

Scuola Officina



MUSEO DEL PATRIMONIO INDUSTRIALE DI BOLOGNA

numero **1** 2016

GENNAIO - GIUGNO

anno XXXV

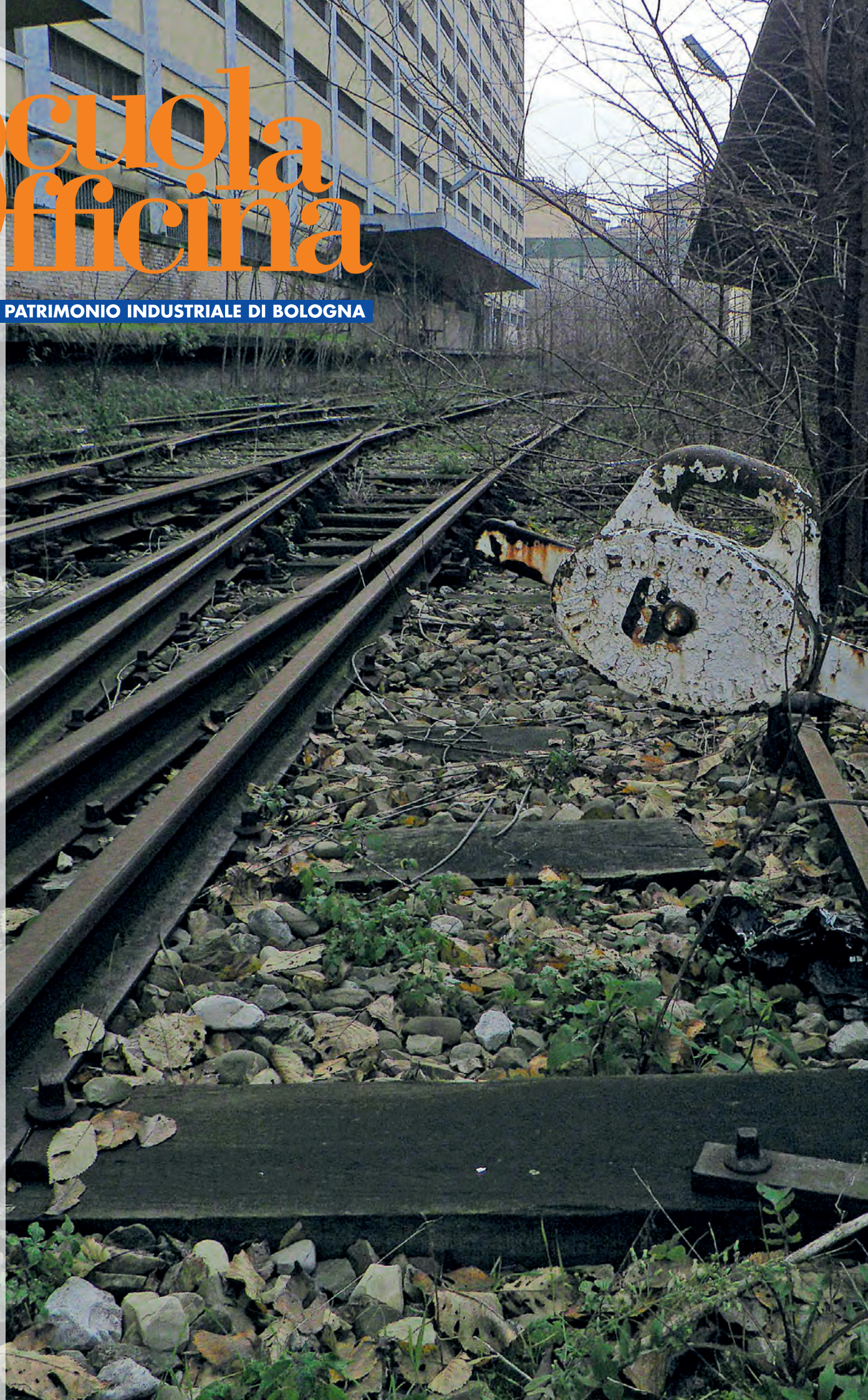
ISSN 1723-168X
Prezzo € 5,00

**TRA SISTEMA
FORMATIVO
E SISTEMA
PRODUTTIVO:
L'ALTERNANZA
SCUOLA-LAVORO**

Giovanni Sedioli

**FID. FARE
IMPRESA
IN DOZZA**

Italo Giorgio Minguzzi



Il Museo Storico dei Motori e dei Meccanismi dell'Università degli Studi di Palermo

