

## LABORATORIO DI AERODINAMICA CON GALLERIA DEL VENTO SUBSONICA



L'immagine si riferisce alla soluzione "AVANZATA" del laboratorio

### DESCRIZIONE

**Laboratorio di aerodinamica** che offre agli studenti un'esperienza pratica unica per comprendere i principi alla base dell'aerodinamica, favorendo lo sviluppo di competenze direttamente applicabili nel mondo del lavoro. Il laboratorio fornisce una piattaforma per comprendere i comportamenti dei fluidi in movimento e il loro impatto sulle superfici solide, applicando teorie e principi fisici fondamentali della meccanica dei fluidi. Forti di questi fondamenti teorici, gli studenti saranno in grado di visualizzare, studiare e approfondire esperimenti fisici supportati da unità didattiche avanzate quali una galleria del vento subsonica con relativi accessori.

### OBIETTIVI

- Comprendere i fenomeni aerodinamici attraverso l'analisi sperimentale dei flussi d'aria;
- acquisire competenze nell'utilizzo di strumentazione scientifica specifica;
- progettare e testare modelli fisici utilizzando la stampa 3D;
- sviluppare capacità analitiche e progettuali legate all'ottimizzazione aerodinamica.

### COMPONENTI

- **Galleria del vento subsonica 305 mm**, con i seguenti accessori:
- *pitot statico trasverso*: per misurare valori di pressione all'interno della galleria del vento;
- *trasduttore di Pressione Differenziale*: per visualizzare e registrare le misura differenziali di pressione;
- *modello cilindrico, profilo alare con flap*: per studiare i comportamenti aerodinamici dei fluidi attorno a questo tipo di corpi;
- sistema di *acquisizione dati VDAS* da banco: per registrare le misure di pressione all'interno della galleria del vento;
- un *PC* per poter usare il sistema di acquisizione dati e quindi registrare e analizzare i dati raccolti;
- una *document camera*: posizionandola sulla sezione trasparente della galleria del vento sarà possibile trasmettere

l'esperimento sullo schermo interattivo;

- *monitor interattivo*;
- *stampante 3D*: per progettare e stampare profili alari e modellini aerodinamici a scelta su cui sperimentare.

## **ATTIVITÀ DIDATTICHE**

Il laboratorio è quindi costituito da unità didattiche per lo studio dell'aerodinamica con cui è possibile svolgere numerose attività pratiche e sperimentali, tra cui:

1. Studio della Resistenza Aerodinamica;
2. Acquisizione e manipolazione misure di pressione;
3. Ottimizzazione del Design dei profili alari;
4. Sperimentazioni su vari modelli aerodinamici;
5. Sperimentazioni su profili alari con flap;
6. Comprensione dei principi fisici dell'aerodinamica.
7. Applicazione pratica delle conoscenze teoriche in contesti reali attraverso esperimenti riproducibili in laboratorio in un ambiente controllato.
8. Formazione di competenze tecniche avanzate nell'uso di strumentazione scientifica nel settore dell'aerodinamica.

### **Attenzione a spazi di apprendimento inclusivi e accessibili**

Il laboratorio è caratterizzato da flessibilità, adattabilità, multifunzionalità e mobilità, connessione continua con informazioni e persone, accesso alle tecnologie, alle risorse educative aperte, al cloud, apprendimento attivo e collaborativo, creatività, utilizzo di molteplici metodologie didattiche innovative.

### **Parità di accesso e pari opportunità**

L'ambiente laboratoriale che verrà realizzato rafforzerà il ruolo della scuola nella promozione della pari opportunità e nel contrasto agli stereotipi.



