



AiCARR

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria
Riscaldamento e Refrigerazione

SCUOLA DI CLIMATIZZAZIONE

Direttore: Ing. Ubaldo Nocera

Coordinamento didattico: Prof. Ing. Cesare Maria Joppolo

Progettazione, installazione e collaudo degli impianti termici e di climatizzazione

PRESENTAZIONE

La Scuola di Climatizzazione AICARR da quasi vent'anni contribuisce a formare e aggiornare progettisti, tecnici di aziende produttrici e di enti pubblici e di controllo, installatori e ricercatori sulla progettazione, l'installazione e il collaudo degli impianti termici e di climatizzazione.

La formula proposta prevede 28 moduli della durata di un giorno ciascuno. La possibilità di partecipare a uno o più moduli a scelta garantisce la realizzazione di un piano di studi personalizzato, disegnato in base alle proprie esigenze professionali.

Personalizzazione e concretezza sono infatti le parole-chiave della scuola AICARR, che sviluppa la materia non soltanto dal punto di vista teorico ma anche dedicando ampio spazio ai suoi aspetti applicativi. Le esercitazioni in aula guidate dal docente e le esperienze di laboratorio - che consentono di effettuare misure, tarature e prove su circuiti appositamente realizzati - offrono l'opportunità di sperimentare e mettere in pratica quanto appreso nel corso delle lezioni.

Anche la scelta dei docenti tra professionisti del settore assicura ai partecipanti un più incisivo contatto con il mondo della progettazione e dell'installazione, oltre a favorire un rapporto personale e professionale fra docente e allievo che viene mantenuto anche dopo il termine dei corsi.

Le conoscenze richieste per poter seguire agevolmente le lezioni sono indicate nel programma, mentre a fine fascicolo è riportato un elenco di piani di studio "tipo" che possono rappresentare un'utile traccia per un percorso formativo rispondente alle proprie necessità professionali.

DOCENTI DELLA SCUOLA DI CLIMATIZZAZIONE AICARR

Ing. Agostino Albertazzi, Ing. Paolo Bassi, Ing. Romano Alberto Basso, Ing. Ornella Bonomi, Ing. Dario Branchi, Ing. Davide Bruzzone, Ing. Claudia Calabrese, Prof. Ing. Giuliano Cammarata, Per. Ind. Luigi Cinquanta, Dott. Marco D'Ambrosio, Ing. Maria Carla De Marco, Ing. Pietro Fumarola, Sig. Carlo Gerosa, Per. Ind. Dario Ghisleni, Ing. Gianfranco Gianni, Geom. Werther Giordani, Prof. Ing. Cesare Maria Joppolo, Ing. Sergio La Mura, Dott. Ruggero Laria, Prof. Ing. Renato Lazzarin, Per. Ind. Gianni Lungarini, Per. Ind. Giovanni Martini, Ing. Ubaldo Nocera, Ing. Lodovico Oldrini, Ing. Alberto Pasini, Dott. Fabio Pedrani, Ing. Federico Pedranzini, Per. Ind. Andrea Peroni, Ing. Giuseppe Rapisarda, Ing. Massimo Silvestri, Ing. Stefano Venco, Ing. Michele Vio, Per. Ind. Dario Zucchelli.

Per chiarimenti, informazioni e iscrizioni, contattare la Segreteria AICARR all'indirizzo e-mail luciaerba@aicarr.it o telefonicamente al n. 02 67479270.

I MODULI DELLA SCUOLA DI CLIMATIZZAZIONE

PSICROMETRIA E COMFORT

- PS1** Psicrometria e centrali di trattamento aria
- PS2** Comfort termoigrometrico — Qualità dell'aria interna
- PS3** Diffusione e filtrazione dell'aria
- PS4** Controllo del rumore negli impianti tecnologici: aspetti tecnici e normativi
- PS5** Controllo del rumore negli impianti tecnologici: aspetti tecnici e applicativi

CENTRALI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA

- CE1** Centrali termiche
- CE2** Centrali e impianti idrici — Trattamento acqua
- CE3** Macchine e fluidi frigoriferi
- CE4** Centrali frigorifere
- CE5** Centrali di cogenerazione (microgenerazione)

ENERGIE RINNOVABILI

- ER1** Energie rinnovabili: solare termico
- ER2** Energie rinnovabili: fotovoltaico ed eolico

CALCOLO CARICHI E ANALISI ENERGETICA

- CA1** Caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio — Calcolo del fabbisogno termico invernale
- CA2** Calcolo dei carichi termici estivi

RETI IDRONICHE ED AEREAULICHE

- RT1** Calcolo, progettazione e costruzione di reti aerauliche
- RT2** Calcolo, progettazione e costruzione di reti idroniche

REGOLAZIONE

- RE1** Regolazione automatica: fondamenti e applicazioni
- RE2** Regolazione automatica: sistemi e comunicazione

PROCEDURE DI PROGETTAZIONE – CONDUZIONE – MANUTENZIONE

- NO1** Procedure di progettazione - Capitolati e specifiche tecniche — Conduzione e manutenzione

PROGETTAZIONE

- PR1** Progettazione di impianti di riscaldamento ad acqua, ad aria e a radiazione
- PR2** Progettazione di impianti di climatizzazione a tutta aria
- PR3** Progettazione di impianti di climatizzazione misti aria/acqua

ESERCITAZIONI

- ES1** Esercitazione di progettazione di impianti di riscaldamento
- ES2** Esercitazione di progettazione di impianti di climatizzazione a tutta aria
- ES3** Esercitazione di progettazione di impianti di climatizzazione misti aria/acqua

TARATURA – BILANCIAMENTO – COLLAUDO

- TA1** Collaudo e strumenti di misura
- TA2** Laboratorio di taratura e bilanciamento reti idroniche: laboratorio
- TA3** Laboratorio di taratura e bilanciamento reti aerauliche: laboratorio

PS1 PSICROMETRIA E CENTRALI DI TRATTAMENTO ARIA

I fondamenti dei sistemi di climatizzazione, le conoscenze sul condizionamento, le trasformazioni dell'aria umida, calcolo e tracciamento sul diagramma dell'aria umida.

Scelta dei componenti delle centrali per il trattamento dell'aria, batterie di scambio termico, sistemi di umidificazione, recuperatori di calore. Composizioni tipiche.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Psicrometria

h. 9.00-13.00

- Aria umida: leggi e grandezze fondamentali
- Diagrammi dell'aria umida
- Le trasformazioni elementari (riscaldamento e raffreddamento, umidificazione e deumidificazione, miscelazione)
- Cicli di condizionamento (casi estivi e invernali) e definizione delle grandezze: fattore di carico termico sensibile (SHF), fattore di by-pass (BF) e temperatura equivalente di superficie (ADP)
- Determinazione delle portate e delle condizioni dell'aria da immettere in ambiente
- Esercitazione su applicazioni con calcolo manuale e con SW

Componenti delle centrali di trattamento dell'aria

h. 14.00-15.30

- Componenti delle centrali di trattamento dell'aria:
 - filtrazione
 - miscela
 - riscaldamento
 - raffreddamento semplice e con deumidificazione
 - recupero di calore
 - raffreddamento gratuito diretto e indiretto
 - sistemi di umidificazione
- Composizioni tipiche delle CTA
- Specifiche tecniche e prescrizioni di capitolato per le CTA

Caratteristiche costruttive delle centrali di trattamento dell'aria

h. 15.45-17.30

- Involucro esterno dei gruppi
- Sezione ingresso aria
- Sezione filtrante
- Sezione di trattamento termico
- Recuperatori di calore
- Silenziatori e attenuatori acustici
- Sezione ventilante
- Motori elettrici
- Trasmissione

PS2 COMFORT TERMOIGROMETRICO - QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA

Scambi energetici tra corpo umano e ambiente, benessere termoisgrometrico. Indici di comfort. Inquinamento negli ambienti indoor (contaminanti e sorgenti di contaminazione), approcci normativi (prescrittivi e prestazionali) per la determinazione delle portate di ventilazione, accorgimenti progettuali e operativi per la tutela della salute e del comfort.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Comfort termoisgrometrico

h. 9.00-11.00

- Scambi energetici tra corpo umano e ambiente
- Benessere termoisgrometrico: parametri personali (tasso metabolico e resistenza termica dell'abbigliamento) e ambientali (temperatura, umidità e velocità dell'aria e temperatura media radiante) che lo influenzano
- Temperatura operativa

h. 11.15-13.00

- Indici PMV e PPD
- Condizioni di progetto: approccio prescrittivo (secondo UNI 10339, ASHRAE 55/95) e approccio prestazionale (secondo UNI 10339 e ISO 7730)
- Esempio applicativo della ISO 7730

Qualità dell'aria

h. 14.00-15.30

- Qualità dell'aria indoor: contaminanti e sorgenti di contaminazione
- Controllo delle sorgenti, estrazione localizzata, ventilazione generale, filtrazione e abbattimento dei contaminanti
- Determinazione delle portate di ventilazione: approccio prescrittivo prestazionale (secondo UNI 10339, ASHRAE 62/89 e CEN prENV 1752)

h. 15.45-17.30

- Gli impianti di climatizzazione come sorgenti di contaminazione: pratiche progettuali e operative necessarie all'ottenimento di desiderati livelli di qualità dell'aria
- Centrali di trattamento e qualità dell'aria

PS3 DIFFUSIONE E FILTRAZIONE DELL'ARIA

Caratteristiche prestazionali dei sistemi e dei componenti di diffusione e ricircolo dell'aria. Efficienza di ventilazione. Sistemi di diffusione a portata variabile, cassette terminali di controllo della portata, sistemi a dislocamento. Esempi di scelta di sistemi di diffusione.

