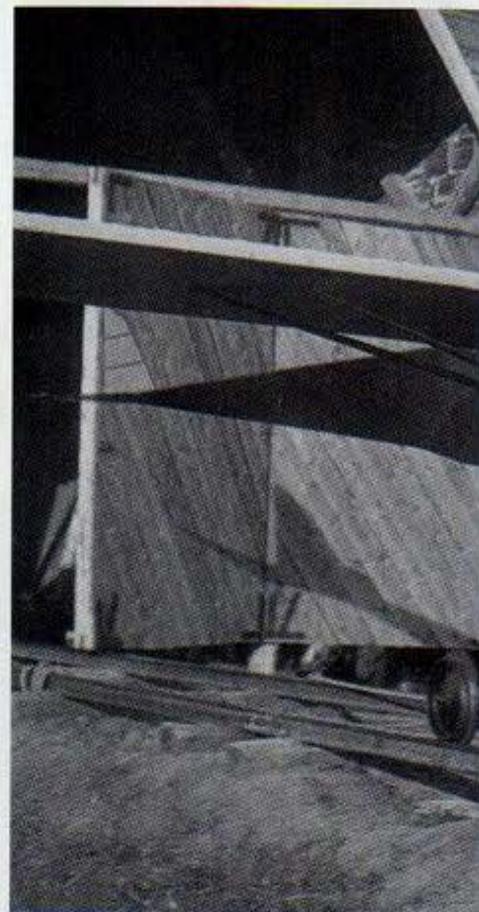


Le torpedini aeree

Aldo Curti

Milano, novembre 1916: il capitano di Fanteria Adelchi Manzoni si presenta all'ufficio del Comitato Nazionale per l'Esame delle Invenzioni di Guerra, per esporre all'ing. Ugo Rainaldi la sua idea: un velivolo autopilotato in grado di volare oltre la gittata delle artiglierie convenzionali per abbattere gli obiettivi nemici con una carica esplosiva. Sono questi i protagonisti di una storia fino a oggi sconosciuta, artefici di un'impresa da molti considerata una follia ma che, invece, si rivelerà un atto di grande intuizione tecnologica e militare in un momento difficile per l'Italia in guerra.



Il cap. Adelchi Manzoni, romano di nascita, conseguì il brevetto di 1° grado il 28 luglio 1913, sul campo di aviazione della Malpensa, dopo avere frequentato la scuola di Somma Lombardo, in provincia di Varese.

L'ing. Ugo Rainaldi è il testimone dei fatti che racconteremo, basati principalmente sul ritrovamento di un libro intitolato *Le Torpedini Aeree* del quale curò personalmente la parte più consistente, cioè la relazione tecnica, completa delle foto, dei disegni e dei verbali delle prove effettuate.

Così scrisse Rainaldi, quando Manzoni gli propose l'idea di un apparecchio volante autonomo per il lancio di esplosivi sul nemico: «Il proponente immaginava un velivolo con apertura d'ali di 4 o 5 metri, molto sviluppate secondo l'asse longitudinale dell'apparecchio, con coda cortissima; anteriormente una serie di quattro eliche comandate da un motore di 500 HP. Sul motore non vi erano dati; doveva essere, a ogni modo, una specie di motore rotativo a scoppio azionato dai gas di un esplosivo adatto; l'alimentazione del-



Nella pag. a fianco, la torpedine aerea N.1 quasi completamente allestita e montata sul suo carrello; all'estrema sinistra, poggiata a terra in verticale, il modello della bomba mobile per le prove di lancio. Sopra, da sinistra, l'ing. Giulio Macchi, socio fondatore della Nieuport-Macchi, l'ing. Felice Buzio e l'ing. Ugo Rainaldi, in divisa da tenente sul campo di Esperienze di Artiglieria Aerea di Furbara; alle loro spalle si intravede il piccolo hangar in legno e muratura capace di accogliere due velivoli. Sotto, una riproduzione virtuale della turbina a gas progettata da Rainaldi basata sui rari disegni meccanici contenuti nel libro "Le torpedini aeree". In sequenza, da sinistra, vista della tre quarti anteriore e dello scarico del gas; vista della tre quarti posteriore e del distributore per l'entrata dei gas combusti; sezione longitudinale che evidenzia il rotore, le palette rotoriche, le palette statoriche, l'albero motore, il distributore, lo scarico del gas, le ghiere, le tenute metalliche o tenute vapore e, infine, i cuscinetti a sfera.