<b>Galleria del vento con pitot statico traverso</b>		<b>48.595,00 €</b>
n° 1	GALLERIA DEL VENTO SUBSONICA 305 MM	
n° 1	PITOT STATICO TRAVERSO	
<b>Accessori</b>		<b>13.556,00 €</b>
n° 2	TRASDUTTORE DI PRESSIONE DIFFERENZIALE	
n° 1	MODELLO CILINDRICO	
n° 1	PROFILO ALARE ASIMMETRICO (CURVATO) CON FLAP	
n° 1	SISTEMA ACQUISIZIONE DATI DA BANCO	
<b>Attrezzatura Multimediale</b>		<b>2.880,00 €</b>
n° 1	NOTEBOOK CORE I7 - 8GB RAM - SSD 512 GB - WIN 11 PRO	
n° 1	DOCUMENT CAMERA 8 MEGAPIXEL	
n° 1	MONITOR INTERATTIVO 4K DA 75" CON ANDROID 11	
n° 1	PIATTAFORMA DI APPRENDIMENTO	
<b>Stampa 3D</b>		<b>4.469,00 €</b>
n° 1	STAMPANTE 3D	
n° 1	BOX ESSICCAZIONE FILAMENTI	
n° 1	Filamento Stampante 3D - 2 bobine da 1 kg	
n° 1	BANCO RETTANGOLARE RIBALTABILE SU RUOTE - 140L	
n° 1	INSTALLAZIONE, COLLAUDO E CORSO	
<b>Importo Complessivo IVA 22% inclusa</b>		<b>84.790,00 €</b>
<b>Totale IVA esclusa</b>		<b>69.500,00 €</b>

## Galleria del vento con pitot statico traverso

### Pos. **1** Q.tà **1** **GALLERIA DEL VENTO SUBSONICA 305 MM**

Il set è composto da una galleria del vento subsonica da 305 mm, bilanciamento di portanza e resistenza di base e un set di modelli tridimensionali di resistenza.

La sezione di lavoro del tunnel è una sezione quadrata con tetto, pareti e pavimento trasparenti. I lati sono rimovibili. Il pavimento e ciascun pannello laterale hanno una posizione speciale per supportare i modelli opzionali della galleria del vento. Con la galleria del vento vengono forniti un goniometro e un porta modello per supportare e regolare con precisione l'angolazione di eventuali modelli montati.

Sulla sezione di lavoro sono alloggiare due sonde traslanti. Uno è un tubo Pitot statico e l'altro un tubo Pitot standard. Si inseriscono a monte e a valle di qualsiasi modello e si collegano ai manometri del quadro strumenti (o altri strumenti opzionali) per visualizzare la pressione.

Incluso con la Galleria del vento:

- bilancia di sollevamento e resistenza di base della galleria del vento (AF1300z)

Questa bilancia mantiene i modelli nella sezione di lavoro e misura le forze di portanza e resistenza sui modelli, create dall'aria che si muove accanto a loro.

- Modelli tridimensionali di trascinamento (AF1300j)

Una serie di modelli, ciascuno con una forma diversa ma la stessa area frontale per confronti diretti.

### Pos. **2** Q.tà **1** **PITOT STATICO TRAVERSO**

Il Pitot statico traverso (AFA7) è un accessorio progettato per l'uso con le Gallerie del Vento Subsoniche modulari. Questo dispositivo consente di eseguire misurazioni precise delle pressioni all'interno della sezione di lavoro della galleria del vento, sia a monte che a valle del modello in prova, facilitando l'analisi dettagliata dei profili di pressione e delle caratteristiche del flusso d'aria. Caratteristiche principali: Montaggio versatile: il tubo Pitot-statico può essere posizionato sia a monte che a valle del modello in prova, permettendo l'esecuzione di traversate nel flusso d'aria per analizzare il wake del modello. Indicatore digitale di posizione: la posizione verticale del tubo è regolabile e visualizzata su un indicatore digitale, garantendo precisione nelle misurazioni. Funzione di azzeramento: l'indicatore digitale può essere azzerato in qualsiasi posizione, consentendo di definire il punto di partenza dell'esperimento secondo le esigenze specifiche. Specifiche tecniche: Dimensioni: volume imballato di 0,01 m<sup>3</sup>. Peso: 3 kg (imballato). Corsa totale: 300 mm. Condizioni operative: temperatura ambiente tra 5°C e 40°C; umidità relativa fino all'80% a temperature inferiori a 31°C, decrescendo linearmente al 50% a 40°C. Vantaggi dell'utilizzo: Misurazioni accurate: la combinazione del tubo Pitot-statico con l'indicatore digitale di posizione assicura dati precisi per l'analisi del flusso d'aria. Versatilità: adatto per una vasta gamma di esperimenti aerodinamici, inclusi studi sul wake e analisi dei profili di pressione.

