

**ANNUARIO**  
DEL  
**POLITECNICO DI TORINO**

*PER L'ANNO ACCADEMICO*  
*1961-1962*

*Centesimoterzo dalla Fondazione*



VINCENZO BONA - TORINO  
1962







ANNUARIO  
DEL  
POLITECNICO DI TORINO

*PER L'ANNO ACCADEMICO*

*1961-1962*

*Centesimoterzo dalla Fondazione*



VINCENZO BONA - TORINO  
1962



# INAUGURAZIONE DELL'ANNO ACCADEMICO 1961 - 62

(103° DALLA FONDAZIONE)

RELAZIONE DEL RETTORE PROF. ANTONIO CAPETTI

PROLUSIONE AI CORSI  
DEL PROF. VITTORIO CIRILLI



Martedì 7 novembre 1961 nell'Aula Magna « Giovanni Agnelli », ha avuto luogo, presenti tutte le Autorità cittadine, il Corpo Accademico, numeroso pubblico e studenti, l'inaugurazione del 103° anno accademico del Politecnico.

Il Rettore, Prof. Ing. Antonio Capetti, ha dato lettura della sua relazione annuale, durante la quale ha comunicato il conferimento della Medaglia d'oro di Benemerito della Scuola, della Cultura e dell'Arte al Prof. Bruno Gentilini, ordinario di Idraulica.

Ha, infine, preso la parola il Prof. Vittorio Cirilli, ordinario di Chimica applicata, il quale ha tenuto la prolusione accademica sul tema: *Evoluzione storica della siderurgia.*

Pubblichiamo nelle pagine seguenti i testi della relazione del Rettore e del discorso del Prof. Cirilli.



## RELAZIONE DEL RETTORE

PROF. DOTT. ING. ANTONIO CAPETTI

*Eccellenze, Autorità, Signore,  
Signori, Colleghi e Studenti,*

non parrà strano, che questa mia relazione si inizi con un riferimento alla grande ricorrenza nazionale e cittadina dell'anno.

Il parlarne ed il ritrovarvi spunti per discorsi di circostanza è diventato infatti di prammatica e questo potrebbe anzi sconsigliarmi dal farlo. Ma se qui lo faccio è per ricordare la partecipazione spirituale, culturale e materiale del Politecnico alle celebrazioni dello storico evento.

La partecipazione spirituale è stata sottolineata dalla conferenza commemorativa che ha avuto luogo il 27 marzo in quest'aula, davanti a tutto il mondo universitario torinese; oratore, come sempre dotto e forbito, Giuseppe Maria Pugno.

Alla rigogliosa fioritura di manifestazioni culturali, il Politecnico ha contribuito sia mettendo i suoi migliori locali a disposizione di numerosissimi convegni tecnici e non tecnici, sia facendosene promotore esso stesso, per iniziativa dell'amministrazione centrale e di singoli istituti. Ne ricordo alcuni: il Primo Congresso Internazionale sul reciproco comportamento del suolo e del veicolo nel movimento di quest'ultimo fuori della strada appositamente preparata per esso, bandito da noi in accordo con le amministrazioni della Motorizzazione militare italiana e di quella statunitense, congresso a cui hanno

partecipato con 53 memorie 345 congressisti di 17 Paesi; il Colloquio, pure internazionale, sulla Fatica delle funi metalliche organizzato dall'Istituto di Scienza delle costruzioni, a cui sono intervenuti oltre 200 esperti di 15 nazioni con una trentina di relazioni ed erano rappresentati, tra gli altri, il gruppo « Funi » della C.E.C.A., il Ministero dei trasporti d'Italia e quelli di altri Stati, Università, Enti di controllo, industrie di diversi paesi; e le due « Giornate » che videro raccolti nell'Istituto di Tecnica dei trasporti, specialisti dei problemi delle sospensioni pneumatiche, l'una, della frenatura, l'altra.

Questi i nostri: assai più numerosi i convegni di altri Enti che noi siamo stati lieti di ospitare. Elenco solo quelli di maggior rilievo e attinenti alle nostre discipline: il Congresso internazionale dell'Automazione, i Congressi delle Associazioni Italiane di Elettrotecnica (A.E.I.), di Aerotecnica (A.I.D.A.), di Termotecnica (A.T.I.), dei Tecnici dell'automobile (A.T.A.), degli Ingegneri del traffico, degli Aiuti ed assistenti universitari (U.N.A.U.), dei Geometri, e le riunioni di lavoro di ben dieci sottocomitati dell'I.S.O.

Abbiamo creduto nostro preciso dovere verso la cittadinanza accordare questa ospitalità a chi ce la chiedeva, con la stessa larghezza con cui a suo tempo enti locali pubblici e privati avevano risposto alle nostre richieste di aiuti per completare questa nuova sede, alle cui spese di costruzione ed arredamento hanno generosamente contribuito.

Si è del resto rinnovata una tradizione. Leggiamo infatti nell'annuario del 1911 che anche allora, in occasione del primo cinquantenario dell'unità, il Politecnico, il quale da poco aveva assunto questo nome ed ampliate le sue funzioni, accolse nelle sue sedi vari congressi, come quello, internazionale, delle Applicazioni elettriche e quello della Navigazione interna, mentre, proprio per contribuire al richiamo dei forestieri a Torino ed alle manifestazioni celebrative culminate nella Esposizione universale, convocava a convegno gli allievi ingegneri di tutte le nazioni. Ad essi, il 3 maggio 1911, Paolo Boselli, allora nostro Presidente, rivolgeva un'altisonante allocuzione in latino e dopo aver salutato il loro arrivo a Torino, « *dum patria italica, facta diversis gentibus una et in libertatem vindicata, dies festos celebrat* » li apostrofava enumerando le

attività a cui si sarebbero dedicati: « vos qui montes immanes perforditis, fluminum rabiem compescitis, terras oceano dissociabili divisas conjungitis, verba, voces, imagines ictu oculi per universam terrarum orbem diffunditis, Icarum superantes aëria tentatis itinera ».

\*  
\* \*

Chiuso questo breve preambolo che iscrive nelle cronache del Politecnico un ricordo delle feste del secondo cinquantenario accanto a quello delle feste del primo, passiamo alla relazione della vita accademica del 1960-61.

Nel Corpo dei docenti dobbiamo constatare con profonda tristezza il vuoto lasciato dalla scomparsa, avvenuta il 27 aprile 1961, del prof. Armando Melis, ordinario fuori ruolo di Caratteri distributivi degli edifici nella Facoltà di Architettura. Già allievo del Politecnico, il Melis si dedicò poi per lungo tempo prevalentemente alla professione e quindi, benchè avesse cominciato fin dal 1936 a collaborare alla formazione dei giovani architetti come professore incaricato, solo nel 1954, quando ritenne di potersi dedicare completamente alla scuola, salì alla cattedra di ruolo.

Testimoniano del suo valore di architetto le molte opere progettate e compiute da lui; della sua efficacia didattica le opere dei suoi allievi; delle sue doti morali ed umane, il compianto di quanti lo conobbero ed in primo luogo di noi suoi colleghi.

Alla memoria di Armando Melis l'Opera Universitaria del Politecnico ha intitolato un posto gratuito permanente da essa istituito nel Collegio.

Nel corso dell'anno, il 1° ottobre, è pure mancato l'Ing. Antonio Sanneris, che dal 1957 impartiva lezioni di traffico telefonico nel corso di perfezionamento in Elettrotecnica, contribuendo a portare la voce dell'industria ai nostri giovani perfezionandi.

Proprio nell'ultimo giorno dell'anno accademico infine ci è giunta la triste notizia del trapasso di un Uomo, che tutta la nazione piange per averlo avuto non solo Capo nella suprema magistratura dello Stato, ma anche prima e dopo quel settennato, faro luminoso di scienza e di costume politico. Il lutto

colpisce anche in particolare il Politecnico, perchè Luigi Einaudi fu in qualche modo nostro; vicedirettore del Laboratorio di economia politica « Cognetti De Martiis », finchè questo Istituto rimase annesso simultaneamente all'Università ed al Politecnico, e per un quarantennio professore incaricato di Economia politica e legislazione industriale.

L'illustre economista si sentiva legato al Politecnico, che aveva visto nascere come tale nel 1906 e dove aveva trovato in noi, ingegneri suoi allievi, una rispondenza almeno altrettanto ammirata e devota che negli studenti dell'Università, ed egli ebbe più volte a dimostrarci coi fatti la sua simpatia.

\*  
\* \*

Nell'anno decorso si aggiunse al Corpo Accademico il Prof. Silvio Nocilla, nominato per concorso professore straordinario di Aerodinamica. Dal 1° novembre di quest'anno si sono aggiunti pure i Professori Carmelo Longo, trasferito dall'Università di Parma alla nostra cattedra di Geometria, e Augusto Cavallari Murat, trasferito dall'Università di Padova alla nostra cattedra di Architettura tecnica.

Sempre dal 1° novembre, alla carica di Preside della Facoltà di Ingegneria per il triennio 1961-1964 è stato eletto il prof. Rolando Rigamonti, Ordinario di Chimica industriale, col quale vivamente ci congratuliamo.

L'opera che egli svolge da dodici anni per lo sviluppo del suo istituto e la parte attiva sempre presa nelle diverse mansioni accademiche affidategli, sono la maggior garanzia che la presidenza della Facoltà di Ingegneria continua ad essere in buone mani.

Abbiamo detto continua, perchè il prof. Rigamonti succede al prof. Bruno Gentilini il quale tenne la presidenza per sei anni con particolare zelo e con tanta soddisfazione dei colleghi, che questi reiteratamente votarono il suo nome per la rielezione, che egli tuttavia ritenne di non poter accettare per gli impegni della riorganizzazione del suo istituto.

Il Presidente della Repubblica, su proposta del Ministro della Pubblica Istruzione, ha decretato al prof. Gentilini il Diploma di 1<sup>a</sup> classe di Benemerito della Scuola, della Cultura e dell'Arte, con facoltà di fregiarsi di medaglia d'oro. Voglia

il prof. Gentilini gradire di ricevere l'insegna dell'alta decorazione dalle mani di chi, collaborando quotidianamente con lui, ha potuto apprezzarne anche le non comuni doti di carattere e di cuore.

Contemporaneamente al triennio della presidenza della Facoltà di Ingegneria è scaduto quello del rettorato: la benevolenza, forse eccessiva, dei colleghi, ha riconfermato ancora una volta nella carica chi vi parla; della fiducia unanimemente dimostratami, esprimo loro viva gratitudine.

\*  
\* \*

Nel Consiglio di amministrazione è da ricordare solo la nomina del prof. Paolo Verzone al posto lasciato dal compianto prof. Melis.

\*  
\* \*

Numerosi nuovi incarichi sono stati attribuiti sia per le ordinarie sostituzioni di docenti che per un motivo o per l'altro non han potuto continuare nel loro ufficio, sia, e quest'anno soprattutto, per l'attuazione del piano di studi conseguente alle riforme dei corsi di laurea in ingegneria.

Troppo lungo sarebbe darne il completo elenco: mi limito a ricordare i nomi degli assistenti od aiuti nostri che per la prima volta hanno avuto un formale incarico di insegnamento: Calderale, Castiglia, Gianetto, Marchetti Spaccamela, Panetti, Vairano e Zito e quelli degli incaricati esterni, non appartenenti alla nostra amministrazione, pur essi nominati per la prima volta e quasi tutti per materie di nuova istituzione: Bray, Colombo, Gagliardi, Gregoretti, Lavagnino, Matteoli, Matteucci, Morandini, Possenti, Ruffino e Soldi.

Nel corso dell'anno l'ing. Giulio Ciampolini è stato chiamato a sostituire nell'incarico di collaudo e manovra degli aeromobili il Generale di Squadra Aerea ing. Mario Bernasconi, costretto a ritirarsi per ragioni di salute, dopo una collaborazione alla Scuola di Ingegneria Aeronautica che, concretatasi con un regolare incarico nel 1947, risaliva però sotto varie forme al lontano 1920. Al nostro ringraziamento uniamo l'augurio di una sollecita completa guarigione.

Un saluto riconoscente di commiato desideriamo pure rivolgere fin d'ora ad altri tre docenti, sebbene questi abbiano cessato dall'incarico per limiti di età, soltanto da pochi giorni: il prof. Emilio Musso, incaricato di Plastica ornamentale nella Facoltà di Architettura fin dalla istituzione della Facoltà stessa, dopo esserlo stato nell'Istituto superiore da cui deriva questa Facoltà; il prof. Alberto Stradelli, per quindici anni incaricato di Impianti industriali chimici; ed il prof. Salvatore Chiaudano, che dopo avere collaborato nella sua giovinezza negli insegnamenti matematici, ha tenuto per ben trentaquattro anni, malgrado gli impegni professionali, l'incarico di Impianti industriali meccanici.

Il ricordo dell'opera del prof. Chiaudano sarà tenuto vivo fra le generazioni future degli studenti grazie alla istituzione deliberata dalla Società S.I.L.O., di cui egli è Presidente, di un premio di 300.000 lire che sarà conferito ogni anno al migliore dei nostri laureati in ingegneria.

