

“Fluidodinamica delle turbine eoliche”

Dipartimento di Meccanica, matematica e management del Politecnico di Bari

Tutor aziendale: Prof. Ing. Torresi Marco

Tutor scolastico: Prof. Dalloiso Vito S.E.

RELAZIONE CONCLUSIVA DELL’ATTIVITÀ SVOLTA NELL’A.S. 2018/2019

L’Alternanza Scuola Lavoro (ASL) è un percorso formativo obbligatorio previsto dalla legge 107/2015. Nel caso dei Licei la norma prevede che, a partire dal terzo anno e fino al termine della formazione secondaria superiore, gli studenti siano impegnati in uno o più percorsi formativi per un ammontare complessivo di 90 ore. L’alternanza scuola lavoro ha tra i suoi obiettivi principali quello di fornire agli studenti un primo contatto con alcune delle realtà lavorative del territorio all’interno delle quali acquisire un saper fare che consolida le competenze acquisite in ambito scolastico e, talvolta, le declina in situazioni reali e concrete. In secondo luogo, essa possiede una forte valenza nell’orientare gli alunni nelle scelte successive al conseguimento del diploma di maturità. Le situazioni “nuove”, ossia di apertura verso contesti esterni al mondo scolastico in senso stretto, possono costituire, infatti, uno strumento per far prendere consapevolezza agli alunni delle loro attitudini effettivamente spendibili nei diversi settori lavorativi.

L’ASL della classe 3[^]D ha avuto inizio in data 12 dicembre 2018, giorno in cui la classe è stata impegnata in un’attività di addestramento al primo soccorso tenuta nelle ore pomeridiane e nei locali del Liceo “Cafiero” da formatori della Croce Rossa. Successivamente è stato curato dalla Prof.ssa Annamaria Dibari, docente di diritto del Liceo “Cafiero”, un modulo di diritto composto da sei incontri, per un numero complessivo di sei ore svoltesi in classe, avente la finalità di introdurre gli studenti in alternanza al mondo del lavoro. Per i dettagli sul modulo citato si rimanda al registro dedicato, agli atti dell’Istituto.

La classe 3[^]D è coinvolta in un progetto di ASL organizzato in collaborazione con il Politecnico di Bari. Il docente esperto è il prof. Marco Torresi, professore associato del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management (DMMM) del Politecnico di Bari che ha curato l’articolazione dell’attività didattica sia nella sua scansione oraria, sia nei contenuti.

Il docente tutor è il prof. Vito S.E. Dalloiso, docente di matematica e fisica della classe, che ha curato gli aspetti organizzativi dell’attività ed è stato di supporto in quelli didattici.

La collaborazione con il DMMM è stata un’esperienza del tutto nuova per il Liceo “Cafiero”. Altri percorsi di ASL sono stati organizzati dal nostro istituto con il Politecnico di Bari (in particolare con il Dipartimento di Fisica) e con altre Università del territorio ma, per la prima volta, si è avuta la possibilità di entrare in contatto con la Facoltà di Ingegneria Meccanica, con la diretta conseguenza che il taglio del percorso è stato tipicamente ingegneristico, ossia applicativo e progettuale.

Il Politecnico di Bari ha ospitato gli studenti presso i laboratori di ricerca denominati “Officine Politecniche”, situati in via Amendola (Bari), nelle immediate vicinanze del Campus Universitario. Si tratta di laboratori che il Politecnico di Bari mette a disposizione dei ricercatori del Politecnico e di enti privati (ad esempio, Avio Aero, Centro Combustione e Ambiente del gruppo Sofinter) con cui il Politecnico di Bari ha sottoscritto Accordi per la costituzione di laboratori Pubblico-Privati per l’attuazione di attività di ricerca, sviluppo tecnologico e innovazione in ambiti di interesse comune. All’interno dei laboratori è possibile incontrare ingegneri e ricercatori impegnati in attività di studio, progettazione e ricerca scientifica e, in ambienti dedicati, sono presenti anche vari strumenti di misura tra cui una piccola galleria del vento (che gli alunni hanno utilizzato per condurre misure anemometriche).