## Accessori

### Pos. **3** Q.tà **2** **TRASDUTTORE DI PRESSIONE DIFFERENZIALE**

Il Trasduttore di Pressione Differenziale è un modulo opzionale progettato per l'uso con la Galleria del Vento Subsonica. Questo dispositivo misura e visualizza le pressioni differenziali rilevate da tubi di Pitot-statici e altri sensori di pressione installati nella galleria del vento, rispetto all'atmosfera o tra due punti differenti. Caratteristiche principali: Misurazione precisa: utilizza un trasduttore di pressione calibrato per fornire letture accurate delle pressioni differenziali. Display integrato: dotato di un display LCD che consente la lettura diretta dei valori di pressione misurati. Specifiche tecniche: Dimensioni: 182 mm di lunghezza x 100 mm di altezza x 105 mm di profondità. Peso: circa 1 kg. Campo di misura:  $\pm 7$  kPa. Condizioni operative: temperatura ambiente tra 5°C e 40°C; umidità relativa fino all'80% a temperature inferiori a 31°C, decrescendo linearmente al 50% a 40°C. Vantaggi dell'utilizzo: Efficienza: offre una soluzione più rapida e versatile rispetto ai manometri a liquido tradizionali per la misurazione delle pressioni differenziali.

### Pos. **4** Q.tà **1** **MODELLO CILINDRICO**



Un modello di cilindro progettato per estendersi per tutta la larghezza della sezione di lavoro della Galleria del Vento Subsonica. Il modello è supportato da un apposito supporto. Applicazioni educative Studio della distribuzione della pressione intorno a un corpo cilindrico. Analisi della resistenza aerodinamica tramite metodi diretti e indiretti. Visualizzazione dei flussi d'aria per comprendere fenomeni come la separazione del flusso e le scie.

Pos. **5** Q.tà **1** **PROFILO ALARE ASIMMETRICO (CURVATO) CON FLAP**

Questo è un profilo alare asimmetrico (curvato o cambered) con flap variabile con una corda di 150 mm, progettato con un flap regolabile per esperimenti aerodinamici. Il modello consente agli studenti di esplorare l'impatto delle superfici di controllo e le differenze tra profili alari simmetrici e asimmetrici. Rappresenta uno strumento versatile e completo per l'educazione aerodinamica. Grazie alla possibilità di regolare il flap e di confrontarlo con profili simmetrici, offre agli studenti un'esperienza formativa che integra teoria, pratica e analisi critica, rendendolo indispensabile nei laboratori di aerodinamica. Applicazioni educative Studio delle superfici di controllo: Analisi degli effetti delle regolazioni del flap sulle prestazioni aerodinamiche, come portanza e resistenza. Simulazione del comportamento di superfici di controllo reali (alettoni, flap). Confronto tra profili: Valutazione delle differenze tra un profilo asimmetrico e uno simmetrico in termini di distribuzione della pressione e delle forze aerodinamiche. Analisi delle forze aerodinamiche: Misurazione e calcolo della portanza, resistenza e momento di beccheggio, con confronto tra metodi diretti e indiretti. Visualizzazione del flusso: Comprendere meglio i fenomeni aerodinamici, come la separazione del flusso e la formazione della scia.