\*  
\* \*

Hanno conseguito la libera docenza gli ingegneri: Ugo Farinelli in Fisica nucleare, Agostino Gianetto in Impianti industriali chimici, Pietro Morelli in Aeronautica generale, Ario Romiti in Meccanica applicata alle macchine, Ugo Rossetti in Sperimentazione dei materiali e delle strutture, Cesarina Sacerdote in Elettroacustica applicata; l'architetto Daria De Bernardi in Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti; le dottoresse Maria Lucco Borlera in Chimica applicata ed Elena Marchetti in Chimica industriale. I professori Brisi, Mortarino, Muggia, Quilico e Soldi hanno ottenuto la conferma definitiva delle loro abilitazioni.

\*  
\* \*

*Assistenti.* — Sono stati nominati assistenti ordinari in seguito a concorso gli ingegneri: Giorgini, Meo, Pelissero, Romiti e Sacchi e le dottoresse Montel, Guidetti e Penna; assistenti incaricati in attesa di concorso gli ingegneri: Beccio, Cappa Bava, Einaudi, Marro, Piola.

Gli 84 assistenti che hanno occupato i posti di ruolo disponibili per il 1960-61 sono stati affiancati da ben 54 assistenti straordinari, per oltre la metà retribuiti a carico del nostro bilancio, e 119 volontari. Il totale di 257 corrisponde ad un rapporto di circa 9 a 1 fra studenti obbligati alla frequenza e assistenti; esso potrebbe considerarsi quasi soddisfacente, se non fosse del tutto illusorio per varie ragioni.

Intanto gli assistenti volontari (la metà circa del totale) danno prestazioni utili sì, ma assai meno intense che quelli delle altre categorie; poi, numerosi aiuti ed assistenti più anziani sono impegnati da incarichi di insegnamento che ne assorbono molta parte dell'attività; infine il rapporto 9 a 1 dovrebbe riscontrarsi in tutte le materie o per lo meno in tutte quelle che comportano esercitazioni e sono la quasi totalità delle nostre. Ed allora, eseguendo i calcoli materia per materia, pur tenendo conto della moltiplicazione delle squadre affidate successivamente ad uno stesso assistente, si vede che il rapporto sale ad una media almeno quadrupla e quindi eccessiva.

La penuria di personale docente di ogni grado dovrebbe avere nell'anno testè cominciato, un'attenuazione, sia pur lieve, grazie all'entrata in vigore della legge 5 marzo 1961, n. 158, nota come legge stralcio del « Piano decennale di sviluppo della scuola » ed all'ultima applicazione della legge 18 marzo 1958, n. 349 del cosiddetto « Piano quinquennale ».

In base a queste leggi sono stati aggiunti quattro posti di professore di ruolo ai 22 precedenti nella Facoltà di Ingegneria e 15 posti di assistente nelle due Facoltà. Alla utilizzazione di essi si è subito provveduto; ma se mediante i trasferimenti chiesti ed in parte già effettuati e mediante l'esito dei concorsi in atto siamo fiduciosi di arrivare a coprire degnamente fin da quest'anno tutte le nuove cattedre, non altrettanto possiamo dire dei posti di assistente.

Per le cattedre, infatti, si dispone ancora, anche se in numero via via decrescente, di giovani incamminatisi sulla via dell'insegnamento universitario da parecchi anni, quando meno prepotente era il richiamo dell'industria, ma per gli assistenti si deve fare assegnamento sulle leve attuali.

Scarso, insufficiente ai bisogni stessi dell'industria è il contingente dei nuovi ingegneri; sempre più rari fra questi

sono coloro che accettano di venire ad affiancarsi nei laboratori e nelle aule per proseguire i propri studi e concorrere alla formazione degli allievi che hanno preso il loro posto sui banchi della scuola.

Mentre tutti incoraggiano i giovani a rivolgersi agli studi di ingegneria e quindi ad ingrossare le file degli studenti, mentre tutti lamentano l'insufficienza dei contatti fra discenti e docenti, il numero di questi tende a diminuire. Molto influisce sull'accentuarsi di questo fenomeno il trattamento economico che nonostante tutti i miglioramenti è ancora lontano dall'eguagliare quello dell'industria, ma mi rifiuto di credere che solo l'incentivo del guadagno decida della scelta: occorre cercare anche motivi d'altro genere. Ora un peso importante ha senza dubbio quella certa disistima verso l'ambiente universitario che va diffondendo nell'opinione pubblica la voce di coloro che continuamente parlano di « crisi » dell'Università. Non è certo allettante entrare a far parte di un organismo malato.

Ora una crisi c'è e grave, ma è quella della rarefazione degli uomini, della mancanza (almeno per quanto riguarda l'ingegneria) di giovani reclute che accorranò sotto le nostre bandiere a riempire i vuoti che si determinano nelle nostre schiere.

Non nego che qualche istituto sia sorpassato nè che alcuni universitari tradiscano i propri doveri antepoñendo a quelli della scuola altri interessi, ma sono fermamente convinto che non sono queste le vere cause della minaccia che incombe sulle nostre università. Mi sembra dovere di tutti, non solo di chi vive nella scuola, additare ai giovani le soddisfazioni morali che menti elette possono ritrarre dal dedicarsi alla ricerca ed all'insegnamento universitario, mentre è dovere dei professori, dare l'esempio di una dedizione alla Scuola che non faccia disistimare sul piano della probità il raggiungimento dei fastigi accademici.

Sul piano materiale, conscio dell'insufficiente retribuzione, il Politecnico viene in qualche modo incontro alle legittime aspirazioni degli assistenti più meritevoli. Un mezzo che riteniamo efficace per stimolarli alla produzione scientifica, è quello dei premi di operosità, concessi in base al numero ed al valore delle pubblicazioni; ne hanno fruito quest'anno 32 aiuti od assistenti.

Oltre alle lezioni dei docenti nostri nei corsi di laurea e di perfezionamento svoltisi come al solito con perfetta regolarità, abbiamo avuto il piacere di far sentire nelle nostre aule la voce di illustri professori stranieri.

Precisamente i cultori dell'elettronica hanno avuto cinque lezioni del professore visitatore inglese W. J. G. Beynon, dell'University College di Whales; quelli della aerodinamica hanno potuto ascoltare tre lezioni sulla turbolenza del prof. Oddvar Björgum dell'Università di Bergen, venuto tra noi grazie agli accordi culturali italo-norvegesi. Una importante conferenza sulla conducibilità elettrica nei gas rarefatti ha voluto tenere, quasi a titolo di riconoscenza e di omaggio alla memoria del professore Modesto Panetti, il professore Johannes Martinus Burgers, a cui quest'anno è stato conferito dalla Accademia delle Scienze di Torino il premio internazionale intitolato al nome del nostro compianto Maestro.

\*  
\* \*

*Studenti.* — Sono stati iscritti alla Facoltà di Ingegneria 1770 studenti regolari e 869 fuori corso; alla Scuola di Ingegneria Aeronautica 9 ingegneri; alla Facoltà di Architettura 408 studenti regolari e 150 fuori corso. 70 sono stati gli iscritti ai corsi di perfezionamento nelle varie branche dell'Elettrotecnica, nella Motorizzazione, nell'ingegneria Nucleare ed in quella del Traffico.

Il totale di 3267 iscritti supera dell'8,4% il totale dell'anno scorso. Continua dunque l'espansione numerica, nonostante l'influenza che avrebbe dovuto cominciare a farsi sentire della denatalità delle classi che hanno alimentato il primo anno.

Abbiamo conferito 211 lauree in Ingegneria, comprese 5 in Ingegneria Aeronautica, e 34 lauree in Architettura. Nell'esame generale hanno conseguito i pieni voti legali 62 laureati, 7 i pieni voti assoluti, 11 la lode. Precisamente sono stati giudicati degni di lode oltre che dei pieni voti l'ingegnere civile (sottosezione trasporti) Piero Antonino, gli ingegneri industriali (sottosezione elettrotecnica) Francesco Donati, Franco Einaudi, Roberto Frattini, Giancarlo Moretta, Umberto Palombi, Gian Pietro Soardo, Pier Giorgio Uslenghi; gli ingegneri

industriali (sottosezione meccanica) Sergio Angelini e Giulio Giolitti; l'architetto Anna Frisa.

Complessivamente il 33% dei laureati ha ottenuto i pieni voti, almeno legali. Confrontando questa percentuale con quella, non superiore al 27%, degli anni precedenti e tenendo presente che i criteri di valutazione non sono mutati, possiamo registrare un progresso nella qualità dei laureati. Amiamo ascriverlo, almeno in parte, a quelle caute riforme del piano degli studi che da alcuni anni andavamo gradualmente attuando.

Da quest'anno invece ha avuto inizio la più profonda riforma disposta dal Decreto presidenziale del 31 gennaio 1960, n. 53 e che si può chiamare della specializzazione spinta. Esso infatti, come è noto, ha introdotto i nuovi corsi di laurea in ingegneria elettronica ed in ingegneria nucleare, ha sostituito all'unico vecchio titolo di ingegnere industriale i titoli singoli di ingegnere aeronautico, chimico, elettrotecnico, meccanico, e per ciascun titolo ha previsto più d'un indirizzo.

Si attendeva con curiosità non scevra da qualche apprensione di vedere come si sarebbero ripartite le preferenze degli studenti. Esaminando a questo scopo la statistica degli iscritti al 4° anno, in cui hanno funzionato tutte le otto sezioni, troviamo che il 31% ha optato per l'elettronica e solo il 4,4% per la nucleare. Le altre sezioni hanno mantenuto press'a poco i rapporti precedenti: così la sezione meccanica e la chimica hanno avuto ciascuna il 13% degli iscritti; l'8% la sezione aeronautica e la sezione civile; il 6% la mineraria.

In complesso si può ritenere che questa ripartizione sia stata abbastanza ragionevole, salvo che per il corso di laurea in Elettronica, che si rileva assai affollato, forse più di quanto non corrisponda alle necessità di questa pur importantissima branca dell'ingegneria moderna, in confronto a quelle delle altre.

Le provvidenze a favore sia di studenti sia di ingegneri appena laureati ammontano in totale a lire 36 milioni 816 mila con un aumento del 10% circa rispetto allo scorso anno. Il maggior aumento (33%) si è avuto nella parte che riguarda la esenzione dalle tasse concessa ai giovani meritevoli e bisognosi. Avendo allargato ancora l'interpretazione del secondo requisito, è stata accolta la quasi totalità delle domande (l'86%), arrivando alla somma di lire 11 milioni 116 mila.

Del beneficio della esenzione hanno fruito anche nel '60-61 soprattutto gli studenti del 1° anno; ne è la causa la difficoltà che incontra lo studente, negli anni successivi, a raggiungere le condizioni di merito prescritte dalla legge ed in specie a superare tutti gli esami previsti dal piano di studi, difficoltà che naturalmente non si presenta a chi si iscrive per la prima volta.

Suppliscono in parte nei casi più degni di considerazione che così vengono a presentarsi, i sussidi concessi dall'Opera Universitaria: tra i sussidi, le borse e le rette per posti gratuiti in Collegio, l'Opera ha erogato lire 14 milioni 40 mila, mentre un'altra decina di milioni ha messo a disposizione dell'amministrazione dei collegi universitari per accelerare la costruzione del quarto edificio, quello destinato in Corso Lione ai nostri allievi, rimborsando gli interessi della somma di 200 milioni dovuta mutuare in attesa che si concretasse il promesso contributo statale. Tale contributo è stato effettivamente concesso, sebbene non ancora versato al Politecnico, all'atto della ripartizione del fondo che nella già citata legge stralcio n. 158 è destinata ai collegi universitari.

Così anche questo padiglione è da qualche mese pronto e potrà accogliere una parte degli studenti, che diversamente anche quest'anno avrebbero visto respingere per mancanza di posti disponibili la domanda di ammissione.

Completano la somma delle provvidenze sopra indicate le borse offerte da altri enti, per la ricerca nei laboratori, per le scuole *post lauream* e per i corsi base di laurea. Per la ricerca, una borsa di 750 mila lire ha avuto dalla Shell l'ing. Piero Codegone ed una da 720 mila lire, intitolata al prof. Modesto Panetti, l'ing. Piero Antonino; per il perfezionamento sono state disponibili 9 borse da 500 mila lire, di cui 8 del Ministero della Difesa Aeronautica ed una della FIAT, per la Scuola di Aeronautica; 3 borse di cui 2 da 600 mila lire ed una da 500 mila offerte da Montecatini, Olivetti e RAI per l'Elettrotecnica; 4 da 600 mila lire della FIAT per la Nucleare. Agli iscritti ai corsi base erano destinate la borsa di 200 mila lire del nostro Ministero e le 11 di importo vario fra 160 e 500 mila lire offerte da SNAM, ENI e Montecatini per il corso di Ingegneria mineraria.

Dopo quanto abbiamo detto a proposito della difficoltà del reclutamento di assistenti, non farà meraviglia che una

parte cospicua delle suddette borse sia rimasta non assegnata per mancanza di concorrenti idonei.

