

STRUTTURA	SCUOLA POLITECNICA
ANNO ACCADEMICO	2014/2015 (EX MANIFESTO 2012-2013)
CORSO DI LAUREA (o LAUREA MAGISTRALE)	LM-4 - LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA A CICLO UNICO SEDE DI AGRIGENTO
INSEGNAMENTO	FISICA TECNICA AMBIENTALE
TIPO DI ATTIVITÀ	DI BASE
AMBITO DISCIPLINARE	DISCIPLINE FISICO-TECNICHE E IMPIANTISTICHE PER L'ARCHITETTURA
CODICE INSEGNAMENTO	03324
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	-
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-IND/11
DOCENTE RESPONSABILE	DANIELE MILONE RICERCATORE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO
CFU	12
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	130
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	120
PROPEDEUTICITÀ	NESSUNA
ANNO DI CORSO	III
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	CONSULTARE IL SITO politecnica.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	LEZIONI FRONTALI, VISITE IN CAMPO
MODALITÀ DI FREQUENZA	OBBLIGATORIA
METODI DI VALUTAZIONE	PROVA ORALE, PROVA SCRITTA.
TIPO DI VALUTAZIONE	VOTO IN TRENTESIMI
PERIODO DELLE LEZIONI	CONSULTARE IL SITO politecnica.unipa.it
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	CONSULTARE IL SITO politecnica.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CONSULTARE L'ORARIO DI RICEVIMENTO NELLA PAGINA PERSONALE DEL DOCENTE SU SITO www.unipa.it

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione:

Si propone di fare acquisire allo Studente conoscenza e capacità di comprensione in relazione alle seguenti tematiche:

- Unità di misura ed equivalenza tra i sistemi;
- Termodinamica tecnica e trasmissione del calore;
- Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio termico;
- Proprietà termofisiche e spettrofotometriche dei materiali da costruzione e per l'edilizia;
- Verifiche termoigrometriche;
- Termofisica dell'involucro edilizio e sistemi passivi;

- Comfort ambientale e microclima;
 - Ergonomia degli ambienti sia abitativi che di lavoro;
 - Accettabilità di un ambiente e criteri di progettazione ambientale;
 - Standard qualitativi microclimatici - ambientali;
 - Risposte fisiologiche dei soggetti agli stimoli termoigrometrici, olfattivi, visivi, uditivi.
 - Integrazione tra sistemi di illuminazione naturale ed artificiali;
 - Tipologie impiantistiche (analisi e dimensionamento delle diverse tipologie impiantistiche);
 - Aspetti legislativi e normativi sulla progettazione impiantistica (Certificazione, diagnosi ed efficienza energetica degli edifici);
 - Energia primaria e rapporti di conversione;
 - Integrazione e sistema edificio-impianto e requisiti di progettazione impiantistica avanzata;
 - Componentistica degli impianti per il raffrescamento ed il riscaldamento e relativo dimensionamento (dal metaprogetto alla progettazione esecutiva);
 - Impiego delle fonti energetiche alternative in architettura (solare termico, fotovoltaico, *solar-cooling*, mini e micro eolico, caldaie a biomassa, geotermia) bilancio energetico e *payback-time*.
- Analisi energetica.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Si propone di fare acquisire allo Studente una conoscenza e capacità di comprensione del linguaggio tecnico della disciplina trattata attraverso la consultazione di pubblicazioni specialistiche. A queste verrà affiancata un'appropriata conoscenza tecnico-scientifica necessaria per intraprendere sia operazioni d'intervento sia di valutazione nel campo della tecnica del controllo ambientale, in relazione ad elevati standard qualitativi del sistema edificio-impianto, con particolare riferimento alle soluzioni passive per il contenimento dei consumi energetici e all'impiego di fonti rinnovabili.

Autonomia di giudizio:

Capacità di interpretare e valutare sulla scorta delle conoscenze di ordine tecnico e teorico sia le condizioni ambientali di un manufatto, in riferimento ai criteri di accettabilità da parte di un individuo o di un gruppo di fruitori, mettendo in evidenza non soltanto gli aspetti parametrici ma anche quelli meramente qualitativi, che gli impianti ad esso asserviti, con particolare riferimento ai criteri di sostenibilità energetica. Autonomia nella valutazione delle scelte progettuali più performanti o che offrano il migliore compromesso in termini di qualità ambientale.