GIUSEPPE GENCHI, Dipartimento di Ingegneria Chimica, Gestionale, Informatica, Meccanica, Università degli Studi di Palermo

■ L'energia non si crea né si distrugge, ma si trasforma, passando da una forma a un'altra. Per realizzare tale processo ed ottenere la forma di energia di volta in volta più utile, sono state inventate numerose macchine, il cui continuo sviluppo e la cui applicazione hanno avuto effetti significativi nella storia della nostra evoluzione. Le macchine idrauliche ed i motori a vapore hanno avuto un ruolo determinante nella Rivoluzione Industriale e da quel momento in poi l'impiego e lo sviluppo delle macchine si è diffuso ovunque, nel campo industriale, dei trasporti, domestico, ha determinato importanti trasformazioni economiche e sociali. Al di là dello specifico ambito di applicazione, dai motori stazionari per impiego industriale ai motori aeronautici, le macchine, intese in senso generale come apparati complessi atti alla trasformazione dell'energia, sono alla base della moderna società tecnologica. Comprendere la storia e le prospettive di sviluppo significa quindi arricchire il proprio patrimonio scientifico e culturale. Da ciò deriva l'importanza di preservare, rendere fruibili e valorizzare le collezioni di macchinari e apparati, in quanto preziose testimonianze della storia del progresso tecnologico

così come dei vari aspetti, non certo secondari, di carattere storico, culturale e, a volte, anche sportivo.

L'Italia possiede un vasto patrimonio storico tecnologico custodito in numerosi musei, sia pubblici sia privati, tra i quali vi è il Museo Storico dei Motori e dei Meccanismi dell'Università degli Studi di Palermo. Questo Museo, inaugurato nel 2011, custodisce numerose macchine ed apparecchiature industriali, scientifiche e didattiche che sono state acquisite ed impiegate nel tempo nei vari settori della ricerca e dell'insegnamento. Oggi, superate dalle nuove tecnologie, costituiscono nel loro insieme un patrimonio di grande valore che descrive l'evoluzione della scienza e della tecnica nel campo delle macchine nel corso di più di un secolo. Attraverso un meticoloso e paziente lavoro di restauro, svolto insieme ad accurate ricerche storiche, numerosi motori automobilistici, aeronautici e navali sono stati recuperati ed oggi costituiscono una vasta ed eterogenea collezione, tra le più importanti del Meridione.

Spiccano, per rarità e pregio, alcuni motori aeronautici in dotazione a diversi velivoli della prima e della seconda Guerra Mondiale, motori a vapore della fine del XIX seco-

Vista panoramica di una parte del Museo



lo, una turbina a vapore dell'antica centrale elettrica che alimentava la città di Palermo all'inizio del Novecento ed il rarissimo velivolo storico Fiat G.59. Il Museo è liberamente visitabile e svolge attività nel campo del restauro, attraverso un proprio specifico laboratorio, del potenziamento delle proprie collezioni, nel settore della didattica e nella promozione della cultura scientifica. A tale fine realizza, anche in collaborazione con altri enti ed associazioni, numerose manifestazioni culturali nell'ambito della politica di sviluppo promossa dall'Università degli Studi di Palermo. Il Museo ha sede presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica Gestionale, Informatica Meccanica e fa parte del Sistema Museale dell'Università degli Studi di Palermo (MUSEI-UNIPA) che ha il compito di promuovere la conservazione, l'arricchimento e la fruizione del vasto patrimonio storico e scientifico dell'Ateneo palermitano. Il sistema Museale comprende sei musei scientifici, numerose collezioni artistiche e scientifiche, edifici storici e siti archeologici che sono stabilmente aperti al pubblico o visitabili su prenotazione.

STORIA DELLE COLLEZIONI E DEL MUSEO

■ La storia delle collezioni di macchinari, apparecchiature scientifiche e didattiche che il Museo custodisce ha avuto inizio nella seconda metà del XIX secolo con la fondazione della Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri ed Architetti nel 1866. Esse testimoniano, per un verso, l'evoluzione tecnica e scientifica nel settore delle Macchine, e della Meccanica in generale, ma anche quelle trasformazioni che, contestualizzate dal punto di vista storico accademico, mostrano l'evoluzione delle strutture didattiche e di ricerca in ambito ingegneristico, il cui sviluppo è strettamente interconnesso a quello dell'industria e della tecnologia. Dallo studio degli antichi registri d'inventario è stato possibile ricostruire la storia di molti singoli pezzi, con la loro provenienza ed il loro impiego, ma anche la storia dei luoghi, delle strutture accademiche e delle molteplici attività svolte. La consapevolezza del considerevole valore