Alcuni dei neo laureati ritenuti sotto particolari aspetti più meritevoli ottennero premi: l'ingegnere e pilota Carlo della Chiesa di Cervignasco e Trivero ebbe il premio di lire 60 mila istituito in memoria del sottotenente pilota ing. Federico Vallauri; agli ingegneri Uslenghi e Soardo vennero assegnati i due premi di lire 50 mila intitolati a Clemente Bordiga e Giuseppe Bisazza ed agli ingegneri Motta e Giolitti i due di uguale importo istituiti per il ramo termotecnico in onore di Guglielmo Rivoira ed a ricordo del prof. Pietro Enrico Brunelli.

\*  
\* \*

La situazione economica del Politecnico non si può ancora dire consolidata anche se il bilancio è presentato alle autorità di controllo in pareggio, grazie ad una politica di rigorosa economia in tutto ciò che non compromette la funzionalità didattica.

Ben maggiori stanziamenti sarebbero invece necessari per migliorare la funzionalità scientifica degli istituti: si sono invero ancora aumentate alquanto le dotazioni, ma esse sono pur sempre insufficienti ad assicurare anche solo il finanziamento della gestione, cioè le spese per il personale avventizio di concetto ed esecutivo che dovrebbe affiancare quello di ruolo nelle ricerche.

Al finanziamento, dirò così patrimoniale, cioè per nuovi strumenti ed impianti, è mancato quest'anno il contributo ministeriale straordinario che era diventato ormai consueto. Ciò per l'attesa dell'entrata in vigore della più volte citata legge stralcio. Essa è venuta infine, ma al termine dell'esercizio, sicchè il suo beneficio sarà praticamente disponibile solo nell'anno in corso.

Della misura del contributo assegnatoci siamo grati alle autorità ministeriali.

Un contributo per strumenti di ricerca degli Istituti di Idraulica, Arte mineraria e Chimica applicata, dell'importo complessivo di 7 milioni 835 mila lire, ha concesso la benemerita Fondazione Politecnica, che ha pure dato 600 mila lire per la retribuzione dei docenti della Sezione Elettromeccanica

del Corso di perfezionamento in Elettrotecnica: allo stesso scopo hanno contribuito complessivamente per 1 milione 200 mila lire SIP, AEM, FIAT, Consorzio del Buthier, Cogne (1) mentre 4 milioni ha dato Olivetti per la Sezione Comunicazioni Elettriche del medesimo Corso.

Altre scuole di perfezionamento hanno pure fruito di assegni da parte di enti vari. Così la FIAT ha dato anche quest'anno 9 milioni (ivi comprese le borse sopra menzionate) al Corso « Giovanni Agnelli » di Ingegneria Nucleare; il Ministero della Difesa-Esercito, FIAT, Pirelli e Ceat (2) hanno offerto 4 milioni 250 mila al corso di specializzazione nella Motorizzazione e l'ANAS 3 milioni 496 mila per quello di Ingegneria del Traffico.

Alcune ditte hanno contribuito in natura: prestando due presse idrauliche per lavorazioni plastiche la Guinzio e Rossi, regalando un tacheometro le Officine Galileo, stipulando contratti di ricerca con l'Istituto di Progetto di aeromobili e con quello di Costruzione di macchine, la FIAT.

A tutti il nostro ringraziamento: in particolare alla Società di cui in ogni rubrica di liberalità figura il nome, la FIAT, sempre pronta a rispondere ai nostri appelli.

\*  
\* \*

Un cenno sull'edilizia. Qualcuno che ha letto sui giornali la notizia che il Politecnico ha chiesto ed ottenuto dal Ministero circa 137 milioni per lavori edilizi si sarà domandato come mai lavori di una certa importanza possano essere diventati necessari dopo appena tre anni dall'inaugurazione di questi nuovi palazzi.

Ora una parte di quella somma è destinata a completare i restauri del castello del Valentino iniziati da più di un anno, col concorso della Sovrintendenza ai monumenti, e purtroppo non ancora ultimati. Ma la maggior parte è effettivamente destinata ad ampliamenti di questa sede richiesti, alcuni per

---

(1) Sip, lire 500.000; AEM, lire 400.000; Fiat, lire 100.000; Consorzio del Buthier, lire 100.000; Cogne, lire 100.000.

(2) Ministero della Difesa-Esercito, lire 1.600.000; Fiat, lire 2.250.000; Pirelli, lire 300.000; Ceat, lire 100.000.

far fronte al continuo aumento della popolazione scolastica, specie del primo biennio, altri dallo sviluppo di tecniche nuove, come quelle nucleari, altri, infine, per compensare qualche inevitabile deficienza di progettazione e di esecuzione.

Era in particolare ben difficile prevedere una distribuzione di locali completamente adeguata ai bisogni di istituti che avrebbero dovuto rinnovare attrezzature ed impianti, sicchè mentre alcuni istituti dispongono ancora di notevoli possibilità di espansione, altri si sono presto trovati allo stretto.

\*  
\* \*

Con questo ho terminato la mia relazione sul passato 1960-61.

Uno sguardo al 61-62? Non sono forse possibili più che auguri. Anzitutto l'augurio che non siano frustrati dalle lunghe attese i provvedimenti annunciati od adottati a favore delle Università. Quindi un appello al potere legislativo dello Stato per l'approvazione del piano decennale di sviluppo della scuola e dei progetti di miglioramento economico del personale e di aumento del personale stesso di ogni categoria. Un appello al potere esecutivo ed agli organi amministrativi perchè all'approvazione delle leggi segua sollecita, tempestiva e completa l'applicazione, onde non accada che passino anni prima che stanziamenti per il riassetto scientifico ed edilizio si concretino nel versamento delle somme inerenti, o non giungano alla vigilia della data prefissa per l'esecuzione di certi provvedimenti le istruzioni ad essa necessarie.

Poi l'augurio agli studenti che ritornano per accingersi nuovamente alla non lieve fatica di un anno breve nel calendario delle lezioni, lungo per le appendici delle sessioni di esame. Auguro loro di riuscire a così ben disporre del proprio tempo da conciliare le esigenze della salute con quelle del successo negli studi, e ripeto il consiglio che ho sempre dato di seguire ininterrottamente le lezioni di tutti i corsi, anche quelle a primo aspetto meno utili, in modo da diluire nei sette mesi di lezione la fatica e non dover concentrare lo sforzo nei tre o quattro mesi degli esami.

Parecchi dei vostri compagni dello scorso anno, o studenti, non saranno in questo tra voi. La maggior parte degli assenti

ha scelto altra strada e non ci resta che augurar loro di avere imboccato questa volta la più confacente alle loro capacità ed inclinazioni.

Ma il nostro pensiero si rivolge invece mesto e reverente alla memoria di quelli che hanno chiuso prematuramente nel corso dell'anno la loro giovane promettente esistenza: Carlo Geranzani e Carlo Enrico Sacchi, laureandi elettrotecnici tra i più distinti; Maria Luisa Scagliotti, allieva del 1° anno di architettura; tutti e tre vittime di incidenti stradali. L'ombra sinistra delle tragedie causate dalla convulsa circolazione motorizzata si proietta purtroppo da qualche tempo anche su queste nostre relazioni annuali!

Un cordiale benvenuto alle nuove reclute che nei passati giorni hanno fatto ressa agli sportelli per conquistare il diritto di essere «matricole del Poli»; ed in particolare ai trenta diplomati degli istituti tecnici che in seguito ad una severa selezione stanno per essere ammessi alla Facoltà di Ingegneria. Certamente voi, periti e geometri, conoscete le discussioni che hanno avuto luogo negli ambienti scolastici, culturali, sindacali e parlamentari prima che fosse approvata la legge che vi ha dato la possibilità di accedere ai nostri corsi senza passare, come dovevano i periti e geometri che vi hanno preceduto, un esame di maturità.

Ora tocca a voi dimostrare che le preoccupazioni di quanti erano contrari al provvedimento legislativo non erano, almeno nei riguardi dei migliori, fondate e dovete dimostrarlo in due modi: col profitto negli studi e col completamento della vostra formazione umanistica. Nel primo compito avrete il nostro aiuto; non altrettanto nel secondo.

Venne più volte lamentato l'eccessivo tecnicismo da cui sarebbero affetti i nostri programmi. Ma d'altra parte si dovette riconoscere che difficilmente potrebbero trovarvi un posto degno discipline storico-filosofiche. Meglio incitare i giovani ad approfittare della vita culturale che anche a Torino si svolge abbastanza vivace ed intensa perchè essi possano trovare fuori di qui la soddisfazione dei loro interessi spirituali purchè ne sentano il bisogno.

Tanto più questo va detto a voi, giovani periti e geometri ed essendo stato io pure dubbioso sulla opportunità dell'ammissione, esprimo ora l'augurio che voi mi diate argomento per riconoscere di essermi sbagliato.

\*  
\* \*

Con questo augurio, che si aggiunge agli altri formulati per il prospero sviluppo della nostra centenaria istituzione e dopo aver doverosamente ringraziato le autorevoli persone che hanno accolto il nostro invito, dichiaro aperto l'anno accademico 1961-62, centesimo terzo dalla fondazione della scuola da cui ebbe origine il Politecnico. Prego il prof. Vittorio Cirilli, ordinario di Chimica applicata, di pronunciare il discorso inaugurale che egli ha preparato sul tema: Evoluzione storica della siderurgia.

## PROLUSIONE AI CORSI

DEL PROF. DOTT. VITTORIO CIRILLI  
professore ordinario di Chimica Applicata

### EVOLUZIONE STORICA DELLA SIDERURGIA

Non è ben noto a quale epoca della sua storia l'uomo abbia fatto conoscenza con il ferro. È certo però che già 3800 anni prima di Cristo il ferro non era ignoto dato che in tombe di sovrani egizi sono stati rinvenuti oggetti di ferro lavorato. La presenza di nichel nella lega dimostra l'origine meteorica del metallo e a tale origine si riferisce il nome *síderos*, che i greci gli avevano attribuito.

Gli inizi invece dell'estrazione del ferro dai minerali sono meno remoti; una data ci è indicata da un coltello di ferro fucinato rinvenuto nella piramide di Cheope, faraone egiziano della 4<sup>a</sup> dinastia vissuto circa 2600 anni avanti Cristo.

Omero nell'*Iliade* parla di oggetti e di armi di ferro forgiato ed Erodoto calcolava che Omero fosse vissuto intorno alla metà del IX secolo avanti Cristo.

Nelle regioni italiche la conoscenza del ferro e della sua lavorazione sembra debba essere assegnata a circa 1000 anni avanti Cristo.

I primi forni usati dagli antichi erano probabilmente simili a quelli già noti per la metallurgia dell'oro, dell'argento,

del rame, dello stagno. Si trattava con ogni probabilità di buche scavate nel terreno nelle quali si ammassava il materiale insieme a legna e più tardi a carbone di legna. La combustione era attivata dal vento e la temperatura era appena sufficiente a fondere le scorie le quali lasciavano così sul fondo una massa spugnosa di ferro che doveva essere battuta per eliminarne le scorie e per trasformarla in barra.

Gli Etruschi, che raggiunsero un alto livello nella lavorazione del ferro, costruivano dei cumoli a strati alternati di minerale e di carbone. Questi cumoli di forma conica, venivano poi ricoperti di argilla lasciando alcune aperture rivolte verso la direzione dominante dei venti e muniti di un foro per la fuoriuscita dei fumi. L'efficienza estrattiva del metodo era assai scarsa, non superiore al 10% del ferro contenuto nel minerale, come dimostra la composizione delle scorie residue di tali antiche lavorazioni.

I forni in muratura che si prestavano a varie lavorazioni successive, i cosiddetti forni catalani o bassi fuochi, sono posteriori di molti secoli. Comparvero verso il 1200 e segnarono veramente un passo avanti nella storia della siderurgia. Erano muniti di apparecchi di soffiatura, azionati a mano, e fu così possibile raggiungere temperature più elevate ed un più alto rendimento estrattivo.

Il peso dei blocchi di ferro divenne sempre più elevato, anche vicino al quintale, e sempre più faticosa quindi l'operazione di battitura; cominciarono allora a comparire i primi magli rudimentali che sostituirono la battitura con il martello.

Verso la fine del 1200 in Germania i forni estrattivi avevano raggiunto una certa mole, un'altezza di almeno cinque metri fuori terra, e nell'interno già si delineava il vano a due tronchi di cono, o di piramide, con le basi maggiori adiacenti, caratteristico dei moderni altiforni.

Alla stessa epoca, e sempre in Germania, si pensò di utilizzare la ruota idraulica per azionare i mantici, e la maggiore quantità di aria divenuta disponibile permise di raggiungere temperature più elevate, attorno a 1300°, e di ottenere in modo continuativo e non sporadico, come certamente era già avvenuto, l'uscita del metallo dal forno allo stato fuso. Fu questo un traguardo di grandissima importanza in quanto si rese possibile il funzionamento continuo dei forni. D'altra

parte invece di ottenere direttamente il ferro dal minerale come sino allora era avvenuto da secoli, dal forno usciva un prodotto intermedio, fragile allo stato solido ed assolutamente non lavorabile al maglio. Questo prodotto intermedio, la ghisa, fu considerato allora come ferro non perfettamente depurato che necessitava di una lavorazione successiva di affinazione per essere poi praticamente utilizzabile.