Abilità comunicative

Acquisizione del linguaggio tecnico caratterizzante la disciplina degli impianti tecnici, della fisica tecnica e della tecnica del controllo ambientale. Capacità di esporre in modo chiaro anche a soggetti non esperti le varie caratteristiche termofisiche e microclimatiche di un ambiente nonché varie soluzioni impiantistiche e progettuali evidenziandone gli aspetti maggiormente significativi. Capacità di sostenere conversazioni su tematiche energetiche, sul comfort ambientale e sulle soluzioni innovative e di organizzazione impiantistica.

Capacità d'apprendimento:

La didattica sarà associata ad un adeguato livello di relazione con i prodotti della ricerca. Lo studente dovrà raggiungere un soddisfacente grado di apprendimento connesso alla capacità critica di operare scelte significative e valutazioni, in maniera autonoma, nell'ambito delle tecnologie per il controllo ambientale e la progettazioni impiantistica, con particolare riferimento alla qualità ergonomica degli spazi costruiti in termini di benessere, salute, sostenibilità e consumi energetici ed in relazione agli aspetti fisico-tecnici del controllo ambientale.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso di Fisica Tecnica Ambientale affronta argomenti che muovono dai primi concetti della trasmissione del calore alla sostenibile e moderna progettazione impiantistica. Al centro di tutto si colloca il rapporto uomo-manufatto con l'uso razionale dell'energia nell'abitato e le annesse strategie di sostenibilità ambientale. Obiettivo formativo principale è quello di far acquisire agli

studenti i concetti fondamentali della Fisica tecnica ambientale, finalizzati allo studio ed al controllo dei principali aspetti sia teorici che pratici, necessari alle applicazioni progettuali tecnologiche nell'ambito degli ambienti costruiti ed alla comprensione delle interazioni funzionali tra l'edificio e gli impianti di climatizzazione ad esso asserviti. L'approfondito studio del sistema edificio-impianto è funzionale sia ai fini dell'ottimizzazione dei consumi energetici che della qualità edilizia, sia inoltre allo sviluppo sostenibile della pratica architettonica intesa, in generale, antropica di trasformazione dell'ambiente. Inoltre, il corso mira a far acquisire alcune conoscenze di base sulle principali tipologie impiantistiche, al fine di indirizzare l'impiego delle stesse nell'ambito di una cosciente scelta progettuale che tenga conto delle interazioni tra edificio, ambiente esterno ed impianto, nonché delle problematiche di inserimento degli impianti negli edifici, principali norme tecniche e legislative vigenti in materia impiantistica.

INSEGNAMENTO	FISICA TECNICA AMBIENTALE
ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
2	Definizione di misura; unità di misura fondamentali e derivate. Analisi dimensionale. Sistema di unità di misura. Il Sistema Internazionale e sue unità di misura fondamentali e derivate. Cenni sul sistema c.g.s e sul sistema tecnico europeo ed anglosassone.
3	Richiami di Fisica di base (velocità, accelerazione, forza, massa, peso, densità, lavoro, energia cinetica, energia potenziale, potenza, pressione, pressione idrostatica, temperatura, dilatazione termica, regimi di moto: moto stazionario, laminare e turbolento, equazione di continuità per moto stazionario, concetto di portata, coefficiente di viscosità dinamica e cinematica).
4	Definizioni: ambiente e sistema termodinamico (chiuso, aperto, isolato); proprietà di stato; componenti e fasi; equilibrio termodinamico. Primo Principio della Termodinamica per un sistema chiuso. Capacità termica e calori specifici. Entalpia. Secondo Principio della Termodinamica. Enunciati di Kelvin-Planck e Clausius.
3	Prestazioni delle macchine termiche, frigorifere e delle pompe di calore. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Teorema di Carnot. Temperatura termodinamica. Entropia.
3	Termodinamica dei sistemi aperti. Regimi stazionario e non stazionario. Equazione di continuità in regime stazionario. Primo Principio della Termodinamica per un sistema aperto. Equazione del bilancio dell'energia per un sistema aperto in regime stazionario.
4	Descrizione del diagramma Termodinamico (p,v). Stato fisico dei vapori saturi umidi: titolo del miscuglio e calore latente di vaporizzazione. Gas perfetti: equazione di stato e principali leggi dei gas perfetti (leggi di Boyle e Dalton).
4	Sistemi a più componenti non reagenti, in fase gassosa Miscele di gas perfetti: proprietà principali. Miscele di aria e vapor d'acqua: la psicrometria dell'aria. Principali proprietà delle miscele di aria umida: temperatura a bulbo secco, titolo, grado igrometrico, grado di saturazione, entalpia. Descrizione del Diagramma psicrometrico e suo uso. Differenze tra i diagrammi di Mollier, Carrier, ed ASHRAE.
4	Temperatura di rugiada, di saturazione adiabatica e di bulbo umido. Misura del grado igrometrico: lo psicrometro. Principali trasformazioni delle miscele di aria umida: riscaldamento e raffreddamento sensibile; raffreddamento con deumidificazione; umidificazione a vapore e ad acqua;