Pos. **6** Q.tà **1** **SISTEMA ACQUISIZIONE DATI DA BANCO**

DESCRIZIONE: Il moderno, conveniente e preciso Sistema di Acquisizione Dati Versatile (VDAS<sup>®</sup>) migliora l'insegnamento in laboratorio. Per l'uso individuale da parte degli studenti o per i docenti che dimostrano esperimenti a tutta la classe, VDAS<sup>®</sup> offre calcolo, registrazione e creazione di grafici in tempo reale con esportazione rapida dei dati. Ciò rende l'uso del tempo efficiente, produttivo ed efficace sia per gli studenti che per i docenti. L'attrezzatura con VDAS<sup>®</sup> integrato ha l'hardware richiesto integrato nell'apparecchiatura. Basta scaricare il software gratuito, collegare il cavo USB fornito tra l'apparecchiatura e un computer adatto (non fornito), selezionare l'apparecchiatura in uso dal menu delle opzioni VDAS<sup>®</sup> e il sistema è pronto all'uso. Gli ingressi digitali non sono specifici, per una facile configurazione degli esperimenti e una riduzione degli errori di connessione. I circuiti di comunicazione prevalentemente digitali rendono l'attrezzatura più resistente al rumore elettrico rispetto ai sistemi puramente analogici. Le unità di interfaccia MKII hanno anche due ingressi analogici. Questi possono includere sensori di spostamento o misurazione della pressione e misuratori di flusso. Il software VDAS<sup>®</sup> può visualizzare i segnali analogici in tempo reale come tracce su uno schermo del computer. Ciò consente a VDAS<sup>®</sup> di funzionare come un'alternativa intuitiva a un oscilloscopio su prodotti selezionati. L'uscita dall'unità di interfaccia si collega via USB a un computer (computer non fornito) che esegue il software VDAS<sup>®</sup>. Il software ha funzioni extra che permettono di aggiungere tracce derivate e tracce di riferimento, basate su ciascuno dei due segnali di ingresso analogici. È anche possibile regolare il filtraggio e la levigatura del segnale tramite software e scalare le tracce per adattare meglio all'area della traccia. Per entrambi, VDAS<sup>®</sup> MKII e VDAS Onboard<sup>®</sup>, il software è intuitivo e facile da usare, con opzioni di visualizzazione dei dati chiare e convenienti. Ciò consente di risparmiare tempo poiché gli studenti non devono imparare a utilizzare un nuovo software quando cambiano esperimenti. Le caratteristiche del software VDAS<sup>®</sup> includono: Funziona con i prodotti esistenti compatibili con VDAS<sup>®</sup>. Registrazione dei dati manuale o automatica. Acquisizione dei dati impostata per tempo o intervalli. Visualizzazione dei dati in tempo reale, in forma digitale o come un metro analogico. Tracce in tempo reale dei segnali analogici. Registrazione dei dati per la stampa e l'analisi successiva. Esportazione dei dati per l'uso con altri software. Esecuzione di calcoli in tempo reale per generare dati definiti dall'utente. Creazione e stampa di grafici e tabelle di dati. Layout personalizzabili. CARATTERISTICHE PRINCIPALI: Hardware, software e accessori automatici moderni ed economici per migliorare l'insegnamento e le sessioni di laboratorio. Tracce in tempo reale, acquisizione dati, monitoraggio e visualizzazione delle letture degli esperimenti su un computer (PC). Software intuitivo e facile da usare, con opzioni di visualizzazione e layout chiare e personalizzabili. Calcolo automatico, registrazione, creazione di grafici ed esportazione dei dati per un uso efficiente del tempo degli studenti e dei docenti. Disponibile sia in opzioni a montaggio su telaio che da banco per maggiore comodità. Layout del software simile per tutti i prodotti compatibili con VDAS<sup>®</sup>, senza bisogno di imparare un nuovo software quando si cambiano gli esperimenti. Hardware minimo per eseguire il software VDAS: Processore Intel<sup>®</sup> i5 o equivalente; Risoluzione dello schermo di 1280 x 768; Porta USB 2 o USB 3; 500 MB di spazio su disco rigido.

## Attrezzatura Multimediale

Pos. **8** Q.tà **1** **NOTEBOOK CORE I7 - 8GB RAM - SSD 512 GB - WIN 11 PRO**



s.r.l.

Display 15,6" 1920x1080 FHD, Processore Core i7 gen 12, RAM 8GB DDR4 2.666 Mhz, SSD 512GB, LAN Gigabit, WiFi Dual Band AC, Bluetooth, HDMI, scheda grafica Intel UHD Graphics, Sistema Operativo Windows 11 Professional.

## Pos. **9** Q.tà **1** **DOCUMENT CAMERA 8 MEGAPIXEL**

Alta frequenza dei fotogrammi per uno streaming in tempo reale senza sfasamenti: trasmette fino a 30 fps in Full HD e fino a 15 fps a 3264 x 2448 pixel.

Sensore di immagini CMOS 8 MegaPixel, Microfono integrato, autofocus, alimentazione gestita tramite cavo USB.

## Pos. **10** Q.tà **1** **MONITOR INTERATTIVO 4K DA 75" CON ANDROID 11**

Monitor Touch Interattivo, 4K UHD, fino a 40 tocchi simultanei.