Siamo intorno all'anno 1300 e l'operazione di affinazione consisteva allora nel riscaldare la ghisa fusa, in presenza di una scoria, in forni analoghi ai bassi fuochi nei quali si manteneva però un'atmosfera ossidante, di tipo contrario cioè a quella operante nei forni di ottenimento della ghisa. Si vide allora che rimescolando la ghisa con la scoria il metallo diveniva sempre meno fluido con il progredire dell'operazione, trasformandosi in una massa pastosa che, estratta dal forno, si dimostrò analoga al ferro lavorabile al maglio degli antichi. Ogni operazione durava  $4 \div 5$  ore e permetteva di ottenere masselli di  $30 \div 40$  chilogrammi con la spesa di un lavoro massacrante e di una assai notevole quantità di combustibile.

A parte il crescere continuo delle richieste di ferro, nulla di notevole vi è da segnalare per alcuni secoli nell'evoluzione tecnica della siderurgia; sempre più difficile divenne invece l'approvvigionamento del combustibile che fino all'inizio del XVIII secolo continuò ad essere il carbone di legna. Questo uso del carbone di legna aveva già cominciato verso il XVI secolo ad essere per l'Europa, a causa della relativamente rapida industrializzazione, un grave intoppo per lo sviluppo della siderurgia e la devastazione delle foreste divenne in molte nazioni motivo di grande preoccupazione. Particolarmente gravi furono in Inghilterra gli attriti tra gli industriali del ferro e gli armatori essendo questi ultimi costretti dalla mancanza di legname ad acquistare le loro navi in Olanda. Nacque così la necessità di emanare leggi restrittive per impedire l'indiscriminata devastazione del patrimonio forestale, ma nello stesso tempo si cercò di controbilanciare la limitazione del combustibile con la coltivazione di sempre più vasti boschi cedui che d'altra parte permisero di ottenere carbone di migliore qualità.

Tentativi di economizzare il combustibile aumentando le dimensioni dei forni fallirono perchè il carbone di legna non

ha una resistenza meccanica sufficiente a sostenere una colonna di minerale di altezza superiore agli 8 metri e se il carbone viene frantumato dal troppo peso, cessa il tiraggio.

Di fronte a queste difficoltà l'attenzione cominciò a rivolgersi al carbon fossile, specialmente in Inghilterra dove esso era disponibile in grande quantità e da tempo usato a vari scopi.

È evidente che il carbon fossile non può essere immediatamente sostituito al carbone di legna dato l'elevato contenuto di zolfo che danneggerebbe il metallo.

Già verso la fine del 1600 era noto però che se si sottoponeva il carbon fossile ad un processo di combustione parziale analogo a quello usato per ottenere il carbone di legna, si otteneva un residuo, il coke, nel quale lo zolfo era in gran parte eliminato.

L'idea di utilizzare il coke per il funzionamento degli altiforni è dovuta ad Abraham Darby. Questi il 25 gennaio 1709 nella sua officina di Coalbrookdale lungo il fiume Severn, in una zona dove da molti anni erano coltivate miniere di carbone e di minerale di ferro, ottenne per primo quattro tonnellate di ghisa greggia usando come combustibile il coke di carbon fossile. È una data questa assai importante per l'industria siderurgica che vedeva così circa 250 anni fa dischiudersi la possibilità di una moderna tecnologia.

Il processo di transizione tra carbone di legna e coke fu graduale, anche in Inghilterra.

Nella prima metà del secolo l'uso del coke fu confinato a pochi forni e quasi esclusivamente limitato alla produzione di ghisa da getto, mentre per la produzione della ghisa di affinazione si continuò ad usare il carbone di legna. La ghisa ottenuta con il coke era infatti più impura e fragile e male si prestava alla conversione in ferro malleabile. Del resto il prezzo di 6 sterline per tonnellata della ghisa spedita nel gennaio del 1709 da Darby al porto di Bristol era alquanto inferiore al prezzo di 7 sterline e 15 scellini della ghisa da carbone di legna e ciò conferma la inferiore qualità del prodotto.

È solo verso la metà del 1700 che l'uso del nuovo combustibile si diffonde in Inghilterra e la ghisa ottenuta migliora in qualità così da essere più comunemente accettata.

Un ostacolo che si opponeva all'uso del coke era la sua maggiore difficoltà a bruciare, il che richiedeva alle macchine

soffianti un quantitativo di aria superiore a quello che i mantici di cuoio di allora erano capaci di erogare. Solo nel 1760 a Carron, in Inghilterra, furono messe in opera da John Smeaton le prime macchine soffianti con cilindri in ghisa. L'uso delle nuove macchine facilitò l'introduzione del coke nella siderurgia, cosicchè in Inghilterra nel 1790 erano in funzione solamente venticinque altiforni a carbone di legna contro ottantuno funzionanti a coke.

Tuttavia i migliori risultati nell'uso del coke in siderurgia furono ottenuti solamente quando James Watt riuscì a sostituire, nel funzionamento dei mantici, la sua macchina a vapore alle insufficienti ruote idrauliche. L'anno decisivo fu il 1775 quando Watt riuscì a trasferire la sua invenzione dal campo sperimentale in quello industriale.

L'uso del coke, per la più alta resistenza meccanica, permise la costruzione di forni di maggiori dimensioni e quindi più economici nella conduzione e rese l'industria siderurgica indipendente dalla limitazione dei disboscamenti. Inoltre, lo svincolo dalla ruota idraulica, che richiedeva la vicinanza di un corso d'acqua, permise di portare i forni in prossimità delle miniere e ciò abbassò i costi di produzione e consentì ai forni stessi una maggiore regolarità di marcia.

A seguito di questi perfezionamenti l'industria siderurgica inglese iniziò un periodo di rapido sviluppo raggiungendo una posizione di predominio tra le industrie siderurgiche del resto del mondo. Verso il 1750 la Svezia era infatti il più importante produttore di ferro con un tonnellaggio che era circa un terzo del totale. Dopo un secolo l'Inghilterra produceva la metà di tutto il ferro allora utilizzato nel mondo.

Le statistiche sulla produzione siderurgica mondiale del XVIII secolo non sono conosciute; nel caso della produzione inglese si hanno però a disposizione dei dati abbastanza esatti: nel 1720 erano in funzione 59 altiforni a carbone di legna con una produzione totale di 17.350 tonnellate all'anno; nel 1796 erano invece in funzione 121 altiforni, nella maggior parte alimentati a coke, con una produzione annuale di 124.897 tonnellate. In meno di un secolo la produzione media per altoforno era quindi passata da 294 tonnellate per anno a 1032 tonnellate.

Nel 1805 la produzione annuale inglese fu di 205.507 tonn. con una produzione media per altoforno di 1415 tonn.

Per gli altri paesi europei l'evoluzione dell'industria siderurgica era in ritardo di parecchi decenni, specie per la difficoltà di scardinare la prevenzione contro l'uso del coke, prevenzione che costringeva l'industria siderurgica entro i limiti dello sviluppo forestale.

Il governo inglese del resto non mancò di proteggere la propria industria con leggi severissime che punivano con la morte per impiccagione i colpevoli di propalazione dei segreti industriali. Anche la situazione politica rese difficile il passaggio sul continente della conoscenza dei progressi dell'industria siderurgica inglese; questi faranno il loro ingresso in Francia ed in Belgio verso il 1825 ed in Germania ed in Austria ancora più tardi, verso il 1850.

Un altro passo nella evoluzione della tecnica di produzione della ghisa fu il preriscaldamento dell'aria che permise di diminuire in modo sostanziale il consumo di combustibile. A quell'epoca un altoforno efficiente per produrre una tonnellata di ghisa consumava oltre otto tonnellate di coke.

James Neilson, direttore della fabbrica di gas illuminante di Glasgow, propose verso il 1830 di introdurre nell'altoforno aria preriscaldata. I risultati ottenuti sembrarono ai contemporanei quasi miracolosi, infatti preriscaldando l'aria intorno a 300° il consumo di combustibile scese a meno di due tonnellate e mezza, sempre per tonnellata di ghisa.

Un altro passo sostanziale nel perfezionamento della conduzione dell'altoforno fu compiuto ad opera dell'ingegnere di Stoccarda Achilles Christian von Faber du Faur che nel 1836 pensò di utilizzare per il preriscaldamento dell'aria il gas combustibile che in grande quantità si sviluppava alla bocca dell'altoforno. Faber du Faur riuscì ad innalzare fino a 500° la temperatura di preriscaldamento e tale temperatura era praticamente la massima che poteva essere sopportata, senza una usura eccessivamente rapida, dai serpentinei di ghisa entro i quali si faceva circolare l'aria.

Nel 1860 l'inglese Edward Alfred Cowper ideò il sistema a camere di preriscaldamento funzionanti alternativamente e tale sistema è ancora oggi in funzione. Fu così possibile innalzare fino a circa 900° la temperatura dell'aria e diminuire ulteriormente il quantitativo di coke consumato che è oggi normalmente inferiore ad una tonnellata per tonnellata di ghisa.

Contemporaneamente è aumentata enormemente la capacità produttiva degli altiforni che oggi elaborano senza difficoltà in un giorno tanta ghisa quanta ne produceva in Inghilterra alla fine del 1700 un altoforno in un anno.

Riguardo al processo di affinazione che dalla ghisa conduce al ferro fucinabile si deve dire che in realtà sino alla fine del 1700 nessun progresso degno di nota era stato fatto in quanto il ferro veniva ancora ottenuto con i metodi validi nel medioevo.

Un passo conclusivo fu infatti compiuto solo nel 1784 dall'inglese Henry Cort con l'invenzione del forno a pudellare. Questo forno nacque essenzialmente per la necessità di sganciare il processo di affinazione dall'uso del carbone di legna. D'altra parte il coke di carbone fossile conteneva un quantitativo di zolfo che se era accettabile nella produzione della ghisa avrebbe inquinato in modo grave il ferro fucinabile.

Cort ideò un forno nel quale il coke veniva bruciato su di un focolare a griglia mentre le fiamme riscaldavano per riverbero il materiale contenuto in una camera adiacente. La ghisa in tale modo fondeva e si liberava a spese dell'atmosfera ossidante dagli elementi estranei, come il carbonio, il silicio, il manganese trasformandosi lentamente in ferro. Dato che però quest'ultimo ha una temperatura di fusione nettamente superiore a quella della ghisa ed anche superiore alla temperatura che si poteva raggiungere nel forno, il processo di affinazione conduceva ad una massa pastosa che si doveva rimuovere faticosamente a mano. I masselli venivano poi passati attraverso ad un laminatoio a cilindri che era stato ideato dallo stesso Cort.

Il processo ebbe un rapido sviluppo sia perchè sganciava totalmente l'industria del ferro da quella del carbone di legna sia perchè rendeva inutile l'uso delle macchine soffianti sino ad allora indispensabili.

Sino al 1856 l'uso del forno a pudellare continuò indisturbato, malgrado alcuni tentativi infruttuosi di alleviare la fatica umana e malgrado esso si dimostrasse insufficiente a soddisfare la crescente richiesta di ferro.

L'11 agosto del 1856 Henry Bessemer legge in una seduta della « British Association for the advancement of Science » la sua nota sul « Modo di ottenere ferro malleabile e acciaio senza combustibile ». Questa relazione suscita un tale scalpore tra

i presenti che il « Times » la pubblica in modo completo nell'edizione del 14 agosto seguente. Nella sua nota Bessemer descrive in termini assai convincenti il risultato delle sue esperienze volte ad eliminare il carbonio e gli altri elementi estranei dalla ghisa insufflando in questa, allo stato fuso, aria fredda. L'ossidazione degli elementi estranei produceva una quantità di calore così elevata che la temperatura del bagno metallico aumentava in modo tale che, dopo poche decine di minuti, questo poteva essere facilmente colato. Bessemer a quell'epoca credeva erroneamente, che fosse la combustione del carbonio a svolgere la maggiore quantità di calore e credeva, anche questa volta erroneamente, che lo zolfo potesse essere eliminato come anidride solforosa. I vantaggi del metodo erano enormi poichè finalmente il ferro poteva essere colato come la ghisa e graduando, come diceva Bessemer, la durata del soffio d'aria si poteva ottenere acciaio di differente durezza a causa del differente tenore di carbonio contenuto. Inoltre non vi erano limitazioni circa le dimensioni delle colate, mentre a quell'epoca, in un forno a pudellare, non potevano essere lavorati altro che masselli del peso, ognuno, di  $35 \div 40$  Kg., ed a spese di un esasperante lavoro umano e di una grande quantità di combustibile. Bessemer, a suffragio del buon risultato delle sue esperienze, mostrò i campioni di acciaio ottenuti con il suo processo e questi si dimostrarono di eccellente qualità.

In poche settimane riuscì a vendere ben cinque licenze dei suoi brevetti che furono pagate, in totale, 27.000 sterline.