Filtri e IAQ. Caratteristiche e prestazioni dei filtri per aria. Abbattimento degli inquinanti gassosi. Normative di prova e applicazione dei sistemi filtranti.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Diffusione dell'aria in ambiente

h. 9.00-11.00

- Distribuzione dell'aria con sistemi a miscelazione (da parete, da soffitto, da pavimento; apparecchi usati, loro peculiarità)
- Distribuzione dell'aria negli impianti (ad aria primaria, a tutt'aria, a portata variabile)
- Cenni sui sistemi ad induzione e sui "soffitti freddi"
- Cassette terminali per impianti a portata variabile
- Sistemi a dislocamento

h. 11.15-13.00

- Efficienza di ventilazione
- Esempi di scelta di sistemi a miscelazione e dislocamento

Filtrazione

h. 14.00-15.30

- Principi della filtrazione
- Caratteristiche dei sistemi filtranti
- Metodi di prova dei filtri

h. 15.45-17.30

- Principali tipi di filtri
- Normativa italiana e CEN
- Installazione dei sistemi filtranti
- Abbattimento dei contaminanti gassosi

PS4 CONTROLLO DEL RUMORE NEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI: ASPETTI TECNICI E NORMATIVI

Definizioni. Audiogramma normale. Curve di rumore. La riverberazione. Materiali fonoassorbenti. Isolamento acustico da rumori aerei e strutturali. Barriere acustiche. Le normative.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

- **Generalità**

Definizioni. La velocità del suono. Lunghezza d'onda e frequenza. Intensità, potenza, densità sonora. Livelli. Composizione di suoni. Oscillogrammi e spettri sonori. Banda d'ottava e di terzo d'ottava.

- **Acustica psicofisica**

Anatomia e fisiologia dell'orecchio. Il campo di udibilità. L'oscillogramma normale. Elementi di audiometria. Il mascheramento e le bande critiche per l'audizione. Il metodo di Stevens. Criteri di rumore NC e NR. Indicatori di rumore.

- **La propagazione del suono all'aperto**

Attenuazione per divergenza. Indice di direzionalità. Attenuazione in eccesso. Barriere acustiche.

- Acustica architettonica**

- Assorbimento ed assorbimento. Potere fonoassorbente. Materiali fonoassorbenti. Risuonatori e pannelli fonoassorbenti. La riverberazione. Livello sonoro in campo riverberante. Il tempo di riverberazione. La formula di Sabine. Riduzione dei rumori aerei interni.

- Isolamento acustico**

- Isolamento del rumore aereo. Il potere fonoisolante. Legge della massa e della frequenza. Risonanza e contro-risonanza. Indice di valutazione del potere fonoisolante. Pareti multiple. Pareti composte. Controllo del rumore per via strutturale. Pavimenti galleggianti. Controsoffitti.

- **Normative sull'acustica**

Il DPCM 1.3.91. La legge quadro sull'inquinamento acustico 26.10.95 n. 447.

In particolare: DPCM 14.11.97 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. DPCM 5.12.97 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. Decreto 16.3.98 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

PS5 CONTROLLO DEL RUMORE NEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI: ASPETTI TECNICI ED APPLICATIVI

Il controllo del rumore e delle vibrazioni negli impianti tecnologici. Esempi applicativi.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo PS4

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

- **Generalità**

Ventilatori. Canalizzazioni. Diffusori. Attenuatori passivi ed attivi. Camere di plenum. Rumore autogenerato. Impianti idrosanitari e di riscaldamento.

Esempio di calcolo del livello prodotto da un ventilatore in locali serviti dall'impianto.

- **Il controllo delle vibrazioni**

Generalità. Analisi del sistema elastico ad un grado di libertà con o senza sollecitazione, con o senza smorzamento. Trasmissibilità della forza e dello spostamento. Sistemi a più gradi di libertà. Blocchi di inerzia. Tipologie di materiali e supporti elastici. Elasticità della struttura di appoggio.

- **Strumenti e tecniche di misura**

Il fonometro. Microfoni. Accelerometri. Filtri. FFT. Misura del coefficiente di assorbimento. Misura di potenza sonora. Intensimetria. Misure di fonoisolamento, fonoassorbimento, livello di calpestio.

CE1 CENTRALI TERMICHE

Fondamenti di combustione.

Generatori di calore ad acqua, bruciatori, stoccaggio ed alimentazione combustibili liquidi.

Norme di sicurezza e prevenzione incendi per le centrali termiche a gas e gasolio > 35 kWt.

Legge 46/90. Norme per impianti a combustibile gassoso < 35 kWt.

Camini e canne fumarie collettive. Riferimenti normativi.

Pompe. Cenni ai circuiti idronici a portata variabile. Scambiatori di calore.

Sistemi di espansione, dispositivi di sicurezza, protezione e controllo.

Illustrazione di uno schema di una centrale termofrigorifera. Commenti.

TESTI

Dispense AICARR – Testo DM 1/12/75 - raccolta R Ispesl – Circolari 102/99 e 01/04

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Combustione, generatori di calore, sicurezza

h. 9.00-13.00 / 14.00-15.00

- Combustibili e combustione. Fattori che influiscono sul rendimento dei generatori di calore
- Generatori di calore
 - Aspirati, pressurizzati, in ghisa, in acciaio. A tubi di fumo
 - A temperatura scorrevole (a bassa temperatura)
 - A condensazione. Principi dello sfruttamento del calore latente dei fumi. Curve di rendimento in funzione del fattore di carico. Conseguenze sul rendimento medio stagionale
- Bruciatori di gas e combustibili liquidi. Cenni alla riduzione degli inquinanti
- Reti e componenti di alimentazione e stoccaggio del combustibile
 - Esempio di calcolo rete gas < 35 kW (appendice A UNI 7129)
- Norme di sicurezza e prevenzione incendi
 - Termini e definizioni: D.M. 30/11/1983: cenni durante l'esposizione dei vari argomenti
 - Procedure per ottenimento del certificato di prevenzione incendi. Parere di conformità. Deroga. Richiesta C.P.I. Rinnovo. D.M. 16/2/1982: attività soggette ai controlli di P.I.
 - Centrali termiche a combustibili gassosi: D.M. 12/4/1996. Illustrazione sintetica
 - Centrali termiche a combustibili liquidi: Decreto 28/04/2005. Illustrazione sintetica
 - Norme per la sicurezza degli impianti: Legge 46/90, cenni UNI 7129 ed UNI 7131
 - UNI 10738 (D.M. 26/11/98): verifica dell'idoneità di impianti gas esistenti al 13 marzo 1990
 - UNI 11137: verifiche di tenuta degli impianti interni gas in esercizio successivi al 13 marzo 1990
 - Reti di distribuzione gas combustibile: D.M. 24/11/1984 (cenni ai soli impianti interni alle utenze industriali)
 - Stoccaggio GPL: D.M. 14/05/2004. Illustrazione sintetica
 - Camini. Normative: UNI EN 1443 (classificazione camini), UNI 10642 (classificazione apparecchi), UNI 9615 (camini singoli) UNI 10640 e UNI 10641 (condotti collettivi ramificati): richiamo esempi di calcolo ivi illustrati. UNI EN 13384-1 (camini asserviti ad un solo apparecchio) UNI EN 13384-2 (camini asserviti a più apparecchi), UNI 10845 (funzionalità camini esistenti < 35 kW, intubamento camini esistenti)
 - Generatori a condensazione < 35 kW: UNI 11071
 - Generatori di calore a legna: UNI 10683

Componenti delle centrali termiche ad acqua

h. 15.00-17.30

- Pompe di circolazione: tipologie. Criteri di scelta. Pompe a portata variabile
- Scambiatori di calore
 - Formule di calcolo
 - Scambio termico negli scambiatori in controcorrente ed equicorrente
 - Scambiatori di calore a fascio tubero
 - Scambiatori di calore a piastre
- Norme per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione – Raccolta R Ispesl

- Dispositivi di sicurezza, controllo e regolazione
- Sistemi di espansione: a vaso aperto e a vaso chiuso. Origine degli algoritmi di calcolo dei vasi chiusi autopressurizzati e prepressurizzati. Esempio di calcolo di un vaso chiuso prepressurizzato ed autopressurizzato
- Procedure per istanze e omologazioni per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione.
- Generatori di calore modulari: circolare 102/99 (R.3.F)
- Impianti alimentati da combustibili solidi non polverizzati a caricamento automatico: circolare 01/04 (R9).
- Circuitazione sicurezza e regolazione delle centrali termiche. Illustrazione esempio di schema idronico funzionale di una centrale termofrigorifera. Commenti

CE2 CENTRALI E IMPIANTI IDRICI – TRATTAMENTO ACQUA

Prestazioni e criteri di progettazione e dimensionamento degli impianti idrico-sanitari, di pressurizzazione, stoccaggio, preparazione, distribuzione e scarico dell'acqua di consumo.