Formato 75" in 16:9 con tecnologia di illuminazione LED, vetro antiriflesso temperato con spessore 4mm (MOHS 7)

**Garanzia per le scuole di 5 anni garantita dal produttore.**

Area di scrittura: 1650x928 mm

Tecnologia LCD Direct led: (LED distribuiti su tutta la sua superficie dello schermo.

Risoluzione UHD-4K 3840x2160 px, luminosità 400 cd/m<sup>2</sup>, Contrasto 4000:1, Angolo Visuale 178°/178°, 1.073 bilioni di colori 10 bit.

Pixel Pitch 0,372x0,372 mm. Durata media 50.000 h.

Tecnologia V-SENSE touch 40 tocchi contemporanei 2 connessioni USB touch e scrittura con dita, stilo e oggetti.

Riconoscimento dei gesti (scrivo con dita o oggetto, cancello con palmo della mano, allargo e stringo oggetti con tre dita).

Refresh rate 60HZ@UHD. Tempo di risposta 4ms accuratezza ±1mm

Sensori : Movimento e luminosità

Audio: Altoparlanti integrati 2x16 Watt + 1x Subwoofer 16 Watt

**Sistema Operativo Android 11 integrato**

Il sistema è compatibile con Windows, Android, macOS, iOS.

**CPU: ARM A55 (4 cores)**

**RAM 4 GB, ROM 32 GB**

Connessioni:

- Connessioni audio/video dati e di rete
- Ingresso Audio/Video digitale: 3x HDMI 2.0 - Uscita Audio/Video output digitale 1x HDMI 2.0
- Ingresso Audio/Video analogico: 1xVGA (DE-15 maschio)+ Jack audio (3,5mm TRS)
- Uscita audio analogica: 1xaudio jack (3,5mm TRS connector)
- Uscita audio digitale: 1xS/PDIF
- USB porta dati 1xUSB-C (Power output: fino a 45W), 1xUSB 2.0, 3xUSB 3.0
- Slot OPS per PC : (JAE TX24 connector) 4K@60Hz
- Ingresso di controllo: 1xCOM DE-9 (RS-232 standard)
- Connessioni di rete: Wi-Fi 6 (802.11ax)
- Connessioni touch: 2xUSB-B

Compatibile con Apple Airplay & Google Chromecast.

Piattaforme per videoconferenza: Zoom, Teams, o altre browser-based.

La funzione source che permette di selezionare l'ingresso video è a portata di touch sul display.

### **Connessione USB Type-C per presentazione e ricarica**

È possibile connettere al display un PC ,MAC esterno sul quale è contenuta ad esempio una presentazione utilizzando il solo cavo usb per trasferire audio,video e touch. Allo stesso tempo il PC o Mac connesso si ricarica.

### **Tasto Multifunzione**

Definisci le tue azioni preferite su un pulsante hardware. Puoi impostarlo per bloccare l'immagine, acquisire uno screenshot, passare alla sorgente di ingresso video preferita e altro ancora.

Dimensioni e peso:

1712x1030x87 mm, Peso 53kg

VESA 600x400



s.r.l.

Proprietà Elettriche:

Voltaggio 100-240 Volt -50/60 Hz, Consumo 170 Watt (Standby  $\leq$  0,5 Watt)

Certificazioni CE, FCC

Inclusi nella confezione: manuale utente, telecomando, alimentatore con cavo, cavo USB, 2 Penne passive, Sistema di ancoraggio a muro VESA.

## Pos. **11** Q.tà **1** PIATTAFORMA DI APPRENDIMENTO

Piattaforma di apprendimento collaborativa in cloud con raccolta di risorse per la creazione di contenuti didattici che integra una **lavagna digitale collaborativa**, una **vasta libreria di contenuti digitali**, **contenuti in realtà aumentata (AR)** e **contenuti 3D**.