Disgraziatamente la messa in pratica del procedimento portò a risultati disastrosi; il metallo ottenuto si dimostrò fragile a freddo, del tutto non lavorabile a caldo e ben differente da quello che era stato mostrato alla riunione della « British Association. » Bessemer fu attaccato senza pietà dagli uomini della scienza e da quelli dell'industria e tacciato pubblicamente di essere un imbrogliatore; egli tuttavia non si scoraggiò e intraprese una vasta serie di esperienze per scoprire il perchè dell'insuccesso. Intanto, insieme ai suoi associati, ricoprì i brevetti perdendo nel cambio ben 5.000 sterline.

Per comprendere le difficoltà tra le quali Bessemer si dibattè in tre anni di frenetico lavoro per condurre al successo il processo al convertitore sarà bene fare una breve rassegna

di quelle che erano allora le conoscenze nel campo scientifico strettamente attinente alla siderurgia.

A quell'epoca perfino la differenza tra ghisa ed acciaio non era chiara ed univoca quale è per noi oggi; la ghisa era il prodotto che si otteneva per riduzione del minerale nell'altoforno, per acciaio si intendeva invece il ferro fucinato indurito superficialmente a mezzo di un processo di cementazione. In tal modo si indurivano già nell'antichità le punte (*acies*) delle armi.

L'acciaio allo stato liquido per fusione è stato prodotto in grande quantità solo dopo l'invenzione del convertitore, mentre in quantitativi assai piccoli era stato ottenuto per la prima volta nel 1740 dall'orologiaio di Sheffield, Benjamin Huntsman, fondendo in un crogiolo il ferro cementato.

Il materiale così ottenuto aveva mostrato qualità sino allora ignote e aveva messo la siderurgia inglese in posizione di grande prestigio, anche perchè leggi assai severe impedivano che il segreto del procedimento fosse rapidamente divulgato sul continente. Da allora, per esempio, i rasoi furono fabbricati unicamente in acciaio inglese.

All'epoca del brevetto di Bessemer nulla si sapeva non solo del diagramma di stato ferro-carbonio, ma la stessa metallografia era del tutto ignorata. L'uso del microscopio per l'osservazione in luce incidente di provini metallici previamente lucidati e sottoposti ad attacco chimico ebbe inizio infatti solo nel 1864 ad opera dell'inglese Henry Clifton Sorby, appartenente ad una famiglia di coltellinai di Sheffield. Del resto le osservazioni di Sorby restarono pressochè ignorate dai contemporanei fino a quando non furono riprese e sviluppate nel 1878 da Adolf Martens, ingegnere delle ferrovie prussiane e poi direttore dell'Istituto sperimentale di Charlottenburg.

Solo dopo che il fisico-matematico Josiah Willard Gibbs nel 1874 ebbe posto le basi della sua « regola delle fasi » fu possibile a Floris Osmond, a William Roberts-Austen, a Hendrik Bakhuis-Roozeboom, a Henry Le Chatelier chiarire il complicato sistema ferro-carbonio e porre su basi ben definite la differenza tra ghisa e acciaio. Ma siamo per questo giunti all'inizio di questo secolo.

Anche la chimica analitica per quanto riguardava i prodotti siderurgici era assai arretrata. All'epoca di Bessemer normal-

mente si valutava il quantitativo di carbonio contenuto nella lega dall'intensità del colore bruno che assumeva la soluzione in acido nitrico. Un metodo per determinare con maggiore precisione il carbonio per via umida, per ossidazione con l'acido cromico, fu messo a punto da Ullgren nel 1862, ma l'attuale, rapido metodo di combustione a temperatura elevata divenne di uso corrente solo nei primi anni di questo secolo. Per una determinazione abbastanza esatta dello zolfo si deve attendere il metodo proposto nel 1896 da Schulte; la determinazione del fosforo fu invece assai difficile fino a quanto Sonnenschein nel 1851 scoprì l'acido fosfomolibdico e ne studiò i suoi sali.

Non penso che sia il caso di proseguire in questa disamina per ricordare in quali difficoltà si dibatterono i tecnici dell'epoca ma ritengo non si possa passare sotto silenzio che la misura delle alte temperature divenne agevole solo dopo che, nel 1891, Henry Le Chatelier inventò il termoelemento a platino-platinorodio. Gli stessi coni che portano il nome del loro inventore Herman August Seger furono proposti come mezzo tecnico per misurare le temperature elevate solo nel 1886. Sempre all'epoca di Bessemer, le temperature elevate venivano normalmente misurate nella pratica osservando quanto si riscaldava una nota quantità di acqua allorchè in essa veniva immersa una sfera di platino, o di rame, messa preventivamente in equilibrio nell'ambiente del quale si voleva determinare la temperatura.

Il breve quadro fin qui fatto spero possa avere reso chiaro il clima scientifico nel quale si muoveva Bessemer. Questi, d'altra parte, era piuttosto ignorante nel campo della metallurgia, della quale sino ad allora si era solo scarsamente interessato. Così infatti scrive egli stesso in una autobiografia:

« La mia conoscenza della metallurgia era a quei tempi molto limitata, e consisteva unicamente di quei fatti che un ingegnere deve assolutamente osservare in una fonderia od in una bottega di fabbro-ferraio; ma ciò era in un certo senso un vantaggio poichè non avevo nulla da disimparare. La mia mente era aperta e libera di ricevere ogni nuova impressione, senza dovere combattere contro i pregiudizi che una lunga pratica di operazioni di *routine* non può mancare di creare ».

Questa ignoranza, che pure permise a Bessemer di inventare un metodo rivoluzionario per la produzione dell'acciaio, fu però la principale causa degli insuccessi iniziali e della grande mole di lavoro che fu poi necessaria per portare al successo il procedimento.

Le esperienze erano state infatti iniziate usando una ghisa acquistata a caso in un magazzino di Londra che, sono parole di Bessemer, « fu accettata come una ghisa qualsiasi, senza sospettare che la ghisa di altre produzioni potesse essere così differente e dare risultati così contrari ».

Per caso egli aveva infatti eseguito i primi, brillanti esperimenti su di una ghisa, importata dalla Svezia, che era particolarmente ricca di silicio e di manganese e povera di zolfo e fosforo, il contrario di ciò che normalmente avveniva nelle ghise allora prodotte in Inghilterra. Fu solo a seguito di affannose ricerche di Bessemer e di vari collaboratori, tra i quali è da ricordare in modo particolare lo svedese Göran Frederick Göransson, che si giunse alla definitiva messa a punto del processo ed a una sufficiente comprensione di questo dal punto di vista scientifico.

Veramente non si può parlare del processo al convertitore senza ricordare l'opera di un altro inglese, Robert Forester Mushet. Si deve infatti a questi l'uso della ghisa speculare (una lega di ferro, manganese e carbonio) nella disossidazione dell'acciaio. Robert Mushet intraprese i suoi studi quando ebbe notizia degli insuccessi del nuovo procedimento e subito immaginò, anche a seguito di precedenti esperienze, che l'aggiunta della ghisa speculare avrebbe operato facilmente la disossidazione del bagno per la maggiore affinità dell'ossigeno con il manganese, per la scarsa solubilità dell'ossido manganoso nel bagno e per la sua facilità a formare una scoria silicea.

Il carbonio contenuto nella ghisa speculare, se dosato opportunamente, avrebbe permesso inoltre di ottenere un acciaio con costanti proprietà meccaniche. Mushet aveva anche certamente intuito che con il metodo di Bessemer era impossibile eliminare sia lo zolfo che il fosforo e che era pertanto indispensabile partire da ghise che non ne contenevano.

Quando Bessemer seppe dei risultati favorevoli delle esperienze di Mushet si recò spesso a trovarlo sperando di

avere notizia del metodo e di giungere ad un accordo. Mushet rifiutò ritenendosi legato ad un'altra società, e non avendo provveduto in modo adeguato a salvaguardarsi con brevetti, non ebbe alcuna possibilità legale di difendersi presso Bessemer quando questi, probabilmente per via del tutto indipendente, giunse ai medesimi risultati.

Nei giorni 10 e 17 maggio 1859 Bessemer poté finalmente leggere davanti ai soci della « Institution of Civil Engineers » di Londra la storia dei perchè dei precedenti insuccessi, di descrivere lo stato attuale del processo e presentare i nuovi campioni di acciaio.

Non si deve credere che la sostituzione del ferro pudellato con l'acciaio sia stata immediata; per esempio, l'uso di lamiere fatte in acciaio divenne comune da parte dei costruttori navali inglesi solo nel 1863 a seguito di una norma dei Lloyds secondo la quale per le navi costruite in acciaio era ammesso il 20% in meno di peso di metallo.

Grande sviluppo derivò al nuovo processo anche dalla crescente richiesta delle ferrovie, specie dopo che alcune rotaie messe in opera nel 1862 a scopo sperimentale ebbero dato risultati eccellenti. In Francia il processo Bessemer si sviluppò rapidamente dopo il 1862; la società Krupp costruì il primo convertitore in Germania nel 1860. Negli Stati Uniti il primo convertitore entrò in funzione nel 1864.

A seguito di oculati accordi finanziari Bessemer, che aveva progettato e descritto con accuratezza anche il macchinario necessario per la realizzazione industriale del processo, accumulò rapidamente una grande ricchezza. Fu presidente dell'« Iron and Steel Institute » e come tale appoggiò autorevolmente la candidatura, alla medaglia che portava il suo nome e che era stata istituita per onorare gli scienziati che avevano contribuito in modo sostanziale allo sviluppo della metallurgia, di Robert Mushet. Questi fu il terzo a ricevere la medaglia; essendo caduto in gravi difficoltà finanziarie Bessemer lo aiutò con una pensione a vita di 300 sterline annue.

Bessemer morì nel 1898, ottantacinquenne.

Contemporaneo al brevetto del 1856 relativo al convertitore è un altro brevetto che doveva avere un enorme interesse nel campo della fabbricazione dell'acciaio. È quello richiesto il 2 dicembre 1856 all'« Office of the Commissioners

of Patents » inglese da Friedrich Siemens con il titolo « Improved Arrangement of Furnaces, which Improvements are applicable in all Cases where great Heat is required ».

In questa richiesta il più giovane dei celebri fratelli Siemens, molto brevemente ma assai chiaramente, descrive il processo di ricupero del calore a mezzo di camere di rigenerazione, ponendo le basi per la costruzione di forni industriali funzionanti a temperatura assai elevata.

Era l'epoca della scoperta di Bessemer, e Friedrich Siemens pensò subito di utilizzare il suo metodo per produrre acciaio fuso, sperando che il ricupero del calore avrebbe consentito tali risparmi da poter fare concorrenza all'acciaio al convertitore. Aiutato dal fratello Wilhelm, che certo ebbe una parte attiva in tutto il seguito delle ricerche, e sostenuto finanziariamente dal più celebre fratello Werner, Friedrich Siemens costruì il suo primo forno a Sheffield presso un fabbricante di acciaio, tale Atkinson.

I vantaggi del metodo di rigenerazione furono così evidenti nel raggiungimento di temperature elevate che non solo fuse l'acciaio ma crollò anche tutto il forno.

Dopo vari altri insuccessi, dovuti tutti alla cattiva resistenza del materiale refrattario, Friedrich Siemens, sfiduciato, pensò di applicare il suo metodo alla lavorazione di materiali che fondevano più facilmente. Si dedicò così con grande successo all'industria del vetro; nel 1870, a giudizio del fratello Werner, era il più grande fabbricante di vetro della Germania.

La notizia del brevetto inglese e delle esperienze eseguite venne però all'orecchio di due francesi, Emile Martin e suo figlio Pierre, piccoli industriali siderurgici di Sireuil, presso Angoulême. Questi lamentavano che i loro forni non raggiungevano una temperatura sufficiente per assicurare una perfetta saldatura dell'acciaio e chiesero per questo consiglio ed aiuto a Wilhelm Siemens. L'accordo fu raggiunto amichevolmente come dimostra una lettera del 26 marzo 1863 assai dettagliata per quanto riguarda le *redevances* dovute.

Il forno fu costruito sotto la direzione di tecnici inviati da Siemens e come materiali si usarono questa volta refrattari silicei cementati a mezzo di sabbia quarzosa.

L'8 aprile 1864 Pierre Martin riuscì per la prima volta a fondere l'acciaio in un forno a ricupero; è questa una data di

grande rilievo nella storia della siderurgia poichè è con tale metodo che si è in seguito fabbricato la più grande quantità di acciaio.

L'operazione di fusione veniva eseguita dai Martin fondendo inizialmente, sulla pigiata silicea del forno, la ghisa; si aggiungevano poi masselli di ferro pudellato ed anche rottami di ferro. Il bagno di ghisa, fondendo a temperatura relativamente bassa, facilitava l'operazione e d'altra parte il refrattario siliceo permetteva il funzionamento del forno a temperature ben più elevate di quelle che era stato possibile raggiungere, nelle esperienze precedenti dei Siemens, con refrattari silico-alluminosi.

Nella storia della siderurgia questa è anche la prima volta che i rottami di ferro, che ormai venivano accumulandosi in modo preoccupante, trovano il modo di essere recuperati e rimessi in ciclo. Nasceva così una siderurgia secondaria che si sarebbe in seguito enormemente sviluppata seguendo i progressi della siderurgia primaria.