Esempi di calcolo guidati dal docente.

Impianti di trattamento dell'acqua per sistemi di raffreddamento, impianti termici e preparatori di acqua calda. Esercizi sulla selezione dei sistemi di trattamento dell'acqua. Controllo della "Legionella Pneumophila".

TESTI

Dispense AICARR - Volume UNI "Impianti idrici - Impianti di adduzione e scarico"

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo CE1

PROGRAMMA DIDATTICO

Stoccaggio, pressurizzazione e distribuzione dell'acqua

h. 9.00-12.00

- Impianti di adduzione idrica e sistemi di scarico delle acque usate: inquadramento nell'ambito della Legge 46/90. Struttura generale delle norme per impianti idrici e di scarico. Importanza del risparmio idrico
- Potabilità dell'acqua: Direttiva acque (Decreto 2/2/2001 n° 31). Cenni al Decreto 6 aprile 2004 n° 174
- Scarichi: cenni ai decreti 11/5/1999 n° 152 e 12/6/2003 n° 185
- Impianti di adduzione idrica: norma UNI 9182. Illustrazione dei principali argomenti:
 - Utilizzi acqua non potabile
 - Stoccaggio acqua potabile. Avvertenze
 - Provvedimenti contro la contaminazione. Disconnettori
 - Pressione nelle reti idriche: minima, massima, sistemi di pressurizzazione, autoclavi. Schema di calcolo
 - Dimensionamento reti di adduzione idrica. Unità di carico. Contemporaneità. Esempio di calcolo
 - Fabbisogno acqua calda sanitaria. Esempio di calcolo
 - Reti di ricircolo: dimensionamento. Esempio di calcolo
 - Componenti e loro installazione: principali prescrizioni. Diagramma di Tillmann
 - Collaudo degli impianti idrici. Cenni alle operazioni di gestione e manutenzione
- Cenni alla Norma UNI EN 806
- Impianti di scarico delle acque usate: UNI EN 12056. Illustrazione dei principali argomenti:
 - Come funziona un sistema di scarico? Problematiche principali
 - Come è composto un sistema di scarico? Schema generale. Esempi di sistemi. Particolarità di scarico (edifici pluripiano a terrazze, scarico acque sotto la quota di riflusso)
 - Dimensionamento sistemi di scarico. Unità di scarico. Contemporaneità. Esempio di calcolo tratto dalla Norma

Trattamento dell'acqua

h. 12.00-13.00 / 14.00-15.45

- Fondamenti di chimica dell'acqua
- Lettura di un'analisi chimica ed influenza dei singoli parametri sugli impianti: incrostazioni, corrosioni, depositi, uscite biologiche
- Il trattamento dell'acqua
- Impianti di climatizzazione e produzione di acqua calda sanitaria accorgimenti per evitare incrostazioni, corrosioni, depositi e crescite batteriche con particolare riferimento alla Legionella Pneumophila. Norme di riferimento UNI-CTI 8065 e UNI 9182
- Impianti di riscaldamento ad acqua calda accorgimenti per evitare incrostazioni, corrosioni, depositi e problemi di gelo. Norme di riferimento UNI-CTI 8065 e UNI 9182
- Circuiti di raffreddamento accorgimenti per evitare incrostazioni, corrosioni e crescite biologiche. Norma di riferimento UNI-CTI 8884
- Sistemi di umidificazione adiabatici e isotermi, criteri per evitare incrostazioni, corrosioni, depositi e crescite batteriche con particolare riferimento alla Legionella Pneumophila. Norma di riferimento UNI-CTI 8065

Controllo della “Legionella”

h. 16.00-17.30

- Controllo Legionella Pneumophila negli impianti di climatizzazione, di produzione e distribuzione di acqua calda sanitaria

CE3 MACCHINE E FLUIDI FRIGORIGENI

Fondamenti sul ciclo frigorifero, sulle macchine frigorifere, sui fluidi refrigeranti. Linee e componenti dei sistemi frigoriferi.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00

- Principi della termodinamica applicati ai cicli frigoriferi
- Nozioni di base sui refrigeranti e i lubrificanti
- Descrizione di un circuito frigorifero elementare
- Fluidi frigoriferi
- Cicli frigoriferi, tradizionali e innovativi
- Cicli termodinamici a compressione
- Cicli termodinamici ad assorbimento
- Diagrammi P-H e calcolo di cicli frigoriferi (R22, R134a, R407C, R410A, R404A...)
- Esercitazioni guidate sull'uso dei diagrammi P-H
- Macchine frigorifere a compressione di vapore
- Macchine ad assorbimento: monostadio, bistadio, a fiamma diretta
- Compressori alternativi, rotativi, orbitali, centrifughi
- Condensatori: ad acqua, ad aria, evaporativi
- Evaporatori, espansione secca e allagata
- Sistemi di espansione
- Accessori dei circuiti frigoriferi a compressione
 - Filtri, deidratatori, indicatori di flusso e di umidità
 - Separatori di olio
 - Separatori e ricevitori di liquido
 - Manometri, pressostati e termostati
 - Rubinetti di intercettazione manuale e valvole di intercettazione automatica
- Dispositivi di sicurezza
- Linee frigorifere, rigide, flessibili, tipi di giunzione
- Isolamento termico degli impianti frigoriferi
- Recupero di calore da circuiti frigoriferi
- Pompe di calore

h. 14.00-15.30

- Problemi di inquinamento ambientale dei fluidi e dei sistemi
- Problematiche ambientali (distruzione dell'ozono stratosferico, effetto serra)
- Aspetti di sicurezza (fluidi in pressione, infiammabilità, tossicità)
- Gestione dei refrigeranti, requisiti e modalità di commercializzazione, trasporto, recupero, riciclaggio, rigenerazione, distruzione
- Contenimento delle fughe e verifica delle emissioni in atmosfera
- Verifiche iniziali di tenuta
- Verifiche periodiche
- Sistemi di recupero di refrigerante, sistemi di stoccaggio e centri di raccolta
- Protocolli internazionali
- Regolamenti CE
- Leggi e decreti
- Norme tecniche
- Libretto di impianto
- Regole di gestione dei refrigeranti

h. 15.45-17.30

- Tipologie dei sistemi “split” ad espansione diretta:
 - Mono split
 - Multi Split
 - VRV semplice e con recupero di calore
- Inversione per funzionamento in pompa di calore
- Sistemi di sbrinamento
- Esempio applicativo di un sistema Split
 - Unità esterne
 - Unità interne
 - Linee frigorifere
 - Scarico condensa

CE4 CENTRALI FRIGORIFERE

Prestazioni e scelta dei componenti delle centrali frigorifere nei sistemi di climatizzazione. Circuitazione idraulica, macchine in parallelo, accumulo di freddo.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo CE3

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00

- Circuitazione idraulica delle centrali frigorifere
- Caratteristiche tecniche dei refrigeratori di acqua
- Esigenze dei gruppi frigoriferi
- Raffreddamento ad aria e ad acqua
- Torri di raffreddamento, condensatori evaporativi e dry air coolers
- Psicrometria delle torri di raffreddamento e dei condensatori evaporativi
- Motocondensanti

h. 14.00-17.30

- Criteri di installazione
- Sistemi di circuitazione e regolazione
- Logica di regolazione dei gruppi frigoriferi
- Calcolo del contenuto d'acqua di un impianto
- Criteri di posizionamento degli accumuli d'acqua
- Gruppi frigoriferi in serie ed in parallelo
- Logica di regolazione dei gruppi in serie e in parallelo
- Analisi economica dei sistemi più comunemente usati