l'esplosivo, contenuto in cartucce, si immaginava prodotta da un congegno analogo a quello delle mitragliatrici».

Rispondendo ad alcune osservazioni e critiche sollevate dall'ingegnere, il cap. Manzoni assicurò di disporre dell'aiuto tecnico-finanziario necessario per la fattibilità dell'ambizioso progetto, soprattutto per quanto riguardava il motore che, nell'idea iniziale, era piuttosto generico e di difficile attuazione pratica.

L'ing. Rainaldi prosegue nel suo scritto: «In base a tali assicurazioni e aderendo a cortesi pressioni, lo scrivente, in data 4 dicembre 1916, accettava l'incarico di studiare un tipo sperimentale di turbina a gas, secondo i concetti generali svolti precedentemente».

Rainaldi studiò non solo la turbina, ma anche la miscela di combustibile per produrre il gas poiché, al momento, nessun tecnico specializzato volle occuparsene. Così, il 16 gennaio e il 3 febbraio 1917 presentò due relazioni con i risultati delle prove effettuate, durante le quali vennero sperimentate miscele a base di nitrato ammonico. Purtroppo entrambe diedero esito negativo, dato che si raggiunsero temperature troppo elevate per la resistenza degli acciai allora in uso.

Il progetto della turbina a gas proseguì e, dopo questi studi, fu necessario redigere un rapporto da presentare alle autorità militari che comprendesse un progetto di massima scritto dallo stesso Manzoni, in modo tale da far convergere la sua idea originale (un po' generica), con gli studi di Rainaldi e le ragioni dettate dalla tecnica.

Riportiamo, a titolo di esempio, alcuni stralci rilevanti di tale rapporto: «Questo tipo di proiettile, costruito alla stessa guisa di un aeroplano, munito di propulsione a elica, azionato da una turbina di circa 100-120 HP, è provvisto d'un sistema di giroscopi i quali gli permettono una stabilità diretta. Il motore è costituito da una turbina, analoga a quella a vapore, ma studiata in relazione all'impiego particolarissimo e al fluido motore [...]. L'apparecchio di lancio è costituito da tre sottili funi metalliche, convenientemente tese tra sostegni, analoghe a quelle delle teleferiche da campo. Le funi portanti costituiscono una specie di binario aereo, sul quale scorre, a mezzo di ruote, la torpedine durante il lancio. Il sistema proposto, può essere integrato con sistema di lancio per abbreviare il rullaggio».

Il progetto della turbina sperimentale era ormai completo e, tra grandi difficoltà, si cominciò la realizzazione delle sue parti principali ma, a causa di ritardi dovuti alla mancanza dell'organizzazione tecnica e degli appoggi finanziari neces-



sari, si dovette interromperne la costruzione.

Il sistema di decollo concepito dal cap. Manzoni era palesemente di difficile attuazione. Si optò per una radicale trasformazione del progetto originale che comportò la sostituzione della turbina a gas con un nuovo motore a scoppio di tipo tradizionale e una più pratica rampa di lancio con carrello, proposta dallo stesso Rainaldi.

Il cap. Manzoni si occupò di organizzare un nuovo e più affidabile gruppo tecnico-finanziario, con nomi eccellenti tra i quali il sig. Corbella della ditta "Corbella e Longoni" per lo studio e costruzione del motore, l'ing. Carlo Felice Buzio (già vicedirettore della Nieuport-Macchi, oggi Alenia Aermacchi) per il progetto della parte aerodinamica, il sig. Bovolato per la costruzione del velivolo, l'ing. G. Cerri per la sorveglianza delle costruzioni, e lo stesso Rainaldi per la progettazione e la sistemazione delle bombe a bordo della torpedine aerea e per lo studio del sistema di lancio. Questi furono i lavori e le attività che impegnarono il team nel primo semestre 1917.