I Martin compresero immediatamente l'importanza del risultato da loro conseguito e il 10 agosto 1864 chiesero il rilascio di un brevetto valevole in Francia ed il 15 agosto un altro valevole per l'Inghilterra, senza accordarsi in alcun modo con i Siemens. Pochi anni dopo, il 20 settembre 1867, presero un altro brevetto riguardante l'uso della ghisa speculare per la disossidazione finale del bagno, ponendo così le basi del processo quale è ancora oggi seguito.

I Martin riconobbero la parte avuta da Wilhelm Siemens in un contratto stipulato il 3 novembre 1866; è certo però che in seguito l'accordo sulla divisione dei meriti tra i due francesi ed il tedesco non è sempre stato perfetto ed anzi parecchi sono stati i contrasti. In ogni modo in occasione della Esposizione mondiale di Parigi del 1867 i Martin, in riconoscimento dei loro meriti, ebbero la medaglia d'oro, Wilhelm Siemens un grosso premio, e Friedrich Siemens, che era forse il più meritevole di tutti, non ebbe assolutamente nulla.

Questo trattamento sembrò ingiusto anche all'interno della famiglia Siemens e Karl, un cugino, manifestò in una lettera il suo dispiacere a Werner Siemens lamentando che Wilhelm non avesse associato il nome del fratello nel progetto del forno.

Il processo Martin-Siemens si diffuse rapidamente sul continente, specie in Germania, dove il primo forno fu costruito fra il 1868 e il 1870 a Berlino-Moabit. Alla fine della guerra franco-tedesca erano però già in funzione ben undici forni.

L'industria dei Martin a Sireuil si trovò invece in grosse difficoltà finanziarie e dovette essere chiusa. Pierre Martin avrebbe finito i suoi giorni in grande miseria in una soffitta della periferia di Parigi se, ormai ottantacinquenne, nel 1910 non fosse stato soccorso con una pensione. Nel 1915 fu insignito della medaglia Bessemer; morì nel maggio dello stesso anno, un anno dopo Friedrich Siemens.

Wilhelm Siemens, insignito del titolo di baronetto dalla Regina Vittoria, morì a Londra nel 1883.

Per valutare la grandiosità della rivoluzione apportata da questi uomini nell'industria siderurgica penso sia sufficiente ricordare che l'attuale produzione mondiale dell'acciaio ottenuto con il processo Martin-Siemens è all'intorno di 150 milioni di tonnellate all'anno.

Per completare il ciclo che iniziatosi circa cento anni or sono ha portato la siderurgia all'attuale stadio di progresso non si può fare a meno di ricordare il processo di defosforizzazione di Thomas e Gilchrist. È noto infatti che essendo il convertitore di Bessemer costruito con refrattari acidi esso non poteva affinare ghise contenenti fosforo e ciò era una grave limitazione per l'uso di grandi quantità di minerali di ferro facilmente reperibili, specie nel centro Europa. Il problema, dopo vari tentativi dello stesso Bessemer, di Alfred Krupp e di altri che qui non conta ricordare fu risolto da Sidney Thomas e dal suo cugino Percy Gilchrist che chiesero il primo brevetto del loro processo nel novembre del 1877. Thomas, costretto per la morte del padre ad interrompere gli studi, si guadagnava da vivere come cancelliere in un commissariato di polizia di Londra e dedicava il suo tempo libero allo studio della chimica. Dal professor George Chaloner udì un giorno questa frase: « Colui che troverà il modo di allontanare il fosforo nel processo di Bessemer farà la sua fortuna » e da allora questo pensiero non lo abbandonò più.

Insieme al cugino, che era chimico presso una società siderurgica del Galles del sud, e con l'appoggio della direzione

della società, intraprese una lunga serie di esperienze che lo portarono a sostituire il refrattario acido con un altro a base di calce o di magnesio e poi, più tardi, con dolomite calcinata.

Thomas ebbe però poco tempo per godere i frutti del suo lavoro; colpito da una grave malattia morì appena trentacinquenne a Parigi nel 1885.

La sostituzione della suola acida dei forni Martin-Siemens con una suola basica di composizione analoga a quella indicata da Thomas iniziò intorno al 1879 senza che alcun brevetto sia stato rivendicato. La volta dei forni continuò ad essere costruita con refrattari silicei sino a quando nel 1930 si iniziarono le prime prove per sostituire tali refrattari con altri a base di ossido di magnesio e di cromite. Ancora al giorno d'oggi vengono usate le volte dei due tipi senza che si possa concludere sulla supremazia dell'uno o dell'altro tipo di costruzione.

Con il processo Martin-Siemens viene prodotto al giorno d'oggi circa il 50% dell'acciaio nel mondo; per la sua maggiore flessibilità, per la possibilità di utilizzare il rottame e per la migliore qualità dei prodotti esso ha infatti superato i processi al convertitore.

Deve però dirsi che in questi ultimi anni, specie dopo i risultati favorevoli ottenuti in Austria intorno al 1950 nelle acciaierie di Linz e di Donawitz, si sta largamente affermando l'uso di convertitori basici soffiati ad ossigeno, capaci di fornire acciaio di qualità equivalente a quella dell'acciaio Martin-Siemens e capaci anche di elaborare limitate quantità di rottame.

Non è possibile, in una pur breve rassegna dell'evoluzione dei processi siderurgici, non ricordare l'applicazione a questi dell'energia elettrica e le importanti realizzazioni che sono legate ai nomi di Wilhelm Siemens, dell'italiano Emilio Stassano che ottenne nel 1898 ghisa ed acciaio con forni ad arco, e di Paul Herault che brevettò nel 1900 un forno, anche questo ad arco, per produrre acciaio. Attualmente all'interno della Comunità O.E.C.E. la produzione al forno elettrico rappresenta circa l'11% della produzione totale di acciaio, mentre la produzione al convertitore basico è attorno al 37% e quella al forno Martin-Siemens è poco meno del 50%.

Non posso anche non accennare ai tentativi che si stanno facendo in questi ultimissimi anni per istituire una siderurgia primaria capace di aggirare l'altoforno e ciò allo scopo principale di ottenere sia rottame artificiale sia polveri di ferro da destinarsi allo stampaggio di parti di macchina.

Abuserei troppo della cortesia dei già troppo pazienti uditori se solo accennassi ai possibili sviluppi di tali importanti procedimenti.

Sarà invece più interessante per noi ricordare quali fossero le condizioni della siderurgia in Italia cento anni fa e poter così meglio valutare quale immenso sforzo sia stato compiuto in questo secolo di unità.

È opportuno riferirsi ai risultati pubblicati nel 1864 da una Commissione costituitasi per ordine del generale Menabrea, nel 1861 ministro della Marina del governo italiano. Apprendiamo così che a quell'epoca si producevano circa 27.000 tonnellate di ghisa all'anno, 3.500 tonnellate di getti e 19.000 tonn. di ferro lavorato. Gli impianti comprendevano:

- 44 altiforni per ghisa
- 440 bassi fuochi di tipo catalano o simili
- 80 fuochi contesi
- 30 forni a pudellare
- 30 treni di cilindri laminatori.

Gli impianti siderurgici italiani erano quindi largamente superati ed assolutamente non in condizione di reggere la concorrenza. In Inghilterra, in Germania, in Francia l'altoforno a coke si era infatti ormai completamente affermato e il processo a pudellaggio veniva sostituito con quello al convertitore.

Tale disparità di livello tecnico spiega perchè mai negli anni che seguirono, la produzione di ghisa continuò a diminuire fino ai primi anni di questo secolo. I forni da ghisa, alimentati a carbone di legna, erano circa 30 nel 1870 con una produzione di circa 25.000 tonn., erano solamente 12 nel 1887 con una produzione di circa 8.800 tonn., e nel 1896 erano solamente quattro. Il crescente fabbisogno di ghisa veniva soddisfatto con l'importazione dall'estero ma in compenso continuava l'esportazione di minerale di ottima qualità dall'isola d'Elba.

Il primo convertitore Bessemer fu impiantato a Piombino nel 1860, ma l'iniziativa fu sfortunata a causa della difficoltà

di ottenere ghisa liquida di adatta composizione. Abbastanza rapida, e più fortunata, fu invece l'introduzione dei forni Martin-Siemens. Questi erano già in numero di 21 nel 1890 e salirono a 40 nel 1898, e la produzione di acciaio che era di circa 3.600 tonn. nel 1881, era salita, agli inizi di questo secolo, ad oltre 100.000 tonn. all'anno.

Tra il 1900 ed il 1910 la siderurgia italiana comincia ad assumere una fisionomia moderna con l'introduzione di altiforni a coke, con lo sviluppo dell'acciaieria Martin-Siemens e di quella al forno elettrico. Giovò in particolare a questo sviluppo la riunione di impianti frazionati in numerosissimi centri in altri di maggiore mole e meglio ubicati.

All'inizio della prima guerra mondiale l'Italia disponeva di otto altiforni a coke e di tre a carbone di legna, settanta forni Martin-Siemens ed una ventina di forni elettrici. La produzione annuale di ghisa era di circa mezzo milione di tonnellate e più che doppia quella dell'acciaio.

Il periodo bellico costrinse l'industria siderurgica ad un affannoso processo produttivo che certo non giovò ad un razionale sviluppo e grave fu la crisi del dopoguerra. Pur tuttavia, negli anni che precedettero l'ultimo conflitto, notevole è stato lo sforzo compiuto nella modernizzazione degli impianti e di rilievo lo sviluppo di quelli funzionanti a ciclo integrale.

Nel 1938 la produzione annuale italiana di acciaio è stata di 2.323.000 tonnellate su una produzione totale nel mondo di 108.600.000 tonn. Lo scorso anno 1960, circa un secolo dopo la relazione della Commissione Menabrea, la nostra produzione di acciaio è stata di 8.229.000 tonn. contro un tonnellaggio mondiale di 341.500.000 tonn. e quindi circa triplo di quello del 1938.

La nostra produzione è ripartita tra i vari procedimenti di fabbricazione all'incirca in questo modo:

- acciaio al forno Martin-Siemens 56%
- acciaio al forno elettrico 38%
- acciaio al convertitore 6%

La nostra produzione di ghisa nel 1960 è stata di 2.716.000 tonn.

Mentre risulta evidente il recente, notevolissimo sviluppo della nostra produzione, non si può fare a meno di notare che

la scarsità di minerale e la totale mancanza di carbone coke nel nostro Paese costringe tuttora la nostra siderurgia alla utilizzazione di quantità eccessive di rottame. Infatti l'attuale produzione di acciaio è circa per il 70% derivata da rottame mentre in Francia, per esempio, tale percentuale è solo del 20%.

È confortante però la certezza che entro i prossimi anni, con la costruzione di nuovi complessi siderurgici a ciclo integrale e con il potenziamento di quelli esistenti, questa situazione di inferiorità verrà sensibilmente attenuata e ciò è indispensabile per un Paese come il nostro con una economia in rapida ascesa.

Infatti, cessata la disponibilità eccezionale conseguente alla guerra, il rottame tende sempre di più ad essere utilizzato nei Paesi di origine, mentre il mercato internazionale diviene sempre più difficile e sempre più sensibile ai diversi fattori economici e politici.

È da sperare che lo stato di sperequazione tra nazioni ricche di materie prime e quelle che disgraziatamente non sono possa essere alleggerito da una sempre minore incidenza del costo dei trasporti e dall'affermarsi dei tanto auspicati concetti di collaborazione tra i popoli.

VITTORIO CIRILLI



# DIRETTORI E RETTORI DEL POLITECNICO DALLA SUA FONDAZIONE



## DIRETTORI E RETTORI DEL POLITECNICO DALLA SUA FONDAZIONE

già **R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri** (*Legge 13 novembre 1859, n. 3725 [L. Casati]*);

**R. Politecnico** (*Legge 8 luglio 1906, n. 321*);

**R. Scuola d'Ingegneria** (*R. D. 30 settembre 1923, n. 2102*);

**R. Istituto Superiore d'Ingegneria** (*R. D. 21 agosto 1933, n. 1592 [T. U.]*);

e di nuovo **R. Politecnico** (*R. D. 29 luglio 1937, n. 1450*);

**Politecnico** (*2 giugno 1946*).

### DIRETTORI

† PROSPERO RICHELMY (1860-1880).

Nato a Torino il 28 luglio 1813, morto a Torino il 13 luglio 1884. Laureato Ingegnere all'Università di Torino nel 1833; nella stessa Università dal 1838 Dottore aggregato alla Facoltà di Scienze fisiche e matematiche e dal 1850 Professore d'Idraulica. Dal 1860 Professore di *Meccanica applicata* e di *Idraulica pratica* nel Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri.

† GIULIO AXERIO - Incaricato (1880).

Nato a Rima di S. Giuseppe (Vercelli) nel 1830, morto a Torino il 5 gennaio 1881. Laureato Ingegnere civile all'Università di Torino nel 1852. Dapprima insegnante nell'Istituto Privato « Rosellini » di Torino; dal 1856 Ingegnere nel R. Corpo delle Miniere. Direttore del R. Museo Industriale Italiano di Torino dal settembre 1880.

† GIACINTO BERRUTI (1881-1882).