L’oggetto principale del percorso scelto è lo studio delle **turbine eoliche**, affrontato a partire dai principi fisici su cui si fonda il loro funzionamento, fino a fornire le indicazioni necessarie per un progetto di massima del profilo palare dal punto di vista aerodinamico.

La prima parte dell'attività è stata caratterizzata da lezioni teoriche di dinamica dei fluidi che si sono tenute nei pomeriggi del 7 e dell'11 febbraio 2019, dalle ore 15.00 alle 19.30.

Partendo dal concetto di fluido si è giunti alla differenziazione tra fluidi ideali e reali, tra flussi incomprimibili e comprimibili e tra moto laminare e moto turbolento. La trattazione univa ai concetti e alle definizioni le equazioni che caratterizzano il moto di un fluido fornendo così una visione completa, qualitativa e quantitativa, dell'argomento. Questa parte introduttiva ha avuto un'immediata ricaduta didattica in quanto l'argomento trattato è oggetto della programmazione di fisica del terzo anno. Le questioni proposte sono state pertanto affrontate in parallelo sia dal relatore durante le ore pomeridiane di alternanza, sia dal docente della materia durante le ore curricolari di fisica.

L'approccio all'argomento proposto dal relatore esterno è stato caratterizzato da un livello espositivo e contenutistico più spostato verso il lato "accademico", quindi elevato. Ciò, da una parte ha consentito agli studenti di partecipare ad una lezione dal taglio universitario, dall'altro ha richiesto un lavoro di consolidamento delle tematiche che è stato portato a termine in classe dal tutor. Ne è risultata una trattazione approfondita e specifica dell'argomento, arricchita di elementi che non sempre sono presenti nei testi di fisica dei corsi liceali quali ad esempio, il ruolo dello "strato limite" e del suo distacco sull'aerodinamica dei profili alari o il significato di grandezze adimensionate come il numero di Mach o il numero di Reynolds.

È chiaro dunque che l'approccio alla fluidodinamica condiviso dai testi di fisica del liceo si è lentamente tramutato in una trattazione tipicamente ingegneristica nella quale risulta importante stabilire in che modo sia possibile ottimizzare il trasferimento di energia tra un fluido e i profili aerodinamici in esso immersi e, in definitiva, migliorare le prestazioni di macchine, come le turbine eoliche, che sono costituite da tali profili.

Nella lezione pomeridiana successiva del 13 febbraio 2019, il prof. Torresi ha sviluppato il nucleo centrale del percorso di alternanza, ossia la descrizione di come avvenga nella pratica la trasformazione dell'energia eolica in energia meccanica e quali siano le condizioni affinché tale trasformazione sia ottimale. Particolare attenzione è stata data, ad esempio, agli aspetti che rendono difficoltoso lo sfruttamento dell'energia eolica (come ad esempio la forte dipendenza dall'aleatorietà delle condizioni climatiche), così come agli aspetti che ne rendono in certe situazioni preferibile l'utilizzo, come l'assenza di sostanze inquinanti durante l'esercizio ed il fatto che si tratti di una fonte di energia rinnovabile. Le tematiche, di grande attualità, hanno costituito spunti di riflessione per gli studenti perché sono state affrontate non in modo generico o divulgativo, ma dando spazio anche agli aspetti tecnici della questione, dall'esame dei modelli matematici che descrivono il fenomeno fisico, all'analisi di alcune delle soluzioni attualmente in uso in campo ingegneristico. Così, dopo considerazioni di tipo energetico sulla posizione delle turbine e sull'utilizzo dell'energia eolica in Italia ed in Europa si è passati a studiare le caratteristiche della macchina in dettaglio a cominciare dalla scelta della forma del profilo delle pale della girante.

Durante l'ultimo incontro pomeridiano del 15 febbraio 2019, gli alunni hanno avuto la possibilità di cimentarsi nell'utilizzo del software applicativo *Qblade*, che consente di effettuare una progettazione di massima ma articolata negli aspetti sia aerodinamici che strutturali, dei profili alari delle turbine eoliche. L'uso del software nelle sue sfaccettature è stato possibile grazie alle indicazioni dell'Ing. Tommaso Capurso, collaboratore del Prof. Torresi ed esperto del settore.