Il primo prototipo della torpedine aerea, la N.1, aveva una superficie portante di 7,5 m², un'apertura alare di 6,08 m e una lunghezza massima 6,450 m.

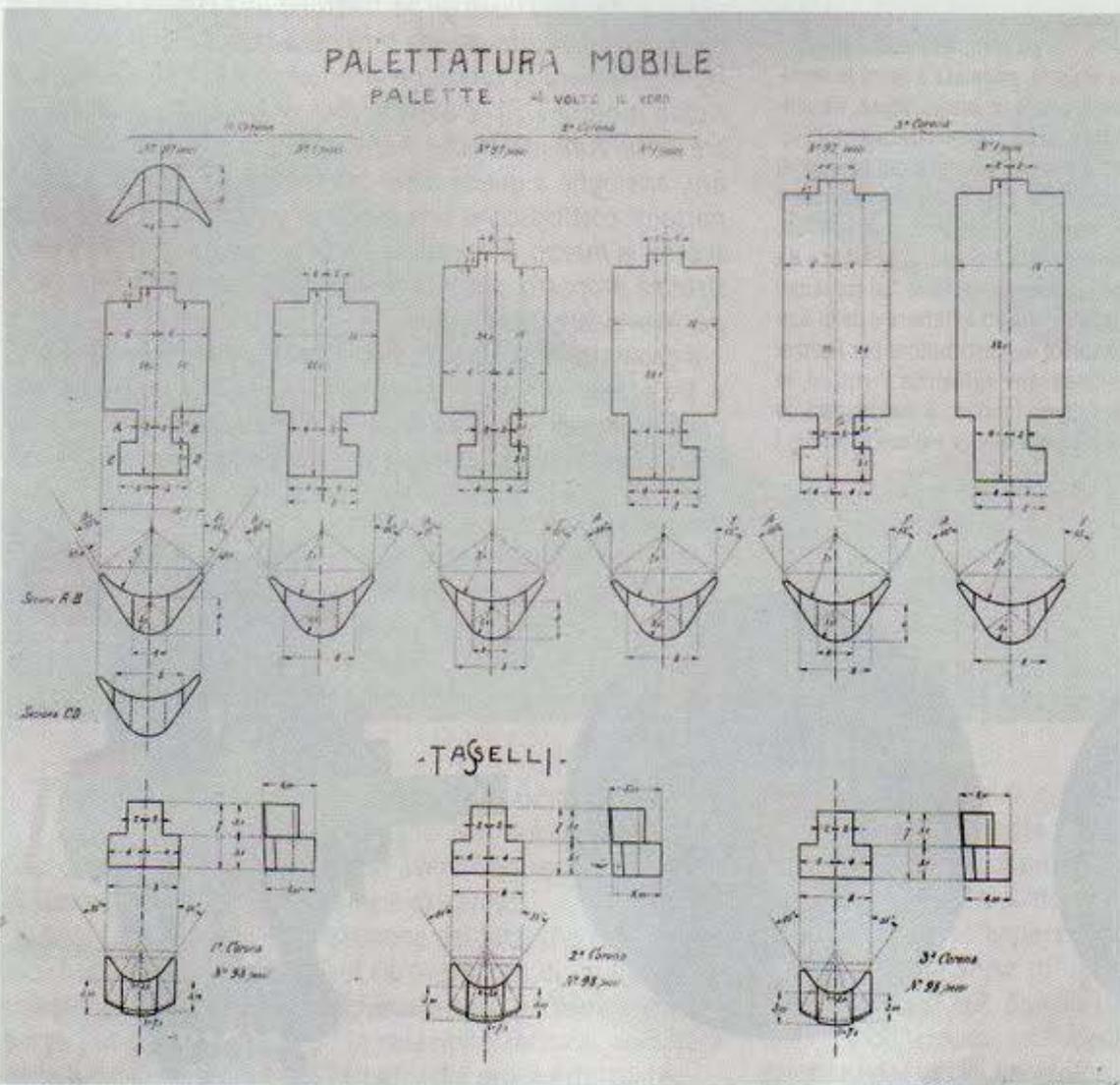
Il motore, un Corbella da 100 HP, era semplice ed economico e riproponeva la tipologia dei motori a stella non rotativi monovalvola con sette cilindri in ghisa. La fusoliera aveva una struttura lignea di sezione circolare che le faceva assumere l'aspetto di un siluro. Non vennero, però, montati i giroscopi, così come descritto nel rapporto presentato alle autorità militari, e l'unico organo di stabilizzazione era costituito da una "bomba mobile" del peso di 53 kg, così definita da Rainaldi perchè poteva oscillare nel piano perpendicolare