Nato ad Asti nel 1837, morto in Torino l'11 marzo 1904. Laureato Ingegnere idraulico e Architetto civile all'Università di Torino nel 1859. Dal 1861 Ingegnere nel R. Corpo delle Miniere; nel 1861 Direttore dell'Officina governativa delle Carte-Valori in Torino; nel 1872 Ispettore generale delle Finanze. Dal 1881 Direttore del R. Museo Industriale Italiano di Torino.

† GIOVANNI CURIONI (1882-1887).

Nato a Inverio Inferiore (Novara) l'8 dicembre 1831, morto a Torino il 1° febbraio 1887. Laureato Ingegnere idraulico e Architetto civile all'Università di Torino

nel 1855. Assistente di Costruzioni, Architettura e Geometria pratica al Politecnico di Torino nel 1861, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri; Dottore aggregato alla Facoltà di Scienze fisiche matematiche e naturali dell'Università di Torino nel 1862. Professore di *Costruzioni civili idrauliche e stradali* nel Politecnico di Torino, allora Scuola di Applicazione per gli Ingegneri, dal 1866. Deputato al Parlamento per il Collegio di Borgomanero dal 1878.

† ALFONSO COSSA (1887-1902).

Nato a Milano il 3 novembre 1833, morto a Torino il 23 ottobre 1902. Laureato in Medicina e Chirurgia all'Università di Pavia nel 1856 e Assistente, nella stessa, di Chimica generale dal 1857 al 1861. Professore di Chimica e Direttore nell'Istituto Tecnico di Pavia dal 1861 al 1866, quindi in quello di Udine. Nel 1871 Direttore della Stazione agraria di Torino, poi Direttore e Professore nella Scuola superiore di Agricoltura di Portici, di nuovo Direttore e Professore di Chimica agraria alla Stazione agraria di Torino, ed infine Professore di Chimica generale e di Chimica mineraria nel R. Museo Industriale Italiano di Torino. Dal 1882 Professore di *Chimica docimastica* nel Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri.

† ANGELO REYCEND - Incaricato (1902-1905).

Nato a Torino il 27 gennaio 1843, morto a Torino il 26 novembre 1925. Laureato Ingegnere civile al Politecnico di Torino nel 1865, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri. Incominciò con l'insegnare Disegno nelle Scuole medie di Torino. Fondò la Scuola di Arti e Mestieri di Torino, della quale fu Presidente; come pure in Torino fu Presidente della fiorentissima Scuola S. Carlo, oggi Scuole tecniche operaie S. Carlo, e fondò la Scuola professionale di Costruzioni edilizie che porta il suo nome. Professore di *Architettura* nel Politecnico di Torino dal 1877 al 1919.

† GIAMPIETRO CHIRONI - R. Commissario (1905-1906).

Nato a Nuoro il 5 ottobre 1855, morto a Torino il 1° ottobre 1918. Laureato in Giurisprudenza nel 1876 all'Università di Cagliari, ove fu dal 1879 Dottore aggregato per il Diritto romano e civile. Dal 1881 Professore di *Diritto civile* nella Università di Siena; dal 1885 in quella di Torino, ove fu altresì Rettore dal 1903 al 1906. Fu il primo Direttore dell'Istituto di studi commerciali (oggi Facoltà di Scienze economiche e commerciali) di Torino. Deputato al Parlamento per il Collegio di Nuoro dal 1892 al 1895; Senatore del Regno dal 1908.

† VITO VOLTERRA - R. Commissario (1906).

Nato ad Ancona il 3 maggio 1860, morto a Roma l'11 ottobre 1940. Iniziati gli studi universitari alla Facoltà di Scienze fisiche matematiche e naturali, dall'Università di Firenze, si trasferì nel 1878 all'Università di Pisa, ove, ammesso nel 1880 a quella Scuola normale superiore, si laureò in Fisica nel 1882 e nel 1883 divenne Professore di *Meccanica razionale*. Nel 1892 passò al medesimo insegnamento nell'Università di Torino e nel 1900 fu chiamato all'Università di Roma alla cattedra di *Fisica matematica*, che tenne fino al 1931. Senatore del Regno dal 1905.

† ENRICO D'OVIDIO - (1906-1922).

Nato a Campobasso l'11 agosto 1843, morto a Torino il 21 marzo 1933. Dal 1863 Insegnante di Matematica nella R. Scuola di Marina, poi nel R. Liceo Principe Umberto di Napoli. Nel 1868 laureato « ad honorem » in Matematica alla Università di Napoli. Dal 1872 al 1918 Professore di *Algebra e geometria analitica* nell'Università di Torino, ove fu, altresì, Rettore dal 1880 al 1885. Lo stesso insegnamento tenne per incarico nel Politecnico di Torino dal 1908 al 1913. Senatore del Regno dal 1905.

GUSTAVO COLONNETTI (1922-1925).

Nato a Torino l'8 novembre 1886. Laureato Ingegnere civile nel 1908 e diplomato in Elettrotecnica nel 1909 al Politecnico di Torino; libero docente di Scienza delle costruzioni nel 1910; laureato in Matematica all'Università di Torino nel 1911; Dottore « honoris causa » delle Università di Toulouse, Lausanne Poitiers e Liège. Dal 1908 Assistente di Scienza delle costruzioni, statica grafica e costruzioni stradali e idrauliche nel Politecnico di Torino. Dal 1911 Professore di Meccanica applicata alle costruzioni nella Scuola superiore navale di Genova e dal 1915 nella Scuola d'Ingegneria di Pisa, di cui fu Direttore dal 1918 al 1920, nel quale anno passò al Politecnico di Torino come Professore di *Meccanica tecnica superiore*, poi di *Scienza delle costruzioni*. Presidente emerito del Consiglio Nazionale delle Ricerche; Accademico Pontificio; Socio Nazionale dell'Accademia dei Lincei; Socio dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio corrispondente dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; Membro corrispondente de l' « Institut de France » (Académie des Sciences), Officier de la Légion d'honneur.

† FELICE GARELLI (1925-1929).

Nato a Fossano (Cuneo) il 16 luglio 1869, morto a Torino il 21 marzo 1936. Segui i Corsi di Chimica nel R. Museo Industriale Italiano di Torino, conseguendovi nel 1887 l'abilitazione all'insegnamento della Chimica e Fisica applicate. Laureato in Chimica all'Università di Bologna nel 1891, vi fu dal 1895 Assistente di Chimica generale, per la quale materia, nel 1896, conseguì la libera docenza e divenne Professore nella Libera Università di Ferrara. Dal 1903 Professore di *Chimica tecnologica* nella Scuola d'Ingegneria di Napoli, dalla quale passò nel 1911 al Politecnico di Torino come titolare della stessa materia, poi di *Chimica industriale inorganica ed organica*.

† GIUSEPPE ALBENGA (1929-1932).

Nato a Incisa Scapaccino (Asti) il 9 giugno 1882, morto a Torino il 19 gennaio 1957. Laureato Ingegnere civile nel 1904 al Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri, ove fu Assistente di Scienza delle costruzioni dal 1904 al 1914, dal quale anno fu Professore di Costruzioni stradali e ferroviarie alla Scuola d'Ingegneria di Bologna e dal 1916 al 1918 a quella di Pisa. Dal 1919 al 1928 Professore di Meccanica applicata alle costruzioni, poi di Scienza delle costruzioni alla Scuola d'Ingegneria di Bologna. Dal 1928 Professore nel Politecnico di Torino, allora Scuola d'Ingegneria, prima di *Teoria dei ponti* poi di *Ponti e tecnica delle costruzioni* ed infine di *Costruzioni in legno, ferro e cemento armato*. Colonnello di Complemento del Genio aeronautico. Medaglia d'oro dei Benemeriti della Scuola della Cultura e dell'Arte.

† CLEMENTE MONTEMARTINI (1932-1933).

Nato a Montù Beccaria (Pavia) il 12 giugno 1863, morto a Milano il 28 giugno 1933. Laureato in Fisica all'Università di Pavia nel 1885; Assistente di Chimica docimastica nel Politecnico di Torino nel 1886, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri; conseguì la libera docenza in Chimica fisica nel 1893. Assistente presso la Facoltà di Scienze fisiche matematiche e naturali dell'Università di Roma dal 1894, prima di Chimica generale e poi di Chimica farmaceutica. Nel 1902 Professore di *Chimica docimastica* nella Scuola d'Ingegneria di Palermo, dalla quale, alla fine del 1903, passò al Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri, come titolare della stessa materia.

† GIANCARLO VALLAURI (1933-1938).

Nato a Roma il 19 ottobre 1882, morto a Torino il 7 maggio 1957. Ufficiale di Stato Maggiore della R. Marina dal 1903. Laureato Ingegnere industriale nel 1907 e diplomato in Elettrotecnica nel 1908 dalla Scuola d'Ingegneria di Napoli. Assistente di Elettrotecnica a Padova, Napoli e Karlsruhe (1908-1914), Ingegnere presso la Maschinenfabrik Oerlikon (1912), Professore di Elettrotecnica e Direttore dell'Istituto elettrotecnico e radiotelegrafico della R. Marina a Livorno dal 1916 al 1922; Direttore del Centro radiotelegrafico di Coltano dal 1918 al 1923; Professore di *Elettrotecnica* e Direttore nella Scuola d'Ingegneria di Pisa dal 1923 al 1926. Professore di Elettrotecnica nel Politecnico di Torino dal 1926. Presidente dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » dalla fondazione (1934). Accademico d'Italia e Vicepresidente della R. Accademia d'Italia dalla fondazione (1929). Accademico Pontificio dal 1936. Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino (1928), dell'Accademia dei XL (1935), dell'Accademia dei Lincei (1935). Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche dal 24-10-1941 al 4-3-1943, dimissionario. Campagna di guerra 1911-12, 1915-18, 1940-43. Ammiraglio di Divisione nella Riserva. Membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Sezione ingegneria). Medaglia d'oro dei Benemeriti della Scuola della Cultura e dell'Arte.

† ALDO BIBOLINI (dal 1938 al 28 aprile 1945).

Nato il 16 agosto 1876 a Sarzana. Deceduto a Torino il 30 giugno 1949. Laureato Ingegnere civile alla Scuola di Ingegneria di Roma nel 1898, Ingénieur civil des Mines e Ingénieur électricien a Liegi nel 1904. Assistente nel 1899 di Fisica tecnica e poi di Meccanica applicata alle macchine nella Scuola d'Ingegneria di Roma. Dal 1900 al 1902 Vicedirettore della Società Italiana dei Forni elettrici in Roma e poi Direttore Tecnico della Società Italiana per Automobili Bernardi a Padova. Dal 1902 al 1920 Ingegnere nel R. Corpo delle Miniere. Dal 1918 al 1920 Fondatore e Capo dell'Ufficio Geologico-Minerario della Colonia Eritrea in Asmara. Dal 1920, in seguito a concorso, Professore di ruolo nel Politecnico di Torino, allora Scuola d'Ingegneria, prima di *Tecnologia mineraria*, poi di *Arte mineraria e di Tecnologia e giacimenti minerali*. Vicedirettore del Politecnico di Torino, allora Istituto Superiore d'Ingegneria, dal luglio 1933 al novembre 1938. Membro del Comitato per la Geologia nel Consiglio Nazionale delle Ricerche dalla fondazione (1929).

GUSTAVO COLONNETTI (dal 29 aprile 1945 al 19 novem. 1945) - predetto, *nominato Commissario del Politecnico di Torino*.

† PIETRO ENRICO BRUNELLI - Vice Commissario del Politecnico di Torino dal 29 aprile 1945 al 19 novembre 1945; indi Direttore (dal 20 novembre 1945 al 29 marzo 1947).

Nato il 1° maggio del 1876 a Chieti. Deceduto a Torino il 29 marzo 1947. Laureato Ingegnere civile alla Scuola di Ingegneria di Roma nel 1898. Laureato Ingegnere Navale meccanico alla Scuola di Ingegneria di Genova nel 1900. Dal 1905 Professore ordinario di Macchine termiche presso la Scuola di Ingegneria di Napoli. Nella guerra mondiale fino al 1919 ufficiale della Marina in S.P.E. col grado di Capitano; nella riserva Navale raggiunse poi il grado di Colonnello. Dal 1914 partecipò alla costruzione ed esercizio di navi di diverso genere (nel 1912 aveva diretto i lavori di recupero della nave San Giorgio affondata). Sottoscrisse al manifesto Croce. Nel 1932 trasferito dalla Scuola di Ingegneria di Napoli all'Istituto superiore di Ingegneria di Torino presso la Cattedra di *Macchine a vapore e Fisica tecnica*. Membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

ELIGIO PERUCCA (dal 12 maggio 1947 al 31 ottobre 1955).

Nato a Potenza il 28 marzo 1890. Allievo della Scuola Normale superiore di Pisa. Laureato in Fisica a Pisa nel 1910, indi diplomato alla Scuola Normale suddetta nel 1913. Assistente all'Istituto di Fisica dell'Università di Torino nel 1911. Professore di Fisica e Chimica nei Licei nel 1912. Dal 1923 al 1926 professore straordinario alla cattedra di *Fisica sperimentale con esercitazioni* della Scuola di Ingegneria di Torino. Dal 1926 professore ordinario nella medesima cattedra. Nel 1946-47 Preside della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino.