CE5 CENTRALI DI COGENERAZIONE (MICROCOGENERAZIONE)

Prestazioni e caratteristiche dei sistemi di cogenerazione. Analisi di fattibilità tecnico-economica. Applicazioni tipiche.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo CE1, CE3, CE4

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

- Significato di cogenerazione energia termica/elettrica
- Campi di applicazione
- Sistemi cogenerativi
- Exergia e flussi energetici
- Macchine per cogenerazione: motori alternativi, turbine a gas, turbine a vapore, cicli combinati, sistemi non convenzionali (cenni)
- L'ambiente climatizzazione e la produzione di energia frigorifera, frigoriferi ad assorbimento
- Il sistema elettrico pubblico e l'autoproduzione
- Struttura delle tariffe per l'energia elettrica e i combustibili; sgravi fiscali
- Metodologia di analisi di fattibilità di impianti cogenerativi e parametri di costo
- Gestione dei carichi
- Verifica risultati e problemi di manutenzione e gestione

ER1 ENERGIE RINNOVABILI: SOLARE TERMICO

La radiazione solare, collettori solari, impianti solari per la produzione di acqua o aria calde. Progettazione di un impianto solare. Esempi applicativi.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

- Generalità sulla radiazione solare. Il collettore solare: principi di funzionamento e tipologie
- Superfici selettive. La retta di efficienza. Scelta dell'inclinazione ottimale
- Gli elementi dell'impianto: l'accumulo, il sistema di regolazione, lo scambiatore di calore
- Esempio di dimensionamento di un impianto per la produzione dell'acqua calda sanitaria.
- La Carta f. Impianti a circolazione naturale. Il calcolo delle ombre. Gli impianti ad aria
- Valutazione economica
- Cenni al solare passivo

ER2 ENERGIE RINNOVABILI: FOTOVOLTAICO ED EOLICO

Principi di funzionamento dei sistemi fotovoltaici. Stato dell'arte delle celle solari. L'impianto fotovoltaico. Esempi applicativi.

Energia eolica: generalità. Velocità del vento, potenza estraibile, energia annuale. Caratteristiche costruttive e funzionali di un aerogeneratore eolico. Valutazione economica e di impatto ambientale.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo ER1

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

Fotovoltaico

- L'effetto fotovoltaico. Principi di funzionamento di una cella fotovoltaica. L'efficienza di un pannello fotovoltaico.
- Gli elementi caratteristici dell'impianto fotovoltaico
- Le applicazioni del fotovoltaico. L'economia del fotovoltaico

Eolico

- L'energia del vento. Sfruttamento dell'energia del vento: la legge di Betz. Generatori eolici ad asse orizzontale e verticale.
- Caratteristiche costruttive e funzionali di un generatore eolico. Valutazioni economiche e di impatto ambientale delle tecnologie eoliche.

CA1 CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO CALCOLO DEL FABBISOGNO TERMICO INVERNALE

FINALITÀ

Calcolo del fabbisogno termico di picco in regime di riscaldamento secondo norme UNI-CTI.
Calcolo e verifica dei parametri termofisici dell'involucro edilizio con esempi e applicazioni.
Analisi energetica e verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure previste in regime transitorio dal D.Lgs n°192/05 e D.Lgs n° 311/06; stesura della Relazione tecnica Legge 10/91 e dell'Attestato di qualificazione energetica. Esame delle Norme di riferimento, applicato ad un esempio preparato dal docente.

TESTI

Dispense AICARR - Le procedure di calcolo previste dalle norme vigenti saranno illustrate con l'ausilio di software applicativo.

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base.

PROGRAMMA DIDATTICO

Fondamenti e caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio

h. 9.00-9.30

- L'involucro edilizio: cenni sul benessere ambientale
- Trasmissione del calore: conduzione, convezione, radiazione
- Calcolo del coefficiente di trasmissione del calore per le pareti piane e per i ponti termici
- Le problematiche termoigrometriche negli edifici : metodologie
- Cenni al calcolo dei flussi termici nelle zone di ponte termico UNI EN 10211-01/02

Calcolo del fabbisogno di picco

h. 9.30-13.00

- Leggi e norme di riferimento

Il quadro normativo vigente in Italia: Legge 10/91, D.P.R. 412/93, D.P.R. 551/99, Direttiva Europea 2002/91/CE, D.Lgs 192/05, D.Lgs 311/06, e le norme tecniche collegate al nuovo assetto normativo Europeo UNI EN 12831/06, UNI EN 832/01, UNI 10379/05, UNI 13790/05

- Teoria di calcolo

Fabbisogno termico di picco (potenza nelle condizioni più sfavorevoli di progetto)

- Esempio applicativo di calcolo

Calcolo in condizioni stazionarie secondo UNI EN 12831/06 con stima del fabbisogno invernale

Illustrazione delle procedure di calcolo semplificate manuali e informatizzate

- Applicazione UNI EN ISO 13788/03 con esame delle prestazioni igrometriche superficiali: calcolo della temperatura superficiale interna per i diversi componenti edilizi (opachi e trasparenti); esempio di calcolo dei flussi di vapore attraverso l'involucro (diagramma di Glaser)

Analisi energetica

h. 14.00-17.15

- Teoria di calcolo

Fabbisogno energetico stagionale convenzionale (complessiva della stagione di riscaldamento)

Analisi delle condizioni climatiche di contorno: tabelle disponibili normativa italiana (UNI 10349/93)

- Esempio applicativo di calcolo

- Identificazione scambi energetici per le diverse zone termiche
- Illustrazione del calcolo mensile di energia termica scambiata per trasmissione e ventilazione
- Descrizione dei parametri per il calcolo del fabbisogno energetico: regime di funzionamento, sistema di regolazione, tipologia di generatore termico, produzione ACS.
- Analisi dei risultati: il fabbisogno energetico mensile e stagionale

- Verifica del sistema Edificio-Impianto in funzione dell'ambito di intervento

- Controllo delle trasmittanze termiche (U) limite
- Verifica dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPci, in kW/hm²anno o in kW/hm³anno)
- Calcolo del rendimento globale medio stagionale (ng) dell'impianto termico

Attestato di qualificazione energetica

h. 17.15-17.30

- Compilazione del modello di attestato di qualificazione energetica (D.M. 19 Febbraio 2007)

-

CA2 CALCOLO DEI CARICHI TERMICI ESTIVI

Stima dei carichi estivi delle varie tipologie secondo metodo CARRIER , cenni sul metodo ASHRAE TFM. Calcolo guidato dal docente del carico termico di picco di un edificio in regime estivo con metodo CARRIER.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo CA1

PROGRAMMA DIDATTICO

Procedure di calcolo dei carichi termici estivi

h. 9.00-13.00

- Fondamenti sulle funzioni di trasferimento e sul metodo TFM ASHRAE
- Radiazione solare su superficie, comunque orientata, radiazione solare diretta e diffusa, temperatura sole-aria
- Condizioni climatiche di contorno e interpretazione delle procedure e delle tabelle UNI
- Metodo CARRIER, calcolo delle rientrate di calore e dei carichi dovuti a:
 - superfici trasparenti
 - superfici opache
 - tramezze, pareti e pavimenti su terreno
 - occupanti, apparecchiature, luci
 - infiltrazioni e aria di rinnovo

Esempio applicativo

h. 14.00-17.30

- Esempio applicativo di calcolo secondo METODO CARRIER

RT1 CALCOLO, PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DI RETI AERULICHE

Moto dell'aria nei canali, calcolo e dimensionamento delle reti aeruliche con metodi codificati. Esempio di calcolo. Scelta dei componenti dei sistemi aerulici in funzione alle prestazioni e alle caratteristiche funzionali e meccaniche. Progettazione delle reti aeruliche con riferimento alle caratteristiche di tenuta e sigillatura secondo normative SMACNA – UNI.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Calcolo delle reti aeruliche

h. 9.00-13.00

- Alcuni tipici circuiti aerulici e impiego dei diagrammi di pressione per la rappresentazione del funzionamento
- Pressione statica, dinamica e totale
- Ventilatori:
 - classi e tipologie
 - curve caratteristiche e leggi dei ventilatori
 - accoppiamento dei ventilatori ai circuiti aerulici
- Moto dell'aria nei canali
- Perdite di carico distribuite e localizzate
- Progettazione delle reti aeruliche ramificate:
 - le perdite di carico dinamiche tabellate
 - fan system effect
 - metodo della perdita di carico costante modificata
 - metodo del recupero di pressione statica
- Metodi e sistemi di ventilazione con controllo di portata e velocità

h. 14.00-15.30

- Esempio applicativo di calcolo e verifica di una rete aerulica di media complessità.