all'asse del rollio, muovendo in qualche modo gli alettoni per dare stabilità alla rotta. Questa sarebbe stata sganciata tramite un congegno a tempo (temporizzatore) che, causando lo spostamento del baricentro del velivolo in avanti, sarebbe esploso al suolo oppure in volo grazie a una "bomba fissa". Tuttavia, la relazione tecnica non espone esattamente il funzionamento di tali dispositivi e le bombe furono sostituite a scopo dimostrativo da modelli in legno appesantiti con zavorra di ferro. L'impennaggio verticale era fisso mentre quello orizzontale era regolabile a terra.

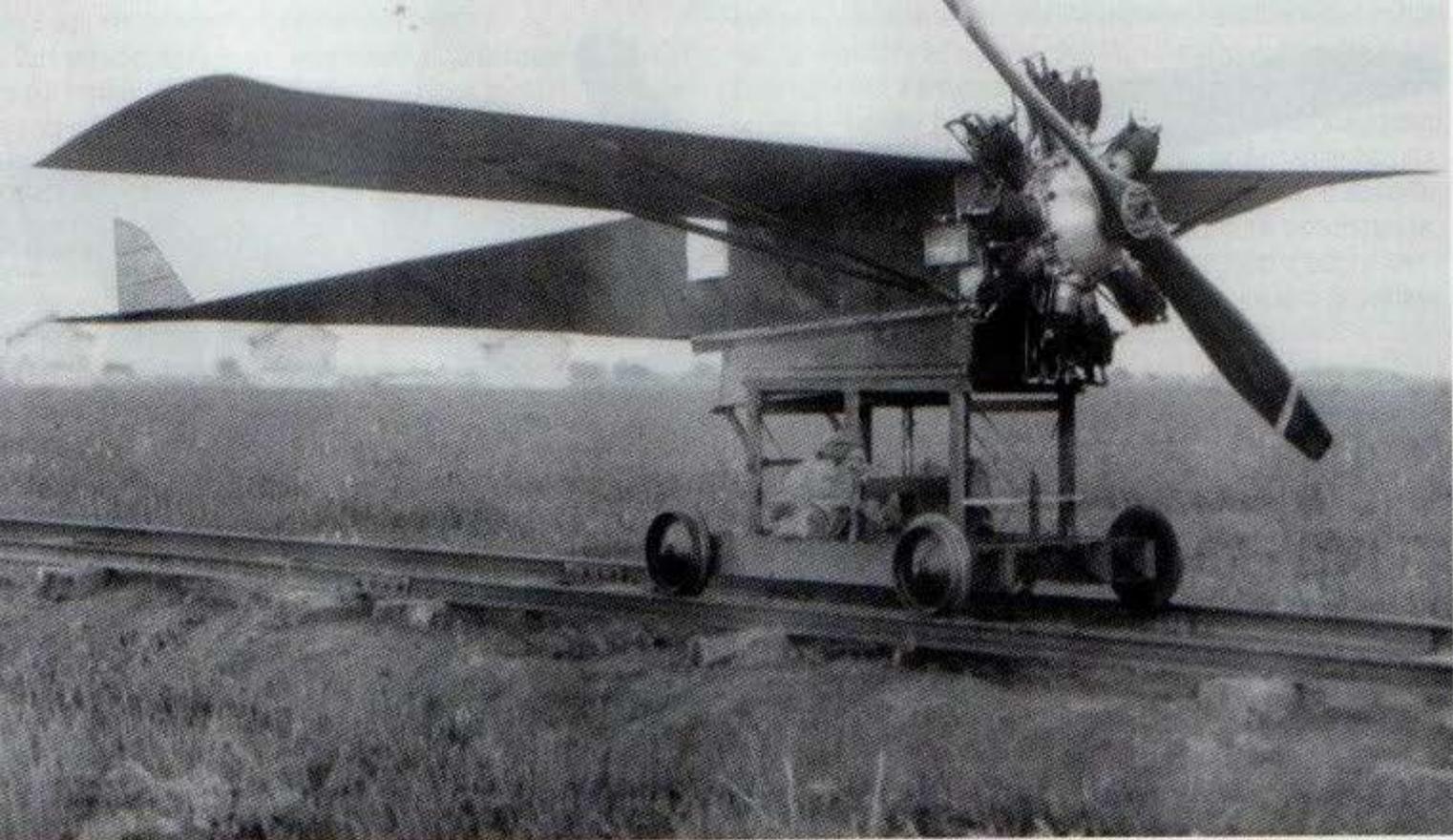
Il sistema di lancio progettato da Rainaldi era veramente originale, forse mai tentato prima, formato da un carrello con meccanismi di sgancio e da una rampa di lancio con binari di tipo ferroviario lunghi 200 m, comprensivo di un tratto finale di guide di legno lunghe 50 m per frenare la corsa del carrello.