Già Direttore del Comitato per l'organizzazione dell'Istituto Nazionale Italiano di Metrologia.

Già Membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche e Presidente del Comitato per la Fisica e la Matematica. Socio Nazionale e già Socio Segretario per la classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali dell'Accademia delle Scienze di Torino e già Presidente della stessa. Socio Nazionale dell'Accademia dei Lincei. Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Bologna. Socio dell'Accademia Gioenia. Già Presidente del Sottocomitato Illuminazione del C.E.I., e del Comitato Nazionale Italiano dell'Illuminazione. Esperto del Comité International des Poids et Mesures. Membro della Commissione S.U.N. dell'Unione Internazionale di Fisica pura ed applicata. Già Vice Presidente della Commission Internationale d'Éclairage. Già Presidente dell'Ente Nazionale Italiano di unificazione (1947). Già Membro elettivo del Consiglio Superiore della P. I. Già membro del Conseil de la Société Française de Physique. Già Presidente del C.I.O. (Comitato Italiano di Ottica) presso il C.N.R. Già Presidente del C.I.I. (Comitato Italiano di Illuminazione), presso il C.N.R. Già Presidente del Comitato Italiano per l'Unione Internazionale di Fisica pura ed applicata presso il C.N.R. Consigliere onorario della Institución Fernando el Católico di Saragozza (Spagna). Presidente della Commissione C.N.R.-UNI (Grandezze, Unità, Simboli). Membro della Commissione Nazionale Italiana della UNESCO e Presidente della Sezione Scienze Esatte e Naturali.

## RETTORI

ANTONIO CAPETTI (Direttore dal 1° novembre 1955; Rettore dal 1° giugno 1956).

Nato a Fermo (Ascoli Piceno) il 15 maggio 1895. Laureato in Ingegneria industriale nel Politecnico di Torino il 27 agosto 1918. Assistente alle cattedre di Meccanica applicata alle macchine e di Costruzioni aeronautiche del Politecnico di Torino

dal 1° ottobre 1918 al 31 gennaio 1925; contemporaneamente professore incaricato di Motori per aeromobili dal 1919 e libero docente di Macchine termiche dal 1924. Professore straordinario alla cattedra di Macchine termiche ed idrauliche della Scuola di Ingegneria di Palermo dal 1925 al 1927. Professore straordinario prima, ordinario poi, alla cattedra di Macchine nella Scuola di Ingegneria di Padova dal 1927 al 1934. Professore ordinario di Motori per aeromobili al Politecnico di Torino dal 1934 al 1947; poi trasferito alla cattedra di *Macchine* dello stesso Politecnico. Preside della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino dal 1947 al 1955.

Presidente del Comitato per l'Ingegneria del C.N.R. dal 1961. Socio Nazionale residente dell'Accademia delle Scienze di Torino. Presidente della Fédération Internationale des Sociétés des Ingénieurs et Techniciens de l'Automobile dal 1955 al 1957.

**RETTORE - AUTORITÀ ACCADEMICHE**  
**UFFICI AMMINISTRATIVI**

## ELENCO DELLE ONORIFICENZE E DECORAZIONI

- ⚔ Cavaliere del lavoro.
- ⚔ Ordine della Repubblica.
- \* Ordine Santi Maurizio e Lazzaro.
- ✠ Ordine della Corona d'Italia.
- ✠ Ordine di Malta.
- ⊖ Medaglia d'Argento.
- Medaglia di Bronzo.
- ⊕ Croce al merito di Guerra sul campo.
- \* Croce al merito di guerra.
- ⊕ Distintivo Mutilati di Guerra.
- ⊕ Medaglia Comm. Africa Orientale.
- Ⓜ Commemorazione Unità d'Italia.
- Ⓜ Medaglia Commemor. Guerra Interalleata 1915-18.
- ✠ Medaglia Commemorazione Guerra 1915-18.
- ⊕ Distintivo onorifico del periodo bellico 1940-43.
- Ⓜ Distintivo onorifico della Guerra di liberazione.
- ⚔ Distintivo Feriti in Guerra.
- ▨ Segno degli Invalidi.

RETTORE - AUTORITÀ ACCADEMICHE  
UFFICI AMMINISTRATIVI

RETTORE

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, Grand'uff. ⚡, ⚡; Socio Nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Presidente del Comitato per l'Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche. (Triennio 1961-62, 1962-63, 1963-64).

SENATO ACCADEMICO

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO - Rettore, predetto - *Presidente*.

RIGAMONTI prof. dott. ing. ROLANDO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; *Preside della Facoltà di Ingegneria*. (Triennio 1961-62, 1962-63, 1963-64).

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, comm. ⚡, cav. uff. ⚡; Grand'uff. dell'Ordine Equestre del S. Sepolcro di Gerusalemme; Cavaliere di San Gregorio Magno; *Preside della Facoltà di Architettura*; (Preside più anziano di nomina); (Triennio 1960-61, 1961-62, 1962-63).

DALL'ARMI dott. EUGENIO, uff. ⚡, ✱<sup>3</sup>, ⊕, ⊙. - *Direttore amministrativo - Segretario*.

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Biennio 1961-62, 1962-63.

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, predetto - *Presidente*.

MORTERRA dott. FERRUCCIO, Intendente di Finanza. - *Rappresentante del Governo*.

GURGO SALICE avv. ERMANNO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, comm.  $\text{✠}$ ; Presidente dell'Unione Industriali di Torino. - *Rappresentante del Governo.*

CAVINATO prof. dott. ANTONIO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola. - *Rappresentante dei Professori.*

CICALA prof. dott. ing. PLACIDO, Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio corrispondente dell'Accademia dei Lincei. - *Rappresentante dei Professori.*

CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, uff.  $\text{✠}$ ; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; già Presidente della Sezione di Torino dell'Associazione Italiana di Aerotecnica; Membro delle Associazioni Elettrotecnica e Termotecnica; Membro dei Comitati nazionali per la trasmissione del calore e per le centrali termoelettriche; Membro del Sottocomitato « Motori a vapore » del C.E.I.; Membro effettivo del centro studi Metodologici; Membro dell'Association Française des Eclairagistes; Membro del Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione del C.N.R.; già Chairman per l'Italia dell'International Institute for combustion e Vice Presidente della Commissione II dell'Institut International du Froid di Parigi; Membro del Consiglio Direttivo dell'Istituto Termometrico Nazionale del C.N.R.; Segretario del Comitato Termotecnico italiano; Direttore del Corso di Perfezionamento in ingegneria nucleare. - *Rappresentante dei professori.*

SARTORI prof. dott. ing. RINALDO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino e dell'Istituto Lombardo di Scienze e lettere; Direttore dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris; Medaglia Iona dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; Membro del Comitato Elettrotecnico Italiano; Vice Presidente della Sezione di Torino della Associazione Elettrotecnica Italiana. - *Rappresentante dei professori.*

CIRILLI prof. dott. VITTORIO, Socio Nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio dell'Istituto Marchigiano di scienze lettere ed arti. - *Rappresentante dei Professori.*

VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, Membro del Consiglio dell'Istituto Nazionale di storia dell'Architettura; Socio corrispondente della Deputazione Piemontese di Storia patria e della Société Nationale des antiquaires de France. - *Rappresentante dei Professori.*

BROSSA prof. dott. ing. GIANDOMENICO. - *Rappresentante della Provincia.*

CHIAUDANO prof. dott. ing. SALVATORE. - *Rappresentante del Comune (deceduto il 26-3-1962).*

CARRER prof. dott. ing. ANTONIO, dottore in Matematica; premio « Iona » della Associazione Elettrotecnica Italiana per il biennio 1939-40; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Consigliere della Scuola Pratica di Elettrotecnica « Alessandro Volta » di Torino; Membro dei Sottocomitati n. 2 « Macchine rotanti », n. 9 « Trazione », n. 14 « Trasformatori », n. 20 « Cavi », n. 42 « Tecnica delle prove ad alta tensione », Presidente del Sottocomitato n. 26 « Saldature » del C.E.I.; Membro della Commissione « Macchinario » e della Sottocommissione « Macchine a corrente continua » dell'U.N.E.L.; Presidente per il C.E.I. della Commissione mista U.N.I.-C.E.I. delle « Macchine elettriche per saldatura » e delle relative Sottocommissioni n. 1 e 2; Presidente del Comitato n. XIII « Saldatura elettrica a resistenza » dell'Istituto Italiano della Saldatura; Membro della « Sub Commission for testing and measurement of Arc-Welding equipment » dell'International Institute of Welding; Direttore di ricerca nell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » - *Rappresentante del Comune* (a decorrere dal 26-3-62).

BERIA dott. ing. BIAGIO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, comm. ✖, cav. \*, comm. †. - *Rappresentante della Camera di Commercio, Industria e Agricoltura.*

RICALDONE prof. dott. PAOLO, Grand'Uff. †; Presidente dell'Istituto di credito delle Casse di risparmio italiane; Presidente della Cassa di Risparmio di Torino. - *Rappresentante della Cassa medesima.*

RICHIERI dott. ing. LUIGI, comm. †. - *Rappresentante dell'Istituto di San Paolo di Torino.*

BERLA dott. ing. RICCARDO. - *Rappresentante S. p. A. Ing. C. Olivetti e C., Ivrea.*

DALL'ARMI dott. EUGENIO, predetto. - *Segretario.*

## CONSIGLIO DELL'OPERA UNIVERSITARIA

Per il biennio 1959-60, 1960-61.

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, Rettore, predetto. - *Presidente.*

CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, predetto. - *Professore rappresentante del Consiglio d'Amministrazione.*

VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, predetto. - *Rappresentante ufficiale nominato dal Consiglio d'Amministrazione.*

ALBERT Paolo, CARRARA Mario, GIVOGRE Giorgio, *Rappresentanti degli studenti.*

DALL'ARMI dott. EUGENIO, predetto. - *Segretario.*

## UFFICI AMMINISTRATIVI

### Direzione Amministrativa.

DALL'ARMI dott. EUGENIO, predetto. - *Direttore Amministrativo.*

### Ufficio Personale e Affari Generali.

BALLERO PES dott. PAOLO, ✖, Ⓜ, Ⓞ. - *Direttore di Sezione. - Capo Ufficio.*

ANSELMI CLOTILDE n. CEAGLIO. - *Applicata aggiunta di R. A. (sino al 22-9-62).*

DI NUNZIO ELSA nata BRUNA. - *Avventizia straordinaria di 3<sup>a</sup> cat.*

GRASSI ANTONIO. - *Avventizio straordinario di 3<sup>a</sup> categoria.*

MADARO GEMMA. - *Avventizia straordinaria di 3<sup>a</sup> categoria.*

MARÈ ELENA. - *Avventizia straordinaria di 3<sup>a</sup> categoria.*

BERLICH UMBERTO. - *Ausiliario temporaneo addetto a svolgere mansioni di applicato.*

### Ufficio Segreteria generale Studenti.

LANFRANCHI dott. LUIGI. ✖, Ⓜ, Ⓞ. - *Direttore di Sezione - Capo Ufficio.*

GIANOGLIO LUIGI. - *Primo archivista, addetto al biennio propedeutico.*

GERMANO MATILDE n. TABUCCHI. - *Prima archivista, addetta al triennio di applicazione.*

CARASSO dott. BRUNELLA. - *Applicata Ruolo Aggiunto, addetta al triennio di applicazione (in aspettativa dal 1-10-1961 al 30-9-62).*

GRAZIANO LUIGI. - *Applicato aggiunto R. A., addetto al biennio propedeutico.*

COMOTTO rag. ANNA MARIA. - *id. addetta al biennio propedeutico.*

D'ARIA ENZA. - *Avventizia straordinaria di 3<sup>a</sup> categoria.*

ROZZO OLGA. - *Ausiliaria temporanea addetta a svolgere mansioni di applicato.*

MOSSA MARIO. - *Ausiliario temporaneo addetto a svolgere mansioni di applicato.*

DE PASQUALE FRANCESCO. - *Ausiliario incaricato addetto a svolgere mansioni di applicato.*

**Ufficio assistenza ed esami stato.**

BOUVET dott. BICE. - *Direttore di Sezione - Capo Ufficio.*

**Ufficio Archivio e protocollo.**

MAROCCO cav. ✠ CLEMENTINA. - *Archivista Capo - Capo Ufficio.*

BERGANTIN MARIA ANTONIETTA n. CASTELLI. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria.*

**Ufficio stipendi.**

COMOGLIO rag. CARLO. - *Ragioniere Aggiunto - Capo Ufficio.*

NOTARIO CATERINA n. BERTORA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria.*

BAUDINO MARCO. - *Avventizio straordinario di 3ª categoria.*

**Ufficio Economato.**

SCANAVINO cav. ✠ FELICITA. - *Archivista capo - Economo - Capo Ufficio.*

ROTTA LORIA ADA. - *Avventizia statale di 3ª categoria.*

LOMBARDI MARIA n. CARRINO. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria.*

MARGIARIA rag. ANGELO. - *Avventizio straordinario di 3ª categoria addetto a svolgere mansioni superiori.*

MALETTTO in PARIS LUCIA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria.*

DURANDO MAURO. - *