttore - Maggio 2014 -



## Indice delle revisioni

| DATA       | REVISIONI     |
|------------|---------------|
| 10/05/2014 | Prima release |
|            |               |
|            |               |

## Indice generale

|  |       |
|--|-------|
| 1. Introduzione.....   | pag.3 |
| 1.1 Lunghezze di pista   |       |
| 1.2 Equipaggiamenti e piano di emergenza                                     |       |
| 1.3 Link utili   |       |
| 2. Prove pre-volo.....   | pag.6 |
| 2.1 Massima quantità di combustibile utilizzabile                            |       |
| 2.2 Controlli pre-avviamento sistema EFII                                    |       |
| 2.3 Messa in moto e setup delle centraline EFII                              |       |
| 2.4 Prove di accelerazione   |       |
| 2.5 Controllo del sistema EFII in condizioni anormali                        |       |
| 3. Prove di volo.....  | pag.9 |
| 3.1 Manovre al suolo - Taxi e calcolo dello spazio di frenata -              |       |
| 3.2 Primo e secondo volo - Motopropulsore -                                  |       |
| 3.3 Terzo volo - Motopropulsore -  |       |
| 3.4 Quarto e quinto volo - Controllabilità, trimmabilità -                   |       |
| 3.5 Sesto volo - Prestazioni di salita e discesa -                           |       |
| 3.6 Settimo volo - $V_x, V_y, V_{max}$ -                                     |       |
| 3.7 Ottavo e nono volo - Controllabilità, trimmabilità al variare del C.G. - |       |
| 3.8 Decimo, undicesimo e tredicesimo volo - Stabilità -                      |       |
| 3.9 Quattordicesimo volo - Calibrazione anemometro -                         |       |
| 3.10 Quindicesimo volo - Stallo -  |       |
| 3.11 Sedicesimo e diciassettesimo volo - Stallo al variare del C.G. -        |       |
| 3.12 Diciottesimo volo - $V_{ne}, V_{fe}$ -                                  |       |
| 3.13 Diciottesimo volo - Verifica EFII Ecu singola e avarie elettriche -     |       |
| 3.14 Diciannovesimo volo - Distanze di decollo ed atterraggio -              |       |
| 3.15 Ventesimo volo - Tangenza massima -                                     |       |
| 3.16 Ventunesimo Volo - Massima autonomia oraria -                           |       |



## 1. Introduzione

In questo documento sono descritte le prove pre-volo e di volo per le operazioni di collaudo dell'aeromobile Van's Aircraft Rv7 I-MKLLK. Le modalità del collaudo sono state stabilite secondo le linee guida della FAA Advisory Circular No 9089-A del 25/05/95, dalle normative CS-23 ove applicabili, CS-E390 parti a), b), d), CS-E450 parte a) e dall'appendice A della circolare NAV/15E. In aggiunta alle consuete procedure di collaudo verranno descritte ed eseguite prove di funzionamento ed affidabilità del sistema di accensione ed iniezione a controllo elettronico EFII (Electronic Fuel Injection and Ignition) , installato sul velivolo. Questi test costituiscono la prima fase della sperimentazione, necessaria alla luce del fatto che l'installazione di questo tipo di impianto in campo aeronautico viene considerata innovativa e priva di una storia statistica per ciò che concerne l'affidabilità. Maggiori informazioni si trovano nel documento allegato "Verso l'Elettronica" da me redatto.

Diversamente l'aeromobile, essendo stato immatricolato in Italia e all'estero in numerosi esemplari, è da considerarsi di tipo noto. Visto quanto sopra il programma delle prove di volo comprende 21 voli pari a **28 ore di volo**.