**Licenza con validità 5 anni.**

**Funzionalità principali:**

- Creazione attività con testi e immagini personalizzati condivisibili con gli studenti, in presenza e a distanza
- Archiviazione e gestione in cloud di contenuti privati (Dropbox, OneDrive, Google Drive)
- APP per trasformare uno smartphone in una document camera, per catturare immagini da utilizzare per la creazione di lezioni
- Collaborazione tra studenti in presenza e studenti a distanza, in tempo reale
- Integrazione con Google Classroom per consentire agli insegnanti di condividere automaticamente lezioni e compiti con gli studenti e seguire facilmente i loro progressi
- Partecipazione semplificata alle lezioni, attraverso la scansione di un codice QR, per partecipare istantaneamente alla lezione creata dal docente

## Stampa 3D

## Pos. **12** Q.tà **1** STAMPANTE 3D

Tecnologia di stampa: FDM

Volume di costruzione: 300\*300\*300 mm

Dimensioni del prodotto: 435\*462\*526 mm

Dimensioni imballo: 508\*508\*608 mm

Peso netto: 18 kg

Peso lordo: 23 kg

Velocità di stampa:  $\leq$ 600mm/s

Accelerazione:  $\leq$ 20000mm/s<sup>2</sup>

Precisione di stampa: 100 $\pm$ 0,1 mm

Altezza dello strato: 0,1-0,35 mm

Estrusore: estrusore a trasmissione diretta a doppia marcia

Diametro del filamento: 1,75 mm

Diametro ugello: 0,4 mm (compatibile con 0,6/0,8 mm)

Temperatura dell'ugello:  $\leq$ 300 °C

Temperatura del piano riscaldato:  $\leq$ 100 °C

Superficie di costruzione: piastra di costruzione flessibile

Modalità di livellamento: livellamento automatico a mani libere

Trasferimento file: unità USB, WiFi

Schermo: touch screen a colori da 4,3".

Fotocamera AI: sì

AI LiDAR: sì

Recupero in caso di perdita di potenza: sì

Sensore di esaurimento del filamento: sì

Modellazione dell'input: sì

Kit illuminazione: sì

Modalità di sospensione: sì

Tensione nominale: 100-240 V ~, 50/60 Hz

Potenza nominale: 1000 W



Filamenti supportati: ABS, PLA, PETG, PET, TPU, PA, ABS, ASA, PC, PLA-CF, PA-CF, PET-CF

Formato file stampabile: codice G

Software di slicing: Creality Print; compatibile con Cura, Simplify3D, PrusaSlicer

Formati di file per lo slicing: STL, OBJ, AMF

Lingue dell'interfaccia utente: inglese, spagnolo, tedesco, francese, russo, portoghese, italiano, turco, giapponese, cinese

Pos. **13** Q.tà **1** **BOX ESSICCAZIONE FILAMENTI**

Contenitore per asciugare Filamenti per stampa 3D con riscaldamento a 360°

Riscaldamento rapido migliorato del riscaldatore PTC, circolazione dell'aria calda a 360

L'essiccatore utilizza un riscaldatore PTC unico da 110W.

Pos. **14** Q.tà **1** **Filamento Stampante 3D - 2 bobine da 1 kg**

2 bobine da 1 kg di filamento Hyper PLA 1,75 mm colore nero. può stampare a velocità fino a 600mm/s

Pos. **15** Q.tà **1** **BANCO RETTANGOLARE RIBALTABILE SU RUOTE - 140L**

Banco didattico richiudibile su ruote, permette di creare gruppi di lavoro o di riorganizzare l'asset della classe in maniera agevole e veloce grazie alle 4 ruote ruotanti. In modalità chiusa permette lo stivaggio dei banchi in maniera ordinata e compatta, salvaguardando gli spazi della classe. Il piano è realizzato in legno melaminico antigraffio sagomato e spessore 25 mm con spigoli arrotondati su tutti e quattro gli angoli con un raggio di 45 mm e bordato in ABS con spessore 2 mm. Realizzato in classe E1 a bassa emissione di formaldeide secondo norme uni EN e Resistenza al Fuoco di classe 2. La struttura è in metallo con sistema di ribaltamento e chiusura banco ed è dotata di 4 ruote frenanti. Il piano è disponibile nelle colorazioni: Argento, Acero, Noce esperia, Rovere, Olmo chiaro, Bianco, Bleu, disponibili con bordo ABS 2mm argento. Dimensioni: 120x70x74 h cm N.B.: In caso di mancata preferenza, la colorazione sarà determinata in base alle disponibilità di magazzino.

Pos. **16** Q.tà **1** **INSTALLAZIONE, COLLAUDO E CORSO**

Installazione apparati offerti, collaudo, e corso di formazione all'utilizzo delle attrezzature della durata di 4 ore contestualmente al collaudo.