Quest'ultimo era costituito da due parti distinte: un'intelaiatura principale con le quattro ruote e un "telaio mobile" basculante che poteva, così, inclinarsi di 1°30'. Sul carrello, ancorata da due catenacci, trovava posto la fusoliera della torpedine. Il movimento basculante del telaio mobile era ottenuto tramite un cinematismo di barre comandato da una leva sporgente fra le ruote di destra che, durante la corsa del carrello, veniva mossa da un paletto conficcato nel terreno a una certa distanza all'esterno dei binari. Analogamente, un'altra leva sporgente, posta fra le ruote di sinistra, veniva mossa da un altro paletto conficcato nel terreno, per azionare un sistema meccanico di sgancio dei due catenacci, consentendo alla torpedine aerea di decollare.

La mattina del 13 dicembre 1917, la torpedine fu trasporta-



A sinistra, il disegno meccanico originale delle palette rotatorie della turbina a gas progettata da Rainaldi. Nella pag. a fianco, la torpedine aerea N. 2 pronta al decollo sul campo di Esperienze di Artiglieria Aerea di Furbara: si noti il pattino anteriore del carrello per lo sgancio del velivolo, in sostituzione della leva della versione originaria.



ta ai margini del campo di aviazione della Malpensa per presentarla alla Commissione del Ministero Armi e Munizioni.

Qui fu allestito il sistema di lancio, ma il terreno argilloso della brughiera milanese e alcuni problemi al motore resero impossibile il decollo. D'accordo con la Commissione Militare si sospese la prova e si decise di trasferire il tutto al campo di Esperienze di Artiglieria Aerea di Furbara, nella campagna romana dove, tra gennaio e maggio del 1918, fu approntato un nuovo campo di volo con la posa dei binari per il carrello di lancio, (costruiti utilizzando delle traversine ferroviarie) che portavano direttamente a un piccolo hangar capace di accogliere due velivoli. Il motore Corbella, sebbene potenziato, fu sostituito da un motore tipo Anzani da 90 HP lasciando aperta, però, la possibilità di studiarne altri. Per la costruzione dei velivoli furono sfruttate le risorse tecniche e le maestranze della Società Anonima Nieuport-Macchi, trasferendo così tutto a Varese. Di conseguenza si ridistribuirono le mansioni fra l'ing. Buzio, responsabile della progettazione e costruzione dell'apparecchio di volo, e Rainaldi, responsabile del progetto dei sistemi di controllo e di lancio.