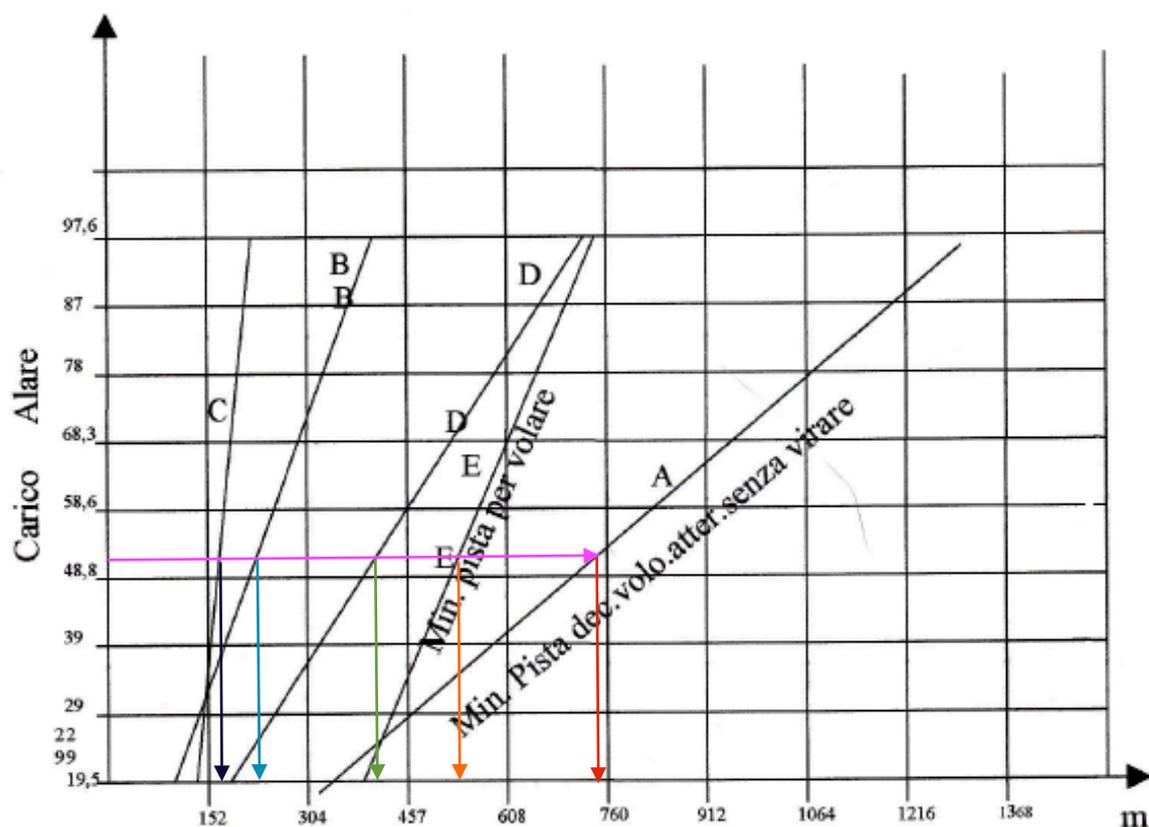
L'aviosuperficie presso la quale verranno effettuate le prove è quella di Mensanello, sita nel comune di Colle di Val d'Elsa. Le piste 07 e 25 presentano le seguenti caratteristiche: 700 mt X 30 mt, TORA e LDA 700 mt, fondo erboso. Come aeroporto alternato, in caso di improvvisa inagibilità o di necessità di operare con pista di lunghezza maggiore, ho scelto l'aeroporto di Siena Ampugnano.

La raccolta dei dati di volo e dei parametri motore vengono memorizzati, in formato digitale, in un datalogger interfacciato agli strumenti di volo e all'EMS (Engine Monitoring System) permettendo così di monitorare, attraverso un vero e proprio database, il funzionamento degli impianti del velivolo.

## 1.1 Lunghezze di pista

Considerando un B.E.W di 480 kg, 65 kg il mio peso e 50 lt di benzina pari a 37 kg, il peso totale al decollo in queste condizioni è di 582 kg. Dta la superficie alare di 11,24 mq ricaviamo un carico alare di 51,7 kg/mq.

Considerata la lettura del grafico in figura 1 la pista di Mensanello risulta essere sufficiente, sebbene marginale, per effettuare i primi involi e successivi arresti.



- A - distanza per decollare alla minima velocità di distacco. Volare per 5 sec senza salire, atterrare ed arrestarsi sempre dritto  
 B - Distanza per raggiungere la velocità minima di distacco  
 C - Distanza percorsa in 5 sec. di volo alla velocità minima di distacco  
 D - Distanza per arrestarsi alla velocità minima di distacco( comprese le distanze terra ed aria )  
 E - Distanza per decollare alla velocità di avvicinamento lento e successiva salita con angolo di 1 a 20 fino ai 50 ft di altezza. Questa distanza permetterà alla maggior parte degli aeroplani di accelerare alla normale velocità di salita prima di superare il fine pista

FIGURA 1 Carta delle Lunghezze Pista



## 1.2 Equipaggiamenti e piano di emergenza

È mia intenzione, per ciò che concerne le prove a terra ed i primi cinque voli, farmi coadiuvare da un minimo di due ad un massimo di quattro persone esperte tra le quali vi saranno almeno due piloti costruttori.