L'attività proposta ha avuto una forte ricaduta formativa perché ha permesso agli alunni di acquisire competenze specifiche nell'utilizzo di strumenti informatici utili per la progettazione. Si tratta di competenze sicuramente spendibili in campo lavorativo ove ormai è capillare la diffusione di ambienti *computer-aided* per la gestione e la progettazione.

Va sottolineato che spesso gli studenti, pur essendo "nativi digitali", non sempre hanno un approccio con gli strumenti informatici che non abbia finalità ludiche o strettamente legate alla comunicazione. La possibilità di interfacciarsi con un software per la progettazione ha riscontrato, pertanto, grande interesse negli studenti che, senza particolari difficoltà, hanno cominciato ad esplorare le potenzialità del software e ad utilizzarne i comandi principali.

Il software *Qblade* risolve le equazioni del moto mediante algoritmi semplici e consente di calcolare in prima approssimazione le prestazioni di una turbina eolica al variare del profilo scelto. Il software consente, inoltre, la

progettazione semplificata di tutta la girante: dalla scelta del profilo aerodinamico fino al dimensionamento strutturale.

Durante l'attività pomeridiana in cui gli alunni hanno utilizzato il software descritto è stato possibile, per ragioni di tempo, arrivare solo alla scelta del profilo palare e pertanto il lavoro di progettazione è rimasto solo in fase embrionale.

Considerato l'interesse degli alunni per questo tipo di esperienza, unitamente al suo valore formativo in un'ottica di proseguimento degli studi liceali presso facoltà scientifiche, si può pensare ad un eventuale prosecuzione del percorso di alternanza che prediliga questo tipo di attività e riduca la trattazione espositiva allo stretto necessario ad acquisire le indispensabili conoscenze di base. Una calibrazione in questo senso può essere realizzata senza particolari difficoltà per il futuro. Del resto, va tenuto in conto che il percorso di alternanza proposto è stato organizzato in maniera dettagliata e curata senza avere alcun elemento derivante da precedenti esperienze. Il suo carattere estremamente settoriale ed il taglio tipicamente ingegneristico hanno reso il percorso più difficilmente fruibile rispetto ad una soluzione più divulgativa ma hanno posto gli alunni di fronte alla realtà universitaria senza veli, così come la incontreranno da studenti o, in seguito, da studiosi o ricercatori. Sotto questo punto di vista le ricadute di ciò che gli studenti hanno visto e appreso sono state di grande rilevanza perché a loro è stata data la possibilità di un contatto reale non solo con il mondo universitario ma anche, per i futuri tecnici, con quello lavorativo.

Negli ultimi tre incontri, in orario antimeridiano, gli alunni, divisi in tre gruppi, hanno partecipato a tre esperienze di laboratorio in cui hanno utilizzato le strumentazioni messe a disposizione dal Politecnico per effettuare misure.

In una delle tre esperienze tenutasi presso il Dipartimento di Idraulica del Politecnico di Bari, gli studenti hanno effettuato misure di velocità delle particelle d'acqua in un canale a monte e a valle di un profilo alare mediante due tecniche di misura denominate Acoustic Doppler Velocimetry (ADV) e Particle Image Velocimetry (PIV) che sfruttano rispettivamente l'effetto Doppler acustico e le proprietà della luce laser.

Nella seconda delle esperienze gli studenti hanno effettuato misure di velocità delle particelle d'aria in moto all'interno della galleria del vento presente nei laboratori delle Officine Politecniche. La tecnica utilizzata è denominata Laser Doppler Velocimetry (LDV) e sfrutta l'effetto Doppler della luce laser.

Nella terza esperienza gli studenti hanno utilizzato un vibrometro per registrare gli spostamenti dei punti della membrana di un altoparlante e visualizzarne la frequenza di oscillazione.

Le relazioni sulle esperienze condotte costituiscono il *project work* conclusivo dell'attività del corrente anno scolastico e sono allegate alla presente relazione. Gli alunni le hanno prodotte nei locali del nostro liceo durante le sei ore conclusive dell'attività di questo anno scolastico.

Il tutor scolastico
Prof. Daliso Vito S.E.