storico e collezionistico di questo patrimonio, e la conseguente necessità di preservarlo, hanno dato impulso ad un importante progetto di restauro e, in parallelo, alla relativa organizzazione in forma museale; si è intrapreso, a questo scopo, un minuzioso lavoro di ricerca storica e di acquisizione di dati tecnici per poter ripristinare e rimontare i vari elementi della collezione museale, molti macchinari o parti di essi. L'analisi e la sintesi della grande quantità di dati raccolti hanno permesso anche la realizzazione di un vasto corredo iconografico, che è stato inoltre digitalizzato ed è liberamente accessibile attraverso un sito internet provvisto di fotografie e descrizioni della maggior parte del materiale esposto e che offre la possibilità di effettuare la visita virtuale del Museo.

L'allestimento museale, di tipo semplice e lineare, raggruppa gli elementi esposti secondo la loro tipologia e si articola perciò in varie sezioni, in ciascuna delle quali la disposizione segue un rigoroso ordine cronologico; tutti gli elementi sono corredati da un pannello espositivo contenente le principali caratteristiche tecniche e storiche, insieme a fotografie e disegni esplicativi.

Il Museo, oltre a custodire e preservare il patrimonio storico e scientifico relativo al settore delle Macchine e della Meccanica Applicata, ha il compito di renderlo fruibile al pubblico; data la collocazione in ambito accademico, durante la fase di realizzazione dell'esposizione sono stati particolarmente curati gli aspetti didattici, si è tenuto conto non solo della presenza degli allievi ingegneri, ma anche di quella degli studenti delle scuole (di vario ordine e grado) per i quali una esposizione con tali caratteristiche costituisce certamente motivo di interesse ed approfondimento didattico.

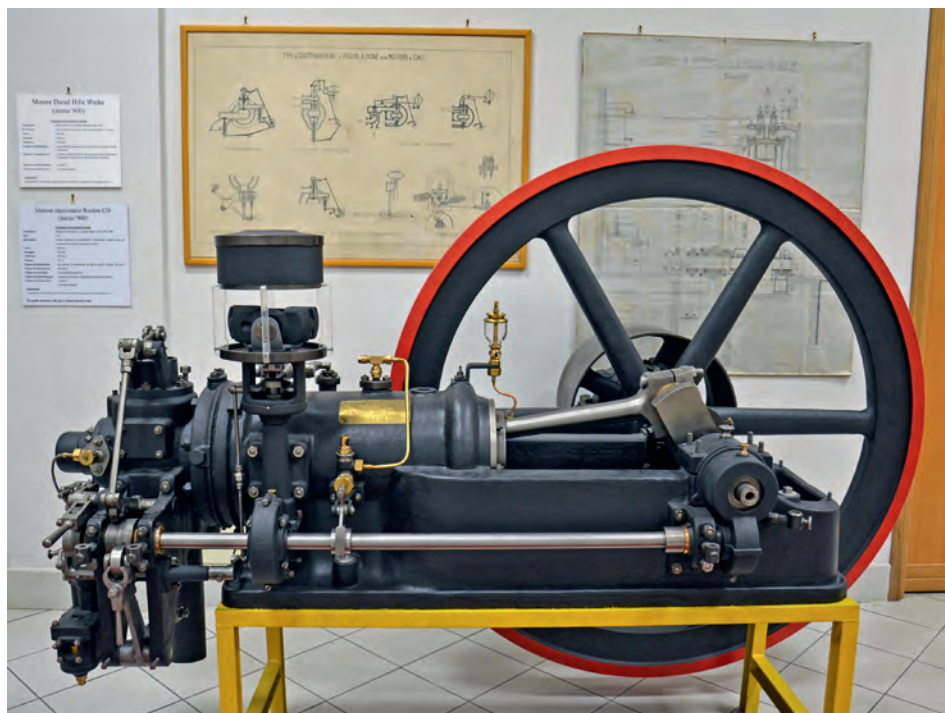
Nell'ambito della promozione e della divulgazione della cultura scientifica il Museo propone e realizza periodicamente numerose iniziative culturali di concerto con altre strutture accademiche (Scuola Politecnica e Sistema Museale di Ateneo), mostre temporanee, seminari, con importanti ospiti e relatori provenienti dal mondo accademico ed industriale. Il Museo ha ospitato nel 2013 l'International Workshop on the History of Machines and Mechanisms

THE MUSEUM OF ENGINES AND MECHANISMS OF THE UNIVERSITY OF PALERMO

A short but detailed description of the wide machines and mechanisms collection that we can find inside the Museum of Engines and Mechanisms of the University of Palermo. The Museum exposes more than 300 items that narrate the evolution of science and technique along the last 150 years. The collection includes steam and automotive engines, hydraulic machines and several aircraft engines of the First and the Second World War (among them the FIAT G59, one of the five intact items surviving). We also cannot forget a very interesting collection of laboratory devices and didactic models dating from the end of 19th century.