Progetto e costruzione delle reti aeruliche

h. 15.45-17.30

- Le canalizzazioni: tipologie, materiali, tecniche di giunzione, classi di pressione, lo standard SMACNA e la norma UNI 10381-2, le classi di sigillatura
- Criteri di installazione UNI EN 12079
- I sostegni e gli staffaggi
- Condotte circolari e accessori per la distribuzione dell'aria
- I regolatori di portata
- Le serrande di taratura ed intercettazione
- Le serrande tagliafuoco
- Sportelli per la pulizia delle reti aeruliche

RT2 CALCOLO, PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DI RETI IDRONICHE

Teoria del moto dei liquidi in tubazioni. Metodi di calcolo delle reti idroniche in applicazioni di impianti di climatizzazione. Dimensionamento delle pompe e dei circolatori. Esercitazione.

Scelta dei componenti dei sistemi idronici in funzione alle prestazioni e alle caratteristiche funzionali e meccaniche.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Calcolo delle reti idroniche

h. 9.00-11.00

- Moto dell'acqua nelle tubazioni - Elettropompe
- Moto permanente dei liquidi termovettori (perdite di carico, distribuite e localizzate, caratteristica idraulica di un ramo circuitale passivo)
- Forze idromotrici: pompa centrifuga di circolazione quale elemento circuitale attivo; prevalenza totale e suo significato energetico; caratteristica idraulica della pompa (a velocità costante e variabile); utilizzazione dell'elettropompa di circolazione in ordine al rendimento della macchina complessiva; impiego di due (o più) pompe gemelle, tra loro idraulicamente collegate "in parallelo" e "in serie"; caratteristica idraulica complessiva; caratteristica idraulica di un ramo circuitale attivo
- Condizioni per un regolare deflusso: assenza d'aria e di vapore; verifica alla cavitazione
- Cenni all'analisi circuitale: calcolo di verifica, unicità della soluzione, equazioni risolutive (ai "nodi" e alle "maglie"), risoluzione grafica nei casi più semplici

h. 11.15-13.00

- Determinazione delle portate del fluido termovettore (considerazioni sul salto termico più corretto in relazione alla distribuzione e alle unità terminali)
- Scelta del diametro delle tubazioni e del coefficiente di portata delle valvole (considerazioni sulla velocità e sulle perdite di carico complessive)
- Valutazione delle perdite di carico distribuite (tubazioni)
- Valutazione delle perdite di carico localizzate (raccordi, valvole, ecc.)
- Metodo diretto e metodo delle lunghezze equivalenti
- Dimensionamento delle reti ramificate (due tubi): definizione dei tronchi, identificazione del circuito più sfavorito, determinazione dei diametri, determinazione delle perdite di carico parziali, progressive e complessive, caratteristiche idrauliche della pompa
- Dimensionamento della rete monotubo: determinazione delle temperature medie
- Bilanciamento come equalizzazione delle perdite di carico ai nodi con i metodi: del circuito rovescio, della sezione dei condotti, della pretaratura (valvole di bilanciamento), del calcolo della portata effettiva (salti termici variabili)
- Scelta del coefficiente di portata delle valvole di regolazione in relazione alla minima autorità necessaria
- Dimensionamento dei circuiti con valvole di regolazione a due e tre vie

h. 14.00-15.30

- Calcolo delle reti idroniche - Esercitazione in aula

Costruzione delle reti idroniche

h. 15.45-17.30

- Tubazioni:
 - in acciaio
 - materie plastiche (polietilene reticolato, polipropilene, polietilene ad alta densità...)
 - rame
- Tubazioni serie ISO e serie ANSI definizione di PN e DN
- Valvolame per acqua e vapore
- Accessori: filtri, giunti antivibranti

- Criteri di posa, metodi di giunzione:
 - saldature
 - flange
 - raccorderia
 - staffaggi
 - posa in vista
 - posa sotto traccia
 - posa interrata
- Tubazioni e sistemi di tubazioni preisolate
- Dilatazione, dilatatori e cenni di stress analysis sostegni e staffaggi antisismici

RE1 REGOLAZIONE AUTOMATICA - FONDAMENTI E APPLICAZIONI

Fondamenti della regolazione automatica di impianti di climatizzazione e dimensionamento delle valvole di regolazione. Applicazioni della regolazione automatica negli impianti di climatizzazione. Sistemi di contabilizzazione del calore.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Fondamenti

h. 9.00-11.00

- Comportamento dei regolatori: on-off, P, PI, PID
- Caratteristiche degli impianti: costante di tempo, scelta dei modi di regolazione
- Comportamento dinamico, ottimizzazione dei parametri
- Caratteristiche e dimensionamento delle valvole di regolazione: coefficiente di portata, autorità, formule e diagrammi

Applicazioni

h. 11.15-13.00

- Impianti di riscaldamento autonomi e centralizzati
- Regolazione ambiente e climatica
- Ottimizzatori
- Contabilizzazione del calore e ripartizione delle spese
- Sottostazioni di riscaldamento urbano
- Centrali di produzione del calore, sequenza di generatori

h. 14.00-15.45

- Impianti di condizionamento a tutta aria a portata costante
- Impianti a portata variabile (VAV)
- Circuiti fondamentali di regolazione
- Impianti misti (a induzione, a ventilconvettori, a pannelli radianti)
- Condizionatori aria primaria
- Regolazione acqua secondaria
- Regolazione ambiente
- Commutazione estate-inverno
- Regolazione ambiente DDC

Introduzione ai sistemi di supervisione – Conclusioni

h. 16.00-17.30

RE2 REGOLAZIONE AUTOMATICA - SISTEMI E COMUNICAZIONE

Sistemi di supervisione e controllo agli impianti HVAC e loro integrazione con sistemi BMS. Reti di comunicazione e protocolli secondo standard ASHRAE.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo RE1

PROGRAMMA DIDATTICO

Sistemi

h. 9.00-11.00

- **Generalità**
Introduzione ai sistemi di supervisione e controllo con cenni storici di sviluppo tecnologico e funzionale.
- **Periferiche di controllo**
Analisi delle diverse tipologie di periferiche di controllo, dedicate, general-purpose, multifunzione, delle loro funzioni e delle applicazioni. Esempi di architetture con diverse tipologie di periferiche.
- **Programmazione delle periferiche di controllo**
Realizzazione della logica, messa in servizio, tuning in campo.
- **Sistemi operativi**
Cenni storici sullo sviluppo dei sistemi operativi usati nell'ambito dei sistemi di controllo e supervisione, dall'unità centrale proprietaria, ai sistemi operativi real-time sino ad arrivare ai giorni nostri con l'avvento di ambienti Microsoft.
- **Tipologia di sistemi**
Tipologie di sistemi in generale in ambito civile ed industriale con evidenziazione degli scopi e delle funzioni. Analisi dei sistemi DCS, SCADA, ecc... Comparazione tra sistemi industriali e sistemi "civili". Analisi del trend futuro nello sviluppo di questi sistemi.
- **Architetture hardware**
Architetture dei sistemi, con analisi dei livelli funzionali applicati in passato ed in futuro. Analisi delle funzioni svolte dai diversi livelli ed analisi dei principali parametri di funzionamento. Comparazione delle architetture dei sistemi industriali e dei sistemi civili.

h. 11.15-13.00

- **Bus di comunicazione**
Breve cenno ai bus di comunicazione ed al networking utilizzato nell'ambito dei sistemi di supervisione e controllo.
- **Architettura software**
Architettura software caratteristica dei sistemi di supervisione e controllo con analisi delle funzioni e delle performance. Principali architetture adottate, modalità di interazione degli applicativi e scambio di dati con terzi.
- **Interfaccia utente – MMI Grafica**
Cenni storici sullo sviluppo dell'interfaccia grafica, sulle sue funzioni, sulle modalità di realizzazione e sui prossimi sviluppi tecnologici.
- **Software applicativi**
Analisi degli applicativi che compongono un sistema di supervisione e controllo, delle loro funzioni specifiche e dei benefici per l'utente.
- **Software gestionali**
I software gestionali ed integrazione con i sistemi di supervisione e controllo, scambio bi-direzionali dei dati in tempo reale.

Comunicazione

h. 14.00-15.45

- **Introduzione ai sistemi "open"**
Generalità sul significato di "open", architetture. Le soluzioni "open" per il Building Automation, definizione del "grado di apertura". Protocolli "open" e loro applicazione. Significato di interoperabilità, compatibilità e di interazione. Benefici per l'utente.

- **Oggetti e Servizi**

Definizione di oggetti e di servizi, elementi fondamentali nell'ambito dei protocolli standard.