In merito alle situazioni di emergenza che potrebbero verificarsi al suolo, suddette persone saranno dotate di ricetrasmittitore T/B/T, estintori e secchi di sabbia. Verrà loro fatto un briefing sulle segnalazioni e la fraseologia, i mezzi antincendio e le modalità di apertura del canopy in caso di crash landing.

L'aviosuperficie di Mensanello è dotata di spazi idonei al ricovero, alle ispezioni e alle modifiche/riparazioni che dovessero esser necessarie durante le prove. Inoltre dispone di varie zone libere da ostacoli, sulle traiettorie di decollo ed atterraggio, da poter utilizzare in caso di atterraggio forzato.

## 1.3 Link utili

|                           |   |
|---------------------------|---|
| EASA CS-23                | <a href="http://easa.europa.eu/system/files/dfu/CS-23%20Amdt%203.pdf">http://easa.europa.eu/system/files/dfu/CS-23%20Amdt%203.pdf</a>                               |
| EASA CS-E                 | <a href="http://easa.europa.eu/system/files/dfu/CS-E_Amendment%202.pdf">http://easa.europa.eu/system/files/dfu/CS-E_Amendment%202.pdf</a>                           |
| FAA-AD 9089A              | <a href="http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC%2090-89A.pdf">http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC%2090-89A.pdf</a> |
| Circ. NAV/15E             | <a href="https://www.dropbox.com/s/cf4sa1qbhdd7reb/NAV-15E.pdf">https://www.dropbox.com/s/cf4sa1qbhdd7reb/NAV-15E.pdf</a>   |
| Aviosuperficie Mensanello | <a href="http://www.mensanello.com/request_to_land.pdf">http://www.mensanello.com/request_to_land.pdf</a>   |
| Esempio di datalogger     | <a href="https://www.dropbox.com/s/ygscopybbhqr67ok/Dataloggersample.xlsx">https://www.dropbox.com/s/ygscopybbhqr67ok/Dataloggersample.xlsx</a>                     |



## 2. Prove pre-volo

In questa fase saranno eseguiti tutti i controlli ed i collaudi a suolo al fine di affrontare il test flight con un adeguato margine di sicurezza.

### 2.1 Massima quantità di combustibile utilizzabile

Con l'aeromobile posizionato ad un angolo di assetto di zero gradi e con la pompa del carburante accesa, viene progressivamente riempito il serbatoio sino a rilevare una pressione di 30 psi nel fuel common rail. L'operazione deve essere eseguita per ciascun serbatoio in quanto uno di essi è dotato di pescante a pendolino. La quantità di carburante immessa verrà sottratta alla massima capacità del serbatoio determinando così la massima quantità di carburante utilizzabile.

### 2.2 Controlli pre-avviamento sistema EFII

#### 🔧 Impianto carburante

- Controllare la funzionalità del selettore dei serbatoi
- Accensione delle pompe carburante primaria e backup
- Controllo attivazione automatica pompa di backup in caso di avaria alla primaria
- Controllo della pressione carburante (35 psi)
- Controllo perdite linea di andata, di ritorno e raccordi

#### 🔧 ECU

- Controllo alimentazione elettrica
- Verifica dei sensori

Sensore giri: verificare, attraverso lo strumento programmatore, le diciture "magnet seen" e "sync seen" facendo girare l'elica a mano.

Sensore MAP: verificare, attraverso lo strumento programmatore, che rilevi un valore pari alla pressione atmosferica.

Sensore IAT: verificare, attraverso lo strumento programmatore, che rilevi un valore pari alla temperatura ambiente.

Sensore TPS: verificare, attraverso lo strumento programmatore, la variazione del valore all'escursione della farfalla.

Sensore °C motore: verificare, attraverso lo strumento programmatore, che rilevi un valore pari alla temperatura ambiente.

#### 🔧 Impianto di accensione

- Verificare l'alimentazione delle bobine
- Verificare serraggio candele
- Controllare che i cavi siano connessi alle bobine secondo lo schema e le pipette correttamente posizionate sulle candele



### 🕒 Impianto di iniezione

- Verificare i connettori degli iniettori
- Verificare l'alimentazione elettrica degli iniettori

### 🕒 Throttle

- Verificare la completa escursione della farfalla

### 🕒 Batterie

- Controllare il voltaggio e se necessario mettere le batterie in carica

## 2.3 Messa in moto e setup delle centraline EFII

Viene acceso il motore e registrate le letture, ad intervalli di un minuto sino al raggiungere delle previste temperature di esercizio, di tutti i parametri ricavabili dalla strumentazione di bordo. La prima messa in moto viene seguita da un'analisi visiva dettagliata del motore per verificare eventuali perdite di olio o carburante e controllare possibili interruzioni dei collegamenti elettrici o laschi di quelli meccanici ed idraulici.