Motori a vapore di fine '800-inizio '900





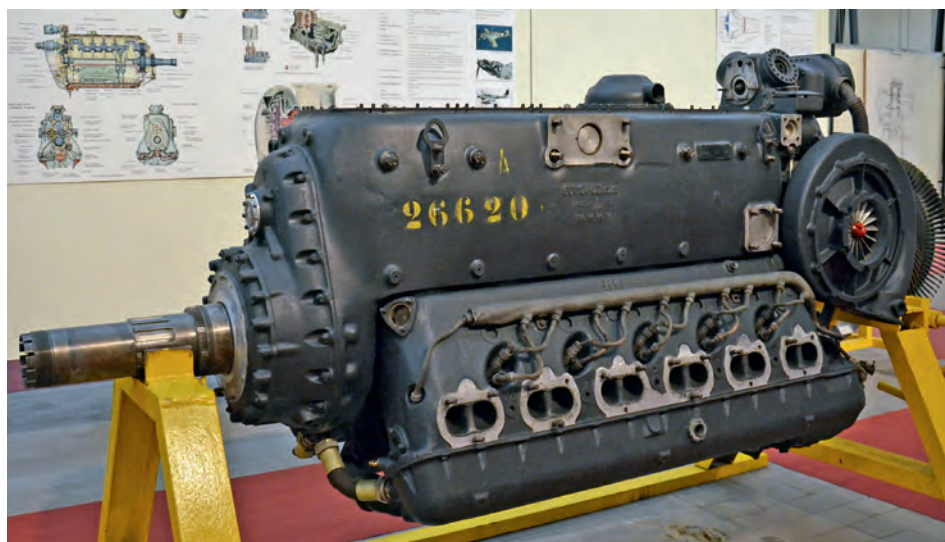
Motore stazionario a gasolio
Hille Werke, anni '20

Science patrocinato dall'IFTOMM (International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science), ed a settembre 2016 la Summer School on Mechanism Design for Applications, patrocinata anch'essa dall'IFTOMM. Annualmente il Museo ospita inoltre importanti manifestazioni sportive automobilistiche. Tra queste, quelle di maggiore rilievo mediatico sono le ultime edizioni della Targa Florio Classic e del Ferrari Tribute, con la partecipazione di autovetture storiche di elevato pregio tecnico e collezionistico, provenienti da tutto il mondo.

I MOTORI A VAPORE

■ I motori a vapore possono essere intesi come le prime macchine moderne impiegate per la trasformazione dell'energia. A partire dalla seconda metà del XVIII secolo,

Motore Daimler Benz DB605,
1941-1945



nell'ambito della prima Rivoluzione Industriale ed in seguito nella seconda Rivoluzione Industriale della seconda metà del XIX secolo, hanno avuto un ruolo determinante. Il loro impiego nei processi di lavorazione delle materie prime, dei prodotti di consumo così come nel campo dei trasporti e della produzione di energia elettrica, ha avuto, come è noto, effetti notevoli ed irreversibili che hanno determinato il passaggio da un sistema prevalentemente socio-economico agricolo artigianale commerciale ad un sistema industriale moderno. Nella Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri ed Architetti di Palermo i primi studi relativi alle macchine a vapore risalgono alla metà dell'Ottocento, come testimoniano le più antiche apparecchiature scientifiche custodite nel Museo.