- **Introduzione ai protocolli standard: LON, BACnet, Profibus-DP/FMS, EIB, Modbus, MBus**

Generalità, principi e funzioni. Analisi dei livelli ISO/OSI. Comparazione ed esempi di applicazioni. Definizione del livello applicativo e del relativo livello funzionale. Descrizione sui principali oggetti e servizi supportati. Analisi delle differenze tra protocolli proprietari e protocolli standard.

h. 16.00-17.30

- **Uso di LONMark e BACnet**

I protocolli di uso più comune nell'ambito civile e quello di uso più comune nell'ambito industriale a confronto. Livello applicativo dei due protocolli, differenze funzionali, campi di applicazione, complementarità. Comparazione ed analisi.

NO1 PROCEDURE DI PROGETTAZIONE - CAPITOLATI E SPECIFICHE TECNICHE - CONDUZIONE E MANUTENZIONE

Processo di progettazione, norme, stesura di capitolati e specifiche tecniche e impostazione dei computi metrici.

Valutazione delle esigenze manutentive e di conduzione. Scelta delle politiche di manutenzione su impianti di climatizzazione.

TESTI

Dispense AICARR - CD "Linee guida sulla manutenzione degli impianti di climatizzazione"

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze di fisica tecnica di base

PROGRAMMA DIDATTICO

Progetto

h. 9.00-11.00

- Il processo di progettazione ed il controllo della qualità del progetto
- Il sistema qualità nella progettazione
- Qualità del progetto e norme tecniche
- Qualità e cantierabilità del progetto
- Procedure di calcolo
- Gli strumenti della progettazione
- Progettazione assistita e CAD
- Gli elaborati di progetto
- Progetto di massima, definitivo, esecutivo
- Norme nazionali per il progetto di opere pubbliche: gli elaborati per la gestione del progetto e l'appalto
- La impostazione degli elaborati secondo standard anglosassone
- Commissioning

Capitolati

h. 11.15-13.00

- Committenti pubblici e privati
- Le gare d'appalto
- Impostazione dei capitolati d'appalto
 - termini e definizioni
 - descrizione e oggetto dell'appalto
 - criteri di partecipazione e di aggiudicazione delle gare
 - norme e condizioni generali
 - norme e condizioni economiche, prezzi e importi
 - oneri della ditta assuntrice
 - oneri del committente
 - stati di avanzamento lavori, pagamenti, penali
 - inadempienze e controversie
 -

Specifiche tecniche

- Impostazione dei documenti di capitolato tecnico
 - la descrizione dei materiali
 - la qualità dei materiali
 - le modalità di posa
 - i riferimenti normativi

Computo metrico ed elenco dei prezzi unitari

- La analisi dei prezzi
 - costo dei materiali

- costo della mano d'opera
- oneri vari, trasporti
- spese generali ed utile d'impresa
- prezziari di riferimento
- tempari di riferimento
- i listini prezzi
- Software per la analisi dei prezzi, di computi, elenchi prezzi, per la gestione delle offerte e dei cantieri

Manutenzione

h. 14.00-15.30

- La manutenzione "classica"
- La manutenzione "globale"
- Il progetto della manutenzione
- Il censimento dei beni
- La valutazione delle esigenze manutentive e la definizione della politica della manutenzione.
- Criteri normativi.
- Criteri tecnico-economici.
- Le politiche di manutenzione.
- Il costo della manutenzione.
- La struttura organizzativa della azienda di manutenzione.
- Elenco delle più comuni operazioni di manutenzione per gli impianti di condizionamento e riscaldamento.
- Schema logico per la scelta delle politiche di manutenzione
- Manutenzione a guasto
- Manutenzione ciclica
- Manutenzione migliorativa
- Manutenzione ordinaria
- Manutenzione preventiva
- Manutenzione secondo condizione
- Manutenzione straordinaria
- Interventi tampone

Conduzione degli impianti

h. 15.45-17.30

- Servizio Energia
- Conduzione ed esercizio degli impianti di riscaldamento
- Conduzione ed esercizio degli impianti di riscaldamento termoventilazione
- Conduzione ed esercizio degli impianti di riscaldamento climatizzazione
- I capitolati per la gestione dei sistemi di climatizzazione

PR1 PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO AD ACQUA, AD ARIA E A RADIAZIONE

Criteria di progettazione e scelta dei sistemi di riscaldamento ad acqua, ad aria e a radiazione. Dimensionamento di terminali e componenti. Descrizione di applicazioni tipiche.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli PS1, CE1, CE2, CA1, RT1, RE1

PROGRAMMA DIDATTICO

Impianti di riscaldamento ad acqua e ad aria: classificazione e prestazioni

h. 9.00-11.00

- Caratteristiche generali degli impianti autonomi e centralizzati
- Impianti centralizzati a zona: circuito primario, circuito secondario
- Sistemi di distribuzione a sorgente, a collettore, monotubo
- Impianti indipendenti "modulari"
- Sistemi di riscaldamento a convezione a scambio diretto
- Piccoli sistemi a pompa di calore
- Comportamento ai carichi parziali dei sistemi di riscaldamento
- Elementi di calcolo e determinazione delle potenze effettive nelle condizioni di progetto delle unità terminali di scambio termico: radiatori e piastre, convettori e termoconvettori, unità termoventilanti, generatori di aria calda

h. 11.15-13.00

- Esempio di progetto di un impianto autonomo con radiatori monotubo e modulare
- Esempio di progetto di un impianto centralizzato a zone con contabilizzazione
- Esempio di calcolo e dimensionamento di una centrale termica, generatori di calore, pompe, sistemi di espansione, sicurezze

Impianti di riscaldamento a radiazione: classificazione e prestazioni

h. 14.00-15.30

Sistemi a media temperatura

- Principi dei sistemi a radiazione
- Impianti a radiazione a media temperatura
- Sistemi di riscaldamento a radiazione a scambio diretto
- Impianti a radiazione ad alta temperatura
- Comportamento ai carichi parziali dei sistemi di riscaldamento a radiazione
- Elementi di calcolo e determinazione delle potenze effettive nelle condizioni di progetto delle unità terminali di scambio termico: termostrisce, radiatori a gas
- Esempio applicativo di un impianto a radiazione in edificio industriale

h. 15.45-17.30

Sistemi a bassa temperatura: classificazione e prestazioni

- Elementi di calcolo e determinazione delle potenze effettive nelle condizioni di progetto dei pannelli radianti
- Impianti a bassa temperatura con pannelli radianti
- Alimentazione dei sistemi a radiazione a bassa temperatura con pompe di calore o sistemi rinnovabili
- Esempio applicativo di un impianto con pannello radiante a pavimento per una abitazione
- Assetto di una centrale termica per alimentazione di sistemi a radiazione alimentati ad acqua a bassa temperatura.

PR2 PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE A TUTTA ARIA

Criteri di progettazione e scelta dei sistemi di climatizzazione a tutta aria. Dimensionamento di terminali e componenti. Descrizione di una applicazione tipica.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli PS1, PS2, PS3, CE1, CE2, CE3, CE4, CA1, CA2, RT1, RT2, RE1, RE2, PR1

PROGRAMMA DIDATTICO

Teoria e prestazioni

h. 9.00-11.00

- Sistemi di climatizzazione ad aria
- Scelta degli impianti di climatizzazione
 - impianti ad aria per zona singola
 - impianti ad aria con post-riscaldamento di zona
 - impianti multizona
 - impianti a doppio canale
 - impianti a portata variabile (VAV)
 - impianti a doppio condotto
 - sistemi con Roof top
 - sistemi VVT

h. 11.15-13.00

- Criteri di scelta e di progettazione
 - criteri di scelta per la suddivisione delle zone
 - criteri di scelta delle condizioni termoigrometriche ottimali in ogni stagione
 - comportamento a carichi parziali ed effetti sul comfort
 - sistemi di risparmio energetico
 - verifica delle condizioni critiche
- Esempio di sistema ad aria VAV

Applicazioni

h. 14.00-17.30

- Esercitazione guidata dal docente su un sistema a tutta aria di un edificio per aule universitarie
- Individuazione dei dati di riferimento
 - condizioni climatiche esterne e al contorno
 - profili di occupazione
 - fabbisogno invernale
 - carichi estivi
 - aria di rinnovo
- Scelta dei terminali aria
- Scelta e dimensionamento del sistema di trattamento aria
- Scelta dei percorsi delle reti aerauliche e idroniche
- Criteri di dimensionamento delle reti aerauliche e idroniche
- Scelta del sistema di regolazione

PR3 PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE MISTI ARIA/ACQUA

Criteri di progettazione e scelta dei sistemi di climatizzazione misti aria/acqua. Dimensionamento di terminali e componenti. Descrizione di una applicazione tipica.