Dopo aver lasciato raffreddare sufficientemente il motore ed ancorato l'aeromobile al suolo, viene eseguita una seconda messa in moto.

### Importante

Durante queste prove si raggiungono regimi motori elevati, è quindi necessario assicurarsi che l'area sia libera da persone ed oggetti liberi. È altresì fondamentale monitorare le temperature dell'olio e delle teste dei cilindri e sospendere immediatamente i test qualora si avvicinino ai valori limite.

Lo scopo di questa fase è la messa a punto del sistema di accensione e iniezione e la verifica del suo funzionamento in condizioni normali, ovvero con tutte le fonti di alimentazione elettriche operative.

A motore avviato controllare che, incrementando il regime del motore a step di 100 giri fino alla massima potenza, il rapporto stechiometrico rimanga prossimo ad un valore di 13:1. Valori superiori indicano una miscela magra, valori superiori grassa. Sono da evitare valori prossimi a 14:1 ad elevati settaggi di potenza.

Attraverso il pomello di correzione della miscela è possibile aggiungere o togliere carburante ai diversi setting di potenza. Qualora si debba correggere il rapporto stechiometrico ad un dato numero di giri, si aziona il pomello aggiungendo o togliendo carburante alla miscela ed annotando il valore percentuale (in più o in meno) visibile sullo strumento programmatore. Sempre da quest'ultimo è possibile, attraverso il menu di setup, richiamare il numero di giri ed incrementare della percentuale desiderata il valore numerico corrispondente. Una volta eseguite le correzioni per i vari regimi di potenza la procedura di setup è da ritenersi conclusa.



## 2.4 Prove di accelerazione

In questi test si devono eseguire - in accordo alla CS-E 390 parte (a) sottoparte (1), parti (b), (c), (d) - cinque accelerazioni del motore dal minimo a piena potenza. Scopo è quello di verificare un tempo di accelerazione uguale o inferiore a un secondo. Segue la registrazione dei dati ed un controllo visivo all'interno del vano motore.

## 2.5 Controllo del sistema EFII in condizioni anormali

Questo controllo si esegue a terra con il motore in moto ed ha lo scopo di verificare il funzionamento dell'EFII in caso di avaria dei suoi componenti e/o delle sorgenti di alimentazione.

🕒 Avaria dell'alternatore primario - batteria 1 e 2 disponibili -

- ALT 1 switch OFF
- Verificare l'accensione della spia ALT 1 sull'annunciator panel
- ALT 2 switch ON
- BATT 2 switch On
- Verificare il voltmetro ESS BUS in aumento

🕒 Avaria dell'alternatore primario - batteria 1 non disponibile -

- ALT 1 switch OFF
- BATT 1 1switch OFF
- Verificare l'accensione della spia ALT1 sull'annunciator panel
- EMER ELEC CONF switch EMER
- Verificare il voltmetro ESS BUS in aumento

🕒 Configurazione elettrica di emergenza

- EMER ELEC CONF switch EMER
- ALT 1 switch OFF
- BATT 1 switch OFF
- BATT 2 switch OFF

🕒 Avaria ECU 1

- ECU 1 switch OFF
- Verificare lo spegnimento della spia verde ECU 1 sull'annunciator panel
- INJECTION switch ECU 2
- Verificare il corretto funzionamento del motopropulsore



#### 🕒 Avaria ECU 2

- ECU 2 switch OFF
- Verificare lo spegnimento della spia verde ECU 2 sull'annunciator panel
- Verificare il corretto funzionamento del motopropulsore

#### 🕒 Avaria Pompa primaria

- Pump 1 switch OFF
- Verificare lo spegnimento della spia verde PUMP 1 sull'annunciator panel
- Verificare l'accensione della spia gialla PUMP 2 sull'annunciator panel

### 3. Prove di volo

Il programma delle prove di volo segue le linee guida indicate nell'appendice A della circolare NAV/15E. Sebbene I-MKLLK sia un aeromobile di tipo noto, l'innovativo sistema di alimentazione ed iniezione necessita di essere testato dettagliatamente, da qui la decisione di stabilire in numero di 28 le ore di volo dedicate al collaudo.