	miscelazione adiabatica.
4	Modalità di trasmissione del calore (generalità). Trasmissione del calore per Conduzione: definizione, legge di Fourier. Strato piano semplice; strato piano multiplo; condotto circolare semplice e multiplo. Resistenza termica ed analogia elettrica. Conduttanza. Proprietà termofisiche dei materiali: coefficiente di conduzione e diffusività termica. Materiali isolanti. Inerzia termica.
5	Trasmissione del calore per Convezione: definizione. Convezione naturale e forzata. Potenza termica scambiata per convezione. Coefficiente di scambio termico convettivo. Cenni sull'analisi dimensionale e numeri puri (Nusselt, Reynolds, Grashof, Prandtl). Scambio termico per Irraggiamento: definizioni. Effetto serra. Coefficiente di assorbimento, riflessione e trasmissione. Emissività. Potere emissivo integrale e specifico.
4	Legge di Kirchhoff, di Stefan – Boltzmann e di Wien. Scambio termico tra superfici affacciate in regime stazionario. Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio termico. Coefficienti di adduzione. Trasmissione.
4	La condensa nelle strutture murarie: verifica termoigrometrica delle strutture esterne tramite il diagramma di Glaser. Esempi. Norme UNI di riferimento.
3	Ponti termici in edilizia: generalità, significato, modalità di calcolo, coefficiente lineare di ponte termico, norme UNI di riferimento Componenti finestrati: generalità, calcolo delle prestazioni termofisiche, tipologie di telai e di vetri e loro prestazioni, norme UNI di riferimento.
4	L'edificio come sistema termodinamico. Transitorio termico negli edifici. Propagazione del calore in regime periodico stabilizzato. Transitorio di riscaldamento e raffreddamento di un corpo, costante di tempo di un edificio. Parametri che influenzano il transitorio termico di un edificio. Temperatura aria sole. Qualità termofisiche delle finiture superficiali. Pareti con intercapedine d'aria. Pareti opache interne. Effetti della massa delle pareti interne.
4	Pareti trasparenti. Caratteristiche ottiche dei vetri. Bilancio energetico di un edificio. Accumulo termico ed effetti sul transitorio termico. Bilancio energetico per l'aria ambiente. Variabilità del carico con le condizioni esterne. Modelli ambientali complessi. Modellizzazione degli ambienti termicamente interagenti, Metodologia di analisi del transitorio termico negli edifici.
4	Concetti di termoregolazione omeostasi e principi di scambio termico uomo – ambiente. I requisiti per il comfort termoigrometrico e le normative sul benessere ambientale. Definizione di ambienti termici moderati e severi. Teoria di Fanger, equazione del benessere PMV- PPD, grafici e curve del benessere. Indice ET ed ET*.
5	Criteri di accettabilità di un ambiente. Indici di disagio locale I fattori di discomfort e gli indici di riferimento microclimatico. Fattore di vista. Neutralità di sensazione termica, accettabilità e preferenza. Grandezze, parametri e strumenti di misura.
4	Concetti di benessere respiratorio, olfattivo e di qualità dell'aria indoor (IAQ). Principali sostanze e classi di sostanze inquinanti. Materiali basso-emissivi e progettazione degli ambienti confinati. Strategie di controllo della