TESTI

Dispense AICARR

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli PS1, PS2, PS3, CE1, CE2, CE3, CE4, CA1, CA2, RT1, RT2, RE1, RE2, PR1

PROGRAMMA DIDATTICO

Teoria e prestazioni

h. 9.00-13.00

- Criteri per la scelta degli impianti
- Confronto energetico tra tipologie d'impianto
- Comportamento a carichi parziali ed effetti sul comfort
- Criteri per la suddivisione in zone
- Sistemi di risparmio energetico
- Verifica delle condizioni critiche
- Sistemi di raffrescamento e climatizzazione misti aria-acqua e ad acqua:
 - impianti a fan-coils
 - impianti a fan-coils e aria primaria
 - impianti a fan-coils a quattro tubi e aria primaria
 - impianti a pannelli radianti e aria primaria
 - impianti con induttori
 - soffitti freddi, travi fredde
 - pompe di calore ad acqua ad anello chiuso

Applicazioni

h. 14.00-16.00

- Esercitazione guidata dal docente su un sistema misto aria/acqua di un edificio uffici
- Individuazione dei dati di riferimento
 - condizioni climatiche esterne e al contorno
 - profili di occupazione
 - fabbisogno invernale
 - carichi estivi
- Scelta dei terminali ambiente
- Scelta e dimensionamento del sistema di trattamento aria
- Scelta dei percorsi delle reti aerauliche e idroniche
- Criteri di dimensionamento delle reti idroniche

• Sistemi a travi fredde

h. 16.00-17.30

- Caratteristiche e prestazioni
- Scelta dei terminali
- Applicazioni

ES1 ESERCITAZIONE DI PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

Esercitazione eseguita autonomamente dagli allievi sul progetto di impianti di riscaldamento con successiva verifica da parte del docente. Il commento sarà comunicato privatamente a ogni partecipante. Durante lo sviluppo del progetto il docente sarà disponibile per ogni chiarimento e suggerimento.

TESTI

Dispense AICARR – Materiale per l'esercitazione

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli PS1, CE1, CE2 , CA1, RT1, RE1, PR1, NO1

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

Saranno forniti agli allievi:

- condizioni climatiche esterne ed al contorno
- piante e sezioni edificio residenziale
- scheda tipologica stratigrafia strutture opache e trasparenti
- fogli tecnici apparecchiature

Esercizio 1

Gli allievi dovranno sviluppare un progetto di impianto di riscaldamento autonomo con radiatori ricavando a partire dai dati iniziali:

- calcolo del fabbisogno invernale di picco
- scelta e dimensionamento del sistema di distribuzione
- scelta del generatore di calore
- scelta delle pompe di circolazione
- dimensionamento dei terminali
- scelta del sistema di regolazione e della circuitazione idronica

Esercizio 2

Gli allievi dovranno sviluppare un progetto di impianto di riscaldamento autonomo a pannelli radianti a pavimento ricavando a partire dai dati iniziali:

- calcolo del fabbisogno invernale di picco
- scelta e dimensionamento del sistema di distribuzione e dei pannelli radianti
- scelta del generatore di calore
- scelta delle pompe di circolazione
- scelta del sistema di regolazione e della circuitazione idronica

NOTA:

E' indispensabile avere in aula una calcolatrice tascabile e un righello.

ES2 ESERCITAZIONE DI PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE A TUTTA ARIA

Esercitazione eseguita autonomamente dagli allievi sul progetto di impianti di climatizzazione a tutta aria con successiva verifica da parte del docente. Il commento sarà comunicato privatamente a ogni partecipante. Durante lo sviluppo del progetto il docente sarà disponibile per ogni chiarimento e suggerimento.

TESTI

Dispense AICARR – Materiale per l'esercitazione

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli PS1, PS2, PS3, CE1, CE2, CE3, CE4, CA1, CA2, RT1, RT2, RE1, RE2, PR1, PR2, NO1

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

Saranno forniti agli allievi:

- condizioni climatiche esterne ed al contorno
- piante e sezioni edificio residenziale
- scheda tipologica stratigrafia strutture opache e trasparenti
- profili di occupazione
- scheda profili carichi interni
- fogli tecnici apparecchiature, UTA, diffusori, condotte, tubi, pompe, chiller, recuperatori

Esercizio

Gli allievi dovranno sviluppare un progetto di impianto di climatizzazione a tutta aria.

- Calcolo dei carichi di picco invernali ed estivi assistiti dal docente con l'ausilio di SW
- Scelta dei percorsi delle reti aerauliche e idroniche
- Dimensionamento e disegno delle reti aerauliche e idroniche
- Scelta della unità di trattamento aria
- Scelta del generatore di calore
- Scelta del chiller
- Scelta delle pompe di circolazione
- Dimensionamento dei terminali aria
- Scelta e disegno della circuitazione idronica della centrale termofrigorifera
- Scelta e disegno del sistema di regolazione

NOTA:

E' indispensabile avere in aula una calcolatrice tascabile e un righello.

ES3 ESERCITAZIONE DI PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE MISTI ARIA/ACQUA

Esercitazione eseguita autonomamente dagli allievi sul progetto di impianti di climatizzazione misto a ventilconvettori e aria primaria con successiva verifica da parte del docente. Il commento sarà comunicato privatamente a ogni partecipante.

Durante lo sviluppo del progetto il docente sarà disponibile per ogni chiarimento e suggerimento.

TESTI

Dispense AICARR – Materiale per l'esercitazione

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli PS1, PS2, PS3, CE1, CE2, CE3, CE4, CA1, CA2, RT1, RT2, RE1, RE2, PR1, PR2, NO1

PROGRAMMA DIDATTICO

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

Saranno forniti agli allievi:

- condizioni climatiche esterne ed al contorno
- piante e sezioni edificio residenziale
- scheda tipologica stratigrafia strutture opache e trasparenti
- profili di occupazione
- scheda profili carichi interni
- fogli tecnici apparecchiature, UTA, diffusori, condotte, tubi, pompe, chiller, ventilconvettori

Esercizio

Gli allievi dovranno sviluppare un progetto di impianto di climatizzazione misto a ventilconvettori e aria primaria.

- Calcolo dei carichi di picco invernali ed estivi assistiti dal docente con l'ausilio di SW
- Scelta dei percorsi delle reti aerauliche e idroniche
- Dimensionamento e disegno delle reti aerauliche e idroniche
- Scelta della unità di trattamento aria
- Scelta del generatore di calore
- Scelta del chiller
- Scelta delle pompe di circolazione
- Dimensionamento dei terminali aria
- Scelta e disegno della circuitazione idronica della centrale termofrigorifera
- Scelta e disegno del sistema di regolazione

NOTA:

E' indispensabile avere in aula una calcolatrice tascabile e un righello.

TA1 COLLAUDO E STRUMENTI DI MISURA

Teoria della misura, strumenti di misura, tipologie, modalità di impiego prestazioni, calibrazione e taratura. Procedure per la misura delle prestazioni e il collaudo degli impianti di climatizzazione. Normative UNI-EN, ASHRAE, SMACNA.

TESTI

Dispense AICARR

Volume "Misure, bilanciamento e collaudo dei circuiti aria ed acqua nei sistemi di climatizzazione"

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli RT1, RT2, PR1, PR2, PR3

PROGRAMMA DIDATTICO

Misure e strumenti

h. 9.00-11.00

- Introduzione generale
 - significato di misura
 - precisione ed errore
 - isteresi, tolleranza, risoluzione
- Strumenti di misura e principi di funzionamento
- Misure di pressione aria
 - manometri a colonna di liquido
 - manometri elettronici /trasmettitori di pressione differenziale
- Misure di pressione e pressione differenziale per liquidi
 - manometri a colonna di liquido
 - manometri meccanici e di Bourdon
 - manometri con trasduttore elettromeccanico
- Misure di velocità di flussi d'aria
 - tubi di Pitot e di Pitot-Prandtl
 - inferenza da misura di pressione differenziale (tubo di pitot abbinato a manometro)
 - inferenza da misura di pressione differenziale (venturi, flange tarate, Griglie di Wilson e Griglie a X, tubi di pitot multipli)
 - misura diretta con balometri
 - misura diretta con anemometri dotati di dispositivi di raccordo e funzioni di calcolo
 - misura diretta con anemometri a filo caldo
 - misura diretta con anemometri a ventola
 - misura diretta con anemometri a ultrasuoni
- Misure speciali
 - multimetri elettrici (V.A. Cosfi)
 - tachimetri e stroboscopi

h. 11.15-13.00

- Calibrazione e certificati di calibrazione
- Strumenti e principi di funzionamento
- Misure di temperatura per fluidi in condotti
- Misure di temperatura in aria
- Misure di temperatura di superfici
 - termometri a colonna di liquido
 - termometri a resistenza, Pt
 - termometri a semiconduttore
 - termistori
 - termocoppie
 - termometri ad infrarosso
 - sonde per aria, liquidi, superfici