#### 3.1 Manovre al suolo - Taxi e calcolo dello spazio di frenata -

Le manovre e le misurazione eseguite si ispirano alla sezione 1 (low speed taxi) e 2 (high taxi speed) del capitolo 2 della FAA AD citata nell'introduzione. Durante e dopo i test viene eseguita una ispezione visiva dettagliata delle linee idrauliche dell'impianto frenante.

#### 3.2 Primo e secondo volo - Motopropulsore

Il primo ed il secondo volo vengono eseguiti in ottemperanza ai criteri di prudenza e sicurezza citati nella FAA AD, ovvero in condizioni di inviluppo normale, sulla verticale dell'aviosuperficie od in prossimità, in condizioni meteorologiche ben al di sopra delle minime VFR, in assenza di vento, con baricentro da intermedio a massimo in avanti ed a peso ridotto. L'obiettivo di questi voli è di verificare il regolare funzionamento del gruppo motopropulsore ed identificarne ogni comportamento anomalo. Nel caso specifico l'attenzione è focalizzata sulle temperature di esercizio, sul rapporto stechiometrico, sulla pressione nell'impianto di alimentazione e sugli assorbimenti di corrente dei componenti del sistema EFII. Ogni dato non registrato dal datalogger viene annotato ad intervalli di un minuto. Ad ogni volo segue una verifica dello stato generale dei cablaggi, livelli dei liquidi, perdite di olio o carburante e al download dei dati del datalogger.

Durata stimata 2x60' per un totale di 2 ore



### 3.3 Terzo volo - Motopropulsore -

Le condizioni descritte per l'effettuazione del terzo volo sono le medesime del precedente. L'obiettivo è confermare l'affidabilità del motore e dei suoi sistemi principali. Si testa il funzionamento con la presa dell'aria alternata aperta e cambiando almeno due volte i serbatoi e si verifica il funzionamento del sistema manuale della miscela evitando accuratamente di raggiungere rapporti stechiometrici vicini a 14:1. In questa fase si testa il funzionamento del motore oltre l'ora di volo, che dovrà essere livellato a regimi di potenza variabile tra il 55% e il 75%, controllando le temperature di esercizio soprattutto durante il volo lento. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata 1x90' per un totale di 1h 30 min

### 3.4 Quarto e quinto volo - Controllabilità, trimmabilità -

In questi voli si esplora il campo delle velocità in volo livellato in clean configuration, vengono misurate ed annotate le prestazioni in funzione dei vari set MAP e RPM. Al variare della velocità di volo si apprezzano le caratteristiche di manovrabilità e trimmabilità, in particolare avvicinandosi alla velocità di stallo e superando la  $V_a$ . È occasione per verificare ed eventualmente modificare le check list di operazioni normali. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 2x60' per un totale di 2 ore

### 3.5 Sesto volo - Prestazioni di salita e discesa -

Determinazione della capacità di salita con verifica degli effetti sulla condizione del gruppo motopropulsore in salite e discese prolungate. Si approfitta dei cambi di quota per verificare con l'ATC il corretto funzionamento del transponder e delle Com. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x90' per un totale di 1 ora 30 min

### 3.6 Settimo volo - $V_x, V_y, V_{max}$ -

Determinazione, anche mediante successiva analisi dei dati raccolti dal datalogger, delle velocità di massima efficienza,  $V_x$  e  $V_y$ . Dai dati raccolti si procede a determinare inoltre il miglior angolo di salita. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x90' per un totale di 1 ora 30 min



### 3.7 Ottavo e nono volo - Controllabilità, trimmabilità al variare del C.G. -

Si ripetono le prove effettuate nel quarto e quinto volo con il C.G. posto prima al limite anteriore e successivamente al limite posteriore. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 2x60' per un totale di 2 ore

### 3.8 Decimo, undicesimo e tredicesimo volo - Stabilità -

Si verifica la stabilità statica e dinamica, longitudinale direzionale e laterale, con i metodi descritti nella sezione 3 capitolo 5 della FAA AD, con il baricentro in posizione intermedia, limite anteriore e limite posteriore. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 3x60' per un totale di 3 ore

### 3.9 Quattordicesimo volo - Calibrazione anemometro -

Si procede alla calibrazione dell'anemometro secondo il metodo qui indicato <http://wings.esisupply.com/asicalibration.html> . I dati raccolti attraverso il datalogger vengono inseriti nel seguente foglio di lavoro <https://www.dropbox.com/s/n7wfv8frtgoe0as/ASICalibration.xls> per estrapolare i dati utili alla realizzazione del grafico di calibrazione da inserire nell'AFM. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x60' per un totale di 1 ora