A quel periodo risale la grande macchina a vapore utilizzata, secondo uno schema di impianto industriale rimasto pressoché immutato fino alla prima metà del Novecento, per azionare i macchinari in un impianto produttivo: i telai di una fabbrica tessile, le macchine utensili di una industria meccanica o le pompe per l'estrazione dell'acqua nelle miniere. Del Museo fa parte anche un motore a vapore navale del tipo a "doppia espansione" con due cilindri a "doppio effetto", impiegato verso la fine dell'Ottocento in piccole motonavi come yacht o pescherecci. Oggi, interamente restaurati, i due grandi motori sono entrambi dotati di motori elettrici che consentono di farli ruotare lentamente per mostrare il movimento dei vari organi, suscitando la curiosità dei visitatori. Degli anni '20 del Novecento è invece la grande turbina a vapore proveniente dall'antica Centrale elettrica Alessandro Volta di Palermo. Questa turbina è caratterizzata dalla particolare tipologia costruttiva, tipo Ljungström (oggi in disuso), in cui l'espansione del vapore avviene in modo radiale centrifugo attraverso due organi controrotanti dotati di palettature multistadio. La sua rilevanza collezionistica è dovuta alla particolarità costruttiva (che ha avuto una certa diffusione nella prima metà del Novecento), alla sua odierna rarità e soprattutto al fatto che rappresenta un pezzo di storia della città: rimasta illesa durante i bombardamenti della seconda Guerra Mondiale, ha fornito energia elettrica a buona parte della città di Palermo fino al 1952.

Dopo le macchine a vapore il percorso espositivo del Museo illustra alcuni esemplari di motori a combustione interna, sia a gas sia a gasolio, che nel corso della prima metà del Novecento hanno gradualmente sostituito i motori a vapore (a stantuffi) nel settore navale ed industriale.

I MOTORI AERONAUTICI

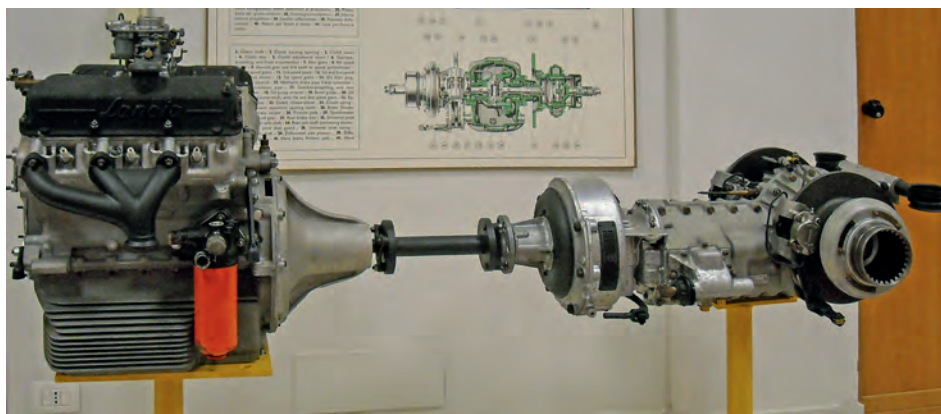
■ Il Museo possiede una collezione di motori aeronautici molto importante per la rarità ed il pregio storico e collezionistico dei suoi elementi. Dopo il primo volo dei fratelli Wright nel 1909, l'industria aeronautica ha subito un rapido sviluppo ed i primi motori aeronautici, spesso di derivazione automobilistica, si sono evoluti fino all'avvento, verso la fine della seconda Guerra Mondiale, dei motori "a reazione". A quel primo periodo dell'aeronautica risalgono soluzioni costruttive particolarmente ingegnose tra cui quella dei motori radiali rotativi, nei quali l'elica girava unitamente al blocco dei cilindri al fine di migliorare il raffreddamento

del motore. A questa categoria appartiene il motore francese Le Rhône 9Jby del 1917, conservato presso il Museo insieme ad un altro dei suoi pezzi più rari e prestigiosi, il motore bi-rotativo Siemens Halske Sh.IIIa del 1918, che può essere considerato come l'ultima evoluzione dei motori radiali rotativi.

Gli elementi più importanti di ambito aeronautico, provenienti dalla Germania, sono motori e strumenti di volo per aerei militari del periodo della prima Guerra Mondiale che fanno parte di un lotto di materiale tecnico ceduto all'Italia nell'ambito delle riparazioni di guerra. Il loro arrivo a Palermo è legato a quello di Antonio Capetti, professore incaricato di Motori per Aeromobili del Politecnico di Torino (del quale anni dopo fu Rettore), che nel 1925 venne nominato professore di ruolo non stabile alla cattedra di Macchine Termiche ed Idrauliche della Regia Università di Palermo. La collezione aeronautica è abbastanza eterogenea e comprende motori di vario tipo ed impiego, raffreddati ad aria, con la classica disposizione radiale dei cilindri, e raffreddati a liquido con cilindri in linea e a V. Ci sono motori degli anni '20 e '30 di produzione italiana per aerei da turismo ed addestramento, fino ai grandi motori della seconda Guerra Mondiale: un Fiat A.74 per aerei da caccia, un Fiat A.80 per bombardieri ed un Daimler Benz DB605, uno dei pezzi più importanti del Museo, tecnicamente all'avanguardia nella sua epoca, impiegato in aerei da caccia tedeschi ed italiani come il Messerschmitt Bf 109, il Fiat G.55, il Reggiane 2005 ed il Macchi 205. Infine, al periodo della Guerra Fredda appartiene il grande motore a reazione americano General Electric J47.