Misure di umidità dell'aria

- igrometri a capello
- igrometri elettronici capacitivi
- igrometri a punto di rugiada
- psicrometri
- Misure di parametri di combustione
 - analizzatori di combustione
 - calibrazione e certificati di calibrazione
- Misure speciali
 - data loggers
 - fonometri
 - IAQ

Procedure di bilanciamento taratura e collaudo

h. 14.00-17.30

- I Compiti
- Strumentazione e documentazione
- Misure - teoria
 - potenza termica su batterie e scambiatori
 - portata di acqua nelle reti idroniche
 - portata e prevalenza di pompe
 - corrente, tensione potenza su motori elettrici
 - pressione statica, dinamica e totale in condotte aerauliche
 - portata di aria in condotte aerauliche
 - portata di aria ai terminali
 - portata e pressione su ventilatori
- Cenni di teoria degli errori
- La strategia
 - Design. Riewiew
 - Pre requisite check list
 - Pre field data report
 - Tab Agenda
 - Final report
 - Final Verification
- DALT: le perdite di aria dalle reti aerauliche teoria, dispositivi e metodi di verifica.
- Normativa

Procedure di collaudo

- Documenti di collaudo
- Collaudo tecnico-funzionale
- Normativa

TA2 LABORATORIO DI TARATURA E BILANCIAMENTO RETI IDRONICHE

Taratura e bilanciamento dei sistemi idronici, procedure e metodi secondo standard CEN e ASHRAE.
Compilazione dei "test reports" e interpretazione dei risultati.
Misure in laboratorio su un circuito idronico strumentato.

TESTI

Dispense AICARR

Volume "Misure, bilanciamento e collaudo dei circuiti aria ed acqua nei sistemi di climatizzazione"

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative al modulo TA1

PROGRAMMA DIDATTICO

Laboratorio

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

Misure

Misure illustrate dal docente ed effettuate direttamente dagli allievi

- Misura delle prestazioni delle pompe
 - misura della prevalenza
 - misura di assorbimento elettrico
 - calcolo della potenza e del rendimento
 - punto di lavoro sulla curva caratteristica
- Misure di portata con valvole di taratura a kv noto e manometro differenziale elettronico
 - tipologie di valvole
 - misura della pressione differenziale
 - calcolo della portata
- Misure di portata con tronchetti flangiati
 - misura della pressione differenziale
 - calcolo della portata
- Misura delle caratteristiche di valvole di regolazione a tre vie
- Comportamento di circuiti di regolazione con valvole a tre vie

Taratura e Bilanciamento

- Bilanciamento delle reti idroniche
 - le tecniche

Bilanciamento e taratura illustrati dal docente ed effettuati direttamente dagli allievi con l'impiego degli strumenti di misura messi a disposizione dalla SCUOLA AICARR.

- Taratura e bilanciamento di una rete idronica. Sarà simulato il bilanciamento di una rete ramificata
 - applicazione del metodo compensato
 - interpretazione dei risultati

TA3 LABORATORIO DI TARATURA E BILANCIAMENTO RETI AERAILICHE

Taratura e bilanciamento dei sistemi aeraulici, procedure e metodi secondo standard UNI, CEN, SMACNA, AABC, ASHRAE.

Compilazione dei "test reports" e interpretazione dei risultati.

Misure in laboratorio sul circuito didattico AICARR.

TESTI

Dispense AICARR

Volume "Misure, bilanciamento e collaudo dei circuiti aria ed acqua nei sistemi di climatizzazione"

CONOSCENZE RICHIESTE

Gli argomenti trattati presuppongono conoscenze relative ai moduli TA1 e TA2

PROGRAMMA DIDATTICO

Laboratorio

h. 9.00-13.00 / 14.00-17.30

Misure

Tecniche di misura

- misure di portata aria in condotti su terminali

Misure illustrate dal docente ed effettuate direttamente dagli allievi

- misure di pressione statica, dinamica e totale in condotte aerauliche
- misura delle prestazioni dei ventilatori
- misure di prestazioni aerauliche di terminali (diffusori, griglie, ugelli e dislocatori)
- misure di portata aria e pressioni nei condotti con tubi di pitot, anemometri a filo caldo, anemometri a ventolina
- misura della portata aria in condotti per mezzo di flange tarate e serrande caratterizzate

Taratura e Bilanciamento

- Bilanciamento e collaudo delle reti aerauliche: le tecniche

- impianti a portata costante
- impianti a portata variabile

- Taratura e bilanciamento sul circuito didattico della SCUOLA AICARR

Bilanciamento e taratura illustrati dal docente ed effettuati direttamente dagli allievi con l'impiego degli strumenti di misura messi a disposizione dalla SCUOLA AICARR

- DALT sul circuito aeraulico della SCUOLA AICARR
- Compilazione dei rapporti di misura, interpretazione dei risultati

PIANI DI STUDIO SUGGERITI

- **Enti di controllo**

Psicrometria e Comfort (PS1-PS2-PS3-PS4-PS5)
Normative (NO1)
Taratura e Collaudo (TA1-TA2-TA3)

- **Utenti finali**

Psicrometria e Comfort (PS1-PS2-PS3-PS4)
Centrali per la produzione di energia (CE1-CE2-CE3-CE4-CE5)
Energie rinnovabili (ER1-ER2)
Normative (NO1)
Regolazione (RE1-RE2)
Taratura e Collaudo (TA1-TA2-TA3)

- **Installatori**

Psicrometria e Comfort (PS1-PS2-PS3-PS4-PS5)
Centrali per la produzione di energia (CE1-CE2-CE3-CE4-CE5)
Energie rinnovabili (ER1-ER2)
Reti idroniche e aerauliche (RT1-RT2)
Normative (NO1)
Regolazione (RE1-RE2)
Taratura e Collaudo (TA1-TA2-TA3)

- **Industria**

Psicrometria e Comfort (PS1-PS2-PS3-PS4)
Regolazione (RE1-RE2)
Taratura e collaudo (TA1-TA2-TA3)

- **Progettisti junior**

Psicrometria e Comfort (PS1-PS2-PS3-PS4)
Centrali per la produzione di energia (CE1-CE2-CE3-CE4)
Calcolo dei carichi (CA1)
Reti (RT1-RT2)
Progettazione (PR1- PR2-PR3)
Regolazione (RE1)
Esercitazioni (ES1-ES2-ES3)

- **Progettisti senior**

Psicrometria e Comfort (PS1-PS2-PS3-PS4-PS5)
Centrali per la produzione di energia (CE1-CE2-CE3-CE4-CE5)
Energie rinnovabili (ER1-ER2)
Calcolo dei carichi (CA2)
Reti idroniche ed aerauliche (RT1-RT2)
Progettazione (PR1, PR2, PR3)
Normative (NO1)
Regolazione (RE2)
Taratura e Collaudo (TA1-TA2-TA3)



AICARR

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria
Riscaldamento e Refrigerazione

DIRETTORE SCUOLA

Ing. Ubaldo Nocera
ubaldo.nocera@noceraingclima.it

SUPERVISIONE DIDATTICA

Prof. Ing. Cesare Maria Joppolo
cesare.joppolo@polimi.it

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

AICARR – Lucia Erba
Via Melchiorre Gioia 16820125 MILANO
Tel. 02 67479270 – Fax 02 67479262
luciaerba@aicarr.it - www.aicarr.it

CONSULTA INDUSTRIALE AICARR

- AERMEC spa
- ALDES spa
 - ANIMA
- AS.A.P.I.A.
- CARRIER spa
- CLIMAPRODUCT spa
- CLIMAVENETA spa
 - CLIVET spa
- COFATHEC SERVIZI spa
- DAIKIN AIR CONDITIONING ITALY spa
 - ELYO ITALIA srl
- EMERSON NETWORK POWER srl
 - ENEL DISTRIBUZIONE spa
 - ERCA spa
- EUROVENT CERTIFICATION COMPANY
 - FERROLI spa
- FIERA MILANO INTERNATIONAL spa – Mostra Convegno Expocomfort
 - GIACOMINI spa
 - HONEYWELL srl
- JOHNSON CONTROLS HOLDING ITALY srl – YORK Product Line
 - MC QUAY ITALIA spa
 - RC GROUP spa
- REED BUSINESS INFORMATION spa
 - RHOSS spa
 - SAGICOFIM spa
 - SAUTER ITALIA spa
- SCHNEIDER ELECTRIC spa
 - SIRAM spa Gruppo Dalkia
- TOSHIBA ITALIA MULTICLIMA spa
 - TRANE ITALIA srl
 - VELTA ITALIA srl