	contaminazione ambientale.
4	Il benessere visivo a partire dal concetto fisiologia e psicologia della visione. La luce e il colore. Cenni di fotometria, principali grandezze fotometriche.
4	Parametri ed indici illuminotecnici per la valutazione del comfort visivo. Fenomeni di disturbo, UGR, Glare Index. Normativa di settore e valori di riferimento. Illuminazione naturale e daylight factor. Concetto di task area e visual task.
4	Tipologia e classificazione dei sistemi di illuminazione artificiale. Cenni al dimensionamento ed alla progettazione dei sistemi di illuminazione artificiale. Metodo del flusso totale. Integrazione tra i sistemi di illuminazione naturale ed artificiale. Strumenti di misura, verifica e simulazione illuminotecnica.
4	Nozioni di psicoacustica e di acustica architettonica. Controllo della qualità acustica degli interni. Limiti della percezione uditiva. Frequenza, intensità, effetti di mascheramento. Il decibel A e la scala di pressione sonora.
4	Parametri ed indici di valutazione del rumore: livello equivalente continuo. Indici di valutazione del rumore prodotto dagli impianti. Il coefficiente di assorbimento acustico (apparente). Tempo di riverberazione, formule di Sabine e Norris-Eyring. Tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume dell'ambiente e della destinazione d'uso. Correzione acustica
4	Il comportamento acustico delle strutture edilizie: il potere fonoisolante. Indici di qualità C80 (chiarezza), STI (Speech transmission index), RASTI (RApid Speech Transmission Index). Normativa di riferimento in campo acustico. Strumenti e tecniche per la misura e la simulazione.
5	Concetto di edificio-impianto. Finalità di un impianto di climatizzazione. Fasi principali per la realizzazione e conduzione degli impianti. Codificazione della tipologia impiantistica. Contenuti di un progetto termotecnico. Dati di progetto per un impianto di climatizzazione estivo ed invernale. Dati geografici e termo-igrometrici. Carico termico estivo ed invernale. Coefficiente di trasmissione globale.
3	Coefficienti di trasmittanza termica secondo le norme UNI. Indice di affollamento negli ambienti. Maggiorazioni varie, Dati per il dimensionamento delle apparecchiature per la climatizzazione. La Legge del 10/91 sul risparmio energetico, Il DPR 551/99 e modifiche al DPR 412/94. Scambi edificio – terreno, pavimenti appoggiati su terreno. Piani interrati. Caratterizzazione delle zone climatiche. Caratterizzazione delle capacità dispersive degli edifici. Verifica energetica. Calcolo del FEN. Fabbisogno utile mensile, Rendimento globale di impianto. Il D.Lgs 192/05 e D.Lgs 311/06 e loro implicazioni impiantistiche e progettuali (Certificazione energetica ed efficienza energetica in edilizia).
4	Influenze sulla progettazione architettonica. La componentistica: Tipologie dei generatori termici. Funzionamento dei generatori di calore. Temperatura teorica di combustione. Rendimenti e Perdite. Il camino. Tiraggio Naturale. Tiraggio Forzato. Canne fumarie.
4	Tipi di fluidi termo vettori. Circuiti ad acqua: pompa di circolazione e corpi scaldanti. Pompa di circolazione. Corpi scaldanti: Radiatori. Pannelli Radianti. Raffrescamento con pannelli radianti. Vaso di espansione: Vasi di espansione aperti e chiusi. Fluidi di lavoro diversi dall'acqua. Cenni ai sistemi Split ed Fluidi frigoriferi.
4	Tipi di terminali: Termoconvettori, Termoventilconvettori (fan coil),

	bocchette e diffusori. Centrali di trattamento dell'aria. Filtri. Recuperatori di calore.
4	Fonti rinnovabili in architettura. Integrazione dei sistemi. Fotovoltaico, solare termico, solar cooling, mini e micro eolico, caldaie a biomassa, geotermia.
4	Rendimenti, analisi energetica e tempi di ritorno economico ed energetici (payback time). Metodologia di calcolo. Retrofitting energetico degli involucri edilizi.
120	
TESTI CONSIGLIATI	- Çengel Y.A., Termodinamica e trasmissione del calore, Mc Graw-Hill, seconda edizione, 2005 - Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica applicata, Cleup 1988. - Guglielmini G., Pisoni C., Introduzione alla trasmissione del calore, Ed. Ambrosiana, 2004. - Guglielmini G., Pisoni C., Nannei E. . Esercizi di termodinamica tecnica e trasmissione del calore, Ed. EGIG Genova, 1993. - Dall'O G., "Architettura e impianti" Città Studi Edizioni. - Platone C., Serra Lerchenthal M., Sistemi impiantistici nell'architettura - Fondamenti di fisica tecnica, N.I.S., Roma,1997. - Sacchi A., Cagliaris G., Climatizzazione. UTET 1996. - Andreini P., Soma F., Climatizzazione degli edifici. HOEPLI 2010. - Moncada Lo Giudice G, De Santoli L. Fisica tecnica ambientale volume 3. Benessere termico, acustico e visivo. (CEA, 1999). - Moncada Lo Giudice G., Coppi M. Benessere termico e qualità dell'aria interna. (CEA 1997). - Moncada Lo Giudice G., De Lieto Vollaro A.. Illuminotecnica. (CEA, 2007). - Moncada Lo Giudice G., Santoboni S.. Acustica. (CEA 1995). - Moncada Lo Giudice G., De Santoli L. Progettazione di impianti tecnici. Problemi ed applicazioni, (CEA, 1995). - Groppi F., Zuccaro C., Impianti solari fotovoltaici a norme CEI. Guida per progettisti e installatori. II edizione, UTET, Torino, 2002. - Dispense a cura del Docente.