Per verificare il buon funzionamento di quest'ultimo, si utilizzò come banco prova anche una versione modificata della torpedine aerea N.1. Quindi si costruì una nuova versione (superficie portante 7,5 m², apertura alare 6 m, lunghezza massima 6,7 m) che, rispetto al modello precedente, presentava molte differenze, non solo strutturali ma anche nella motorizzazione. In particolare, la fusoliera, non più a sezione circolare ma quadrata nella parte anteriore contenente il carico, si rastremava verso la coda e aveva lo stesso sistema di attacchi nella parte inferiore per essere collocata sul telaio mobile, ora adattato per ricevere la nuova sezione. Fu modificato anche il profilo delle ali - che formavano un diedro positivo di 6° - sostenute da due tipici montanti di legno collegati ai lati della fusoliera. Anche gli impennaggi erano strutturalmente simili al precedente modello, regola-

bili a terra e non in volo dato che non vennero installati i giroscopi. Il carrello di lancio fu migliorato eliminando le leve di cabratura e sgancio per sostituirle con pattini d'acciaio, posti all'interno delle ruote sotto il telaio: uno anteriormente, che faceva scattare il meccanismo di sgancio, l'altro posteriormente, che azionava il meccanismo di cabratura; entrambi erano azionati da una guida di legno posizionata nel tratto finale fra i binari. A causa del suo considerevole peso, però, non furono installate le bombe e i serbatoi originariamente previsti.

Il compito di Rainaldi era quello di far volare i velivoli in completa autonomia. Egli si ispirò, probabilmente, ai sistemi di stabilizzazione dei siluri, costituiti da un "pendolo" oscillante nel piano perpendicolare all'asse del rollio collegato a un circuito elettrico principale, il quale comandava un "servomotore" elettromagnetico e oleodinamico che muoveva gli alettoni. Semplici circuiti elettrici alimentati da una batteria ad accumulatori consentivano il funzionamento della strumentazione sopra descritta. Non fu installato il temporizzatore meccanico del sistema di caduta della bomba mobile ma un contagiri meccanico che a un determinato numero di giri del motore chiudeva un circuito elettrico per provocare la caduta del velivolo. Rainaldi, nella sua relazione tecnica, non descrive nè l'uno nè l'altro, ma precisa che: [...] *negli apparecchi definitivi, la chiusura del circuito darà luogo a quelle manovre che si riterranno necessarie in rapporto alla natura del carico; in queste esperienze, il congelamento produrrà l'arresto del motore*».

Terminati i lavori, la torpedine aerea N. 2, insieme alla "N.1" modificata, fu trasferita da Varese al Campo di Furbara nel maggio del 1918. La N.1, durante una prova a terra, restò danneggiata dall'esplosione di uno dei cilindri del motore, causando addirittura la morte di un ignaro spettatore colpito dai frammenti, evento che, forse, mise fine definitivamente all'utilizzo del motore Corbella.



Il 31 maggio 1918 tutto sembrava pronto per il collaudo della "N. 2", ma forti raffiche di vento impedirono di dare il via alla prova nel primo pomeriggio. Si riscontrò ancora un peso eccessivo del motore e quindi uno squilibrio a picchiare, che venne corretto con l'aggiunta di zavorra in coda. Si testò il carrello e si provò ad avviare il motore, in attesa che arrivasse la Commissione del Ministero Armi e Munizioni. Finalmente, alle 20.40, si diede il via al test: portato il motore alla massima potenza e tolto il fermo del carrello, la torpedine aerea prese subito velocità andando a toccare i pattini di cabratura e sgancio.