I MOTORI AUTOMOBILISTICI

■ Il Museo possiede una collezione di motori per autoveicoli di varia tipologia e differenti applicazioni. La maggior parte di questi sono stati acquistati ed utilizzati per scopi di ricerca e per motivi didattici, come d'altra parte avviene ancora oggi. Nel corso degli anni, con il continuo sviluppo tecnico e scientifico, sono stati via via rimpiaz-

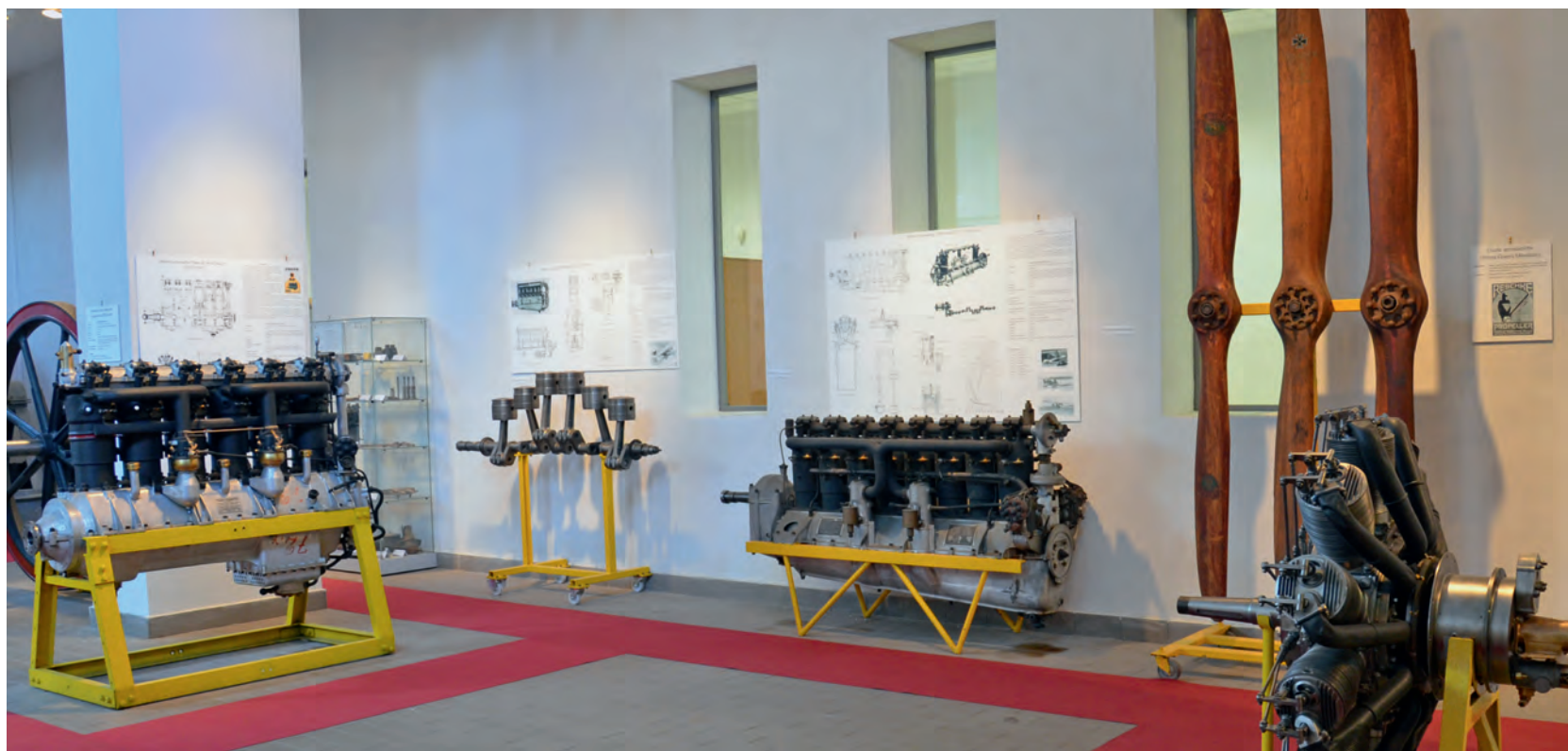


Motore e trasmissione per la vettura Lancia Flaminia berlina 2500, 1957-1961

zati da unità più moderne impiegate presso il Laboratorio di Motori dell'Ateneo di Palermo. Il più antico di questi è il motore Fiat tipo 101, prodotto dal 1919 al 1926 per la vettura Fiat 501. Proseguendo, in ordine cronologico sono esposti motori degli anni '30, '50 e '60: un motore per Fiat 1100, ed un Alfa Romeo "bialbero" per Giulietta 1300, prodotto a lungo in varie versioni. Dello stesso periodo è il motore 6 cilindri a V della prestigiosa Lancia Flaminia 2500 esposto insieme al relativo gruppo frizione-cambio-differenziale secondo lo schema "transaxle". Uno dei pezzi più importanti è il motore Fiat con otto cilindri a V, realizzato per la vettura sportiva Fiat 8V che, prodotta in soli 112 esemplari, vinse numerose competizioni sportive tra cui la Targa Florio del 1955. Di elevate prestazioni sono i due motori Fiat Dino, 2000 e 2400, frutto di una collaborazione tra Fiat e Ferrari ed impiegati su vetture sportive prodotte da entrambe le case costruttrici negli anni '60 e '70. Il Dino 2400 equipaggiava anche la Lancia Stratos che, nelle versioni da competizione, riscossero molti successi, come il Campionato Mondiale Rally Gruppo 4 dal 1974 al 1976.

Tra i motori a gasolio per veicoli pesanti c'è un raro e tecnicamente raffinato Lancia-Junkers Tipo 89, a due tempi con stantuffi contrapposti, utilizzato negli anni '30 nell'autocarro Lancia Ro. Infine, sono presenti alcuni motori mo-

Sezione aeronautica, motori dell'epoca della prima Guerra Mondiale



Motore Fiat tipo 104 per vettura
Fiat 8V, 1952-1954