### 3.10 Quindicesimo volo - Stallo -

In questo volo, da effettuarsi ad una adeguata quota di sicurezza, si va ad esplorare il comportamento dell'aeromobile all'approssimarsi, al verificarsi e alla rimessa dallo stallo con motore al minimo. Gli stalli vengono eseguiti in configurazione pulita e alle previste estensioni delle superfici di ipersostentazione. Il metodo utilizzato è quello indicato in appendice A della circolare NAV15/E (1kt/sec), a peso massimo al decollo e baricentro in posizione intermedia.

In questa fase si annotano le velocità per la marcatura dell'anemometro. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x90' per un totale di 1 ora 30 min



### 3.11 Sedicesimo e diciassettesimo volo - Stallo al variare de.C.G. -

Vengono ripetute le manovre e le verifiche del quindicesimo volo ma con baricentro al limite anteriore e posteriore. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 2x45' per un totale di 1 ora e 30 min

### 3.12 Diciottesimo volo - Vne, Vfe -

Si accelera gradualmente l'aeromobile fino a raggiungere la Vne di progetto al fine di verificare l'assenza di fenomeni di flutter. L'accenno a vibrazioni riconducibili ad essi devono fermare immediatamente l'accelerazione ed il test. Medesime prove si effettuano in configurazione flaps full fino al raggiungimento della Vfe di progetto. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x60' per un totale di 1 ora e 00 min

### 3.13 Diciottesimo volo - Verifica EFII Ecu singola e avarie elettriche -

Giunti a questo stage si ritengono verificate le caratteristiche aerodinamiche del velivolo e l'affidabilità generale del motopropulsore. Si procede quindi in questo volo a verificare il funzionamento del sistema EFII con parte dei suoi componenti e/o gli alternatori in avaria. Il volo dovrà svolgersi sulla verticale dell'aviosuperficie ad una quota minima di 5000 ft.

Si verifica la regolarità di funzionamento del motore con il sistema EFII gestito da ECU singola, simulando l'avaria dell'ECU 1 e dell'ECU 2 spegnendole alternativamente attraverso gli switch dedicati. Si testa poi la riconfigurazione dell'impianto elettrico in caso di avaria all'alternatore primario, secondario e di entrambe. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x90' per un totale di 1 ora e 30 min

### 3.14 Diciannovesimo volo - Distanze di decollo ed atterraggio -

In queste prove si affinano i dati già raccolti nei precedenti decolli ed atterraggi, cercando la prestazione massima nelle due fasi. La raccolta dati andrà poi a costituire la tabella delle T.O. and LANDING distances contenuta nella sezione performance dell'AFM. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati.

Durata stimata 1x60' per un totale di 1 ora e 00 min



### **3.15 Ventesimo volo - Tangenza massima -**

Il volo deve essere effettuato al peso massimo al decollo con C.G. al limite anteriore. Poichè la massima prevista è superiore ai 20000 ft questo volo richiede l'utilizzo dell'ossigeno ed una precisa coordinazione con l'ATC. La presenza del datalogger assolve alle funzioni del barografo e del termografo e registra tutti i dati come da appendice circolare NAV 15/E. La mia attenzione può essere quindi dedicata alla gestione del volo e al controllo del sistema EFII, in particolare alla sua funzione di smagrimento della miscela automatico attraverso rapporto stechiometrico costante. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati e la loro elaborazione.

Durata stimata 1x180' per un totale di 3 ore e 00 min

### **3.16 Ventunesimo Volo - Massima autonomia oraria -**

Il volo deve essere effettuato al peso massimo al decollo con C.G. al limite anteriore. Calcolo della massima autonomia oraria con riserva di 20 minuti. Il volo verrà effettuato ad una quota media compresa tra i 3000 ft e gli 8000 ft, presumibilmente sulla direttrice nord/sud Italia, e pianificato in modo tale da garantire numerosi alternati lungo la rotta, idonei ad una eventuale diversione. Anche in questo volo l'utilizzo del datalogger mette a disposizione tutti i dati di consumo, tempo, quote etc utili a determinare il consumo nelle diversi condizioni. Seguono i consueti controlli post-volo e il download dei dati e la loro elaborazione.

Durata stimata 1x240' per un totale di 4 ore e 00 min