I presenti ebbero campo sufficiente per osservare la corsa pulita del carrello, che avvenne senza oscillazioni né scossoni, e il buon funzionamento dei meccanismi di sgancio. La torpedine aerea si alzò subito di qualche metro superando in velocità il carrello, che purtroppo non si arrestò come previsto sul tratto finale dei binari, ma terminò la corsa sul prato sfasciandosi dopo aver derapato a sinistra.

L'apparecchio proseguì il suo volo per 150 metri, poi si conficcò nel terreno rovinosamente dopo aver descritto una lunga parabola.

Il verbale del collaudo venne redatto il 1° giugno 1918 da Rainaldi e Buzio. Rainaldi ritenne che la causa della prematura caduta fu dovuta a «[...] leggero centraggio in avanti, per evidente differenza del centro di spinta pratico dell'ala usata, rispetto a quello teorico che non si è potuto determinare con modello dell'ala stessa in prove al tunnel, ma si è dovuto ricavare da ali simili già sperimentate».

I dati ricavati furono utilizzati per la realizzazione della torpedine aerea N. 3, simile alla precedente ma priva di ogni sistema di controllo, circuito elettrico e zavorrata in coda. Il carrello di lancio fu conformato per una migliore penetrazione aerodinamica.

Il 16 agosto 1918, alle ore 19.00, ebbero inizio le prove. Nonostante le raffiche di vento che spazzavano il campo, il

carrello, spinto dal motore, prese rapidamente velocità.

L'apparecchio si distaccò come previsto e volò regolarmente per 70 metri. Ma all'improvviso scivolò d'ala virando a sinistra, picchiò verso il terreno e si fracassò. Il nuovo carrello sembrò, comunque, funzionare correttamente anche se ancora una volta non terminò la corsa in prossimità della fine dei binari di legno, ma andò oltre riportando danni riparabili.

Nel verbale di collaudo redatto il 20 agosto 1918 da Rainaldi, l'improvvisa deviazione che aveva causato la distruzione del velivolo fu imputata a una raffica di vento.

Con la torpedine aerea N. 4 si raggiunse lo stato dell'arte. Così scrive Rainaldi nell'ultimo capitolo: «La parte aerodinamica è analoga a quella dei precedenti apparecchi; la torpedine è però provvista di tutti gli organi di stabilizzazione, ossia: comando automatico degli alettoni, mediante pendolo e servomotore a olio compresso, identico a quello montato sulla torpedine N. 2.; comando automatico del timone di profondità; comando automatico del timone di direzione. Questi due ultimi comandi sono effettuati per mezzo di uno speciale apparecchio giroscopico e di servomotori ad olio compresso».

Ora l'ultima torpedine aerea era completa. L'ultimo problema da risolvere restava lo studio del nuovo giroscopio per cercare di stabilizzare, con tempi di reazione adeguati, il volo. Rainaldi pensò di utilizzare, per semplicità, un tipo analogo a quello dei siluri navali, ma la rotazione del volano era troppo lenta, per cui decise di variarne la massa e le dimensioni per aumentarne il numero di giri, attraverso una serie di esperimenti.

I risultati, non del tutto soddisfacenti, vennero raccolti in una relazione che purtroppo non è stata trascritta nel libro. Proseguì comunque la costruzione di un nuovo giroscopio a motore elettrico.

I circuiti elettrici della torpedine aerea N. 4 erano tre, ali-

mentati da una batteria di accumulatori. Il circuito elettrico principale era collegato al pendolo stabilizzatore, al giroscopio e agli elettromagneti dei servomotori.

Due servomotori erano accoppiati al giroscopio che operava sui timoni di profondità e di direzione mentre, come per la torpedine aerea N. 2, un servomotore era accoppiato al pendolo stabilizzatore che agiva sugli alettoni.

Un "interruttore automatico" attivava questo circuito nell'istante in cui il velivolo si staccava dal carrello. Analogamente alla torpedine aerea N. 2, un circuito elettrico secondario indipendente da quello principale, detto "circuito di manovra", alimentava direttamente gli elettromagneti dei servomotori per testare gli alettoni e i timoni oppure, qualora fosse necessario, per permettere di posizionarli in modo conveniente alla partenza.