toxicistici ed altri meno convenzionali, come un motore Wankel ed un prototipo sperimentale di motore rotativo con camere di combustione toroidali, realizzato presso l'Istituto di Macchine dell'Ateneo di Palermo negli anni '60.

APPARECCHIATURE SCIENTIFICHE E DIDATTICHE

■ Il Museo comprende anche una sezione espositiva dedicata alle apparecchiature scientifiche e didattiche. Tra queste vi sono gli oggetti più antichi del Museo, risalenti alla seconda metà del XIX secolo. Le apparecchiature scientifiche sono quelle utilizzate nel tempo nei vari

Motore Fiat tipo 135C per Fiat
Dino 2400, 1969-1976



laboratori per la sperimentazione sulle Macchine e nella Meccanica Applicata alle Macchine. Ci sono vari strumenti per l'analisi delle vibrazioni meccaniche, per misurare di pressione, temperatura e velocità, per il controllo dei gas combusti ed alcuni freni dinamometrici, di vario tipo, per la misura della potenza dei motori. La collezione di apparecchiature didattiche comprende, invece, oltre cento modelli in metallo ed in legno di macchine elementari, cinematismi, organi di trasmissione, meccanismi per la descrizione di profili di accoppiamento tra elementi meccanici. Altri ancora rappresentano le principali tipologie di macchine a vapore, che nel XIX secolo erano utilizzate in vari settori dell'ingegneria civile ed industriale.

Questi modelli, costruiti a scopo didattico da ditte specializzate tedesche ed italiane nella seconda metà dell'Ottocento, appartenevano in gran parte al Gabinetto di Meccanica Applicata alle Macchine della Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri di Palermo. La sezione dei modelli e delle apparecchiature scientifiche ha un ruolo importante, dal punto di vista della didattica, poiché l'ampia varietà degli elementi della collezione consente di illustrare nel dettaglio i vari passi dell'evoluzione della Meccanica delle macchine, oltre a fornire una panoramica abbastanza ampia delle possibili soluzioni nella realizzazione dei singoli meccanismi. Ancora oggi alcuni modelli vengono utilizzati, con le dovute attenzioni, come utili strumenti didattici per la loro capacità di rappresentare in modo chiaro alcuni dei più importanti principi della Meccanica rimasti immutati nel tempo.

IL VELIVOLO STORICO FIAT G.59

■ La collezione del Museo è sempre in continua evoluzione grazie a nuove acquisizioni e lavori di restauro, tra cui spicca quello del velivolo storico FIAT G.59 4B, uno dei soli 5 esemplari completi oggi sopravvissuti. Il Fiat G.59 è stato uno degli ultimi aerei di grandi prestazioni dotato di motore alternativo prima dell'avvento dei moderni turbogetti, nonché uno dei simboli della rinascita post-bellica dell'industria aeronautica italiana. Nel 1947 l'ingegnere Giuseppe Gabrielli, uno dei più importanti progettisti aeronautici italiani, sviluppò il G.59 a partire dal Fiat G.55 Centauro, considerato tra i migliori velivoli da caccia della seconda Guerra Mondiale. Il G.59, da sempre molto apprezzato sia in Italia sia all'estero, è stato prodotto negli stabilimenti torinesi di Fiat Aviazione dal 1950 per essere prevalentemente impiegato dall'Aeronautica Militare, fino al 1965, come velivolo per l'addestramento avanzato e per il volo acrobatico. Il velivolo può raggiungere la velocità massima di 609 km/h grazie al suo motore Rolls Royce Merlin versione 500-20, a 12 cilindri a V con turbocompressore a comando meccanico, che è in grado di fornire una potenza massima di 1660 CV all'elica quadripala a passo variabile. Il velivolo, acquistato per scopi didattici dall'Università di Palermo nel 1964, nel 2012 è entrato a far parte della collezione del Museo, che ne ha curato il restauro e provvede alla sua conservazione all'interno di un'apposita area espositiva.



Velivolo storico FIAT G.59 4B all'interno della teca espositiva in vetro

Alcuni componenti del gruppo di restauro del velivolo



Il restauro, realizzato dal personale del Museo con la preziosa collaborazione di alcuni studenti di Ingegneria Meccanica ed Aerospaziale, è stato di tipo rigorosamente conservativo. Questo approccio prevede, oltre alla conservazione fisica del bene, anche la preservazione filologica dello stesso. Particolarmente impegnative sono risultate le operazioni di smontaggio dei componenti principali, il loro ricondizionamento e l'accurato rimontaggio del velivolo. Gli interventi di restauro hanno riguardato anche parti danneggiate ed il recupero di alcuni elementi mancanti. Interventi mirati di ricostruzione sono stati adottati solo per le parti mancanti e non più disponibili in originale; anche in questi casi il personale del Museo ha comunque provveduto, attraverso le operazioni di *reverse engineering*, alla realizzazione di parti nuove assolutamente conformi alle specifiche di produzione originali. Tra le innovative tecniche impiegate vi sono, in particolare, l'uso di uno scanner ottico tridimensionale, dei moderni sistemi CAD/CAM, dei processi di stampa 3D e del *waterjet* per il taglio di precisione delle lamiere.

Riferimenti bibliografici

- Federico Filippi, *Dall'elica al getto*, EDA, Torino, 1983
- Francesco Paolo La Mantia, *Contributi per una storia della Facoltà di Ingegneria di Palermo*, Vol. 2, Fotograf, Palermo, 2006
- Kyrill von Gersdorff, Helmut Schubert, Kurt Grasmann, *Flugmotoren und Strahltriebwerke*, Bernard und Graefe, Bonn, 2007
- Riccardo Monastero, Giuseppe Genchi, *Macchine. Energia e Storia* in Aldo Gerbino (a cura di), *Plumelia. Almanacco di cultura/e*, Plumelia, Bagheria, 2010, pp. 146-152
- Giuseppe Genchi, Francesco Sorge, *The Rotary Aero Engine from 1908 to 1918* in Teun Koetsier, Marco Caccarelli (Editors), *Explorations in the history of machines and mechanisms. Proceedings of HMM2012*, Springer, Dordrecht, 2012, pp. 349-362
- Francesco Sorge, Giuseppe Genchi (Editors), *Essays on the History of Mechanical Engineering*, Springer, Dordrecht, 2016



Museo Storico dei Motori e dei Meccanismi

Museo Storico dei Motori e dei Meccanismi
Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, Ed. 8
90128 Palermo
www.museumotori.unipa.it
www.facebook.com/museumotori

Sistema Museale di Ateneo
Università degli Studi di Palermo
Palazzo Steri, piazza Marina, 61
90131 Palermo
www.musei.unipa.it/