Un terzo circuito elettrico con interruttore portava corrente al motore elettrico del giroscopio. Un quadro elettrico o "quadro di manovra" raccoglieva tutti i circuiti sopra descritti ed era composto da tre coppie di pulsanti che azionavano gli alettoni, i timoni di direzione e di profondità, un interruttore per azionare il motore del giroscopio, una spina per escludere prima del lancio il circuito di manovra che altrimenti avrebbe potuto interferire col circuito principale e, infine, i due contatti che permettevano di testare la carica della batteria.

test dei precedenti velivoli.

Il 14 settembre 1918, sempre presso il poligono di tiro di Furbara, numerose personalità italiane e alleate si radunarono per assistere alla prova. Avviato il motore, fu testato per l'ultima volta il sistema di stabilizzazione e si diede il via alla prova. Il carrello prese subito velocità, portandosi sui pattini di sgancio e cabratura che funzionarono perfettamente.

La torpedine aerea si divincolò dai catenacci e decollò, mantenendo la direzione e l'inclinazione predisposta. Proseguì a cabrare salendo per qualche metro fino a circa 150 metri dal punto di sgancio, poi cominciò a picchiare verso il basso lentamente, sfasciandosi a terra.

Dal cronometraccio dei tempi si calcolò una velocità di 83 km/h fino ai pattini di sgancio, ritenuta insufficiente per mantenere un volo livellato; probabilmente la scarsa velocità era da imputare al peso del carrello ma, soprattutto, all'insufficiente potenza del motore.

Nella fase di picchiata, secondo Rainaldi, i comandi dei timoni di profondità reagirono troppo tardi per richiamare il velivolo già a pochi metri dal suolo. D'altronde, durante i test, il sistema di stabilizzazione aveva funzionato regolarmente.

Rainaldi concluse: «E' nostra convinzione che se la potenza utile dei motori fosse giunta almeno a 100 HP, le torpedini avrebbero potuto mantenersi in aria più lungamente per

Nella pag. a fianco, la torpedine aerea N. 4 a motore avviato: Rainaldi, aggrappato alla fusoliera, punta i piedi sulla ruota posteriore destra del carrello per testare i timoni e gli alettoni e controllare il buon funzionamento del giroscopio; da notare l'accurata carenatura del carrello di lancio, realizzata per migliorarne la penetrazione aerodinamica. A destra, il 14 settembre 1918 la "N.4" decolla dal campo di Furbara: forse si tratta del primo volo con velivolo autopilotato per scopi bellici della storia; dopo aver percorso 300 m e raggiunto la sua massima altezza, il velivolo si fracassò al suolo, come riportato nel verbale della prova.



Doveva essere presente anche un contagiri simile a quello installato sulla torpedine aerea N. 2 col fine di arrestare la marcia del motore, alimentando così un quarto circuito elettrico, ma Rainaldi non lo descrisse.

I binari furono prolungati di una decina di metri per avere sia più corsa al decollo sia più spazio di frenata per il carrello di lancio. Questo aveva l'incastellatura principale e gli assi delle ruote accuratamente carenati per migliorarne la penetrazione aerodinamica, nel tentativo di aumentare la velocità di decollo della torpedine aerea, ritenuta bassa già dai

slancio proprio in modo da permettere l'osservazione dell'influenza dei comandi automatici. Nelle esperienze eseguite, se non fu possibile stabilire il comportamento dell'apparecchio in volo, è però certo che furono risolti importanti problemi, tra i quali il sistema di lancio, la semplicità di costruzione dell'apparecchio, la sistemazione generale dei numerosi organi di comando». Il verbale di collaudo venne redatto il 22 settembre 1918 da Rainaldi e da Felice Buzio. Si mise fine, così, agli esperimenti a guerra pressochè finita.

Poi tutto cadde nell'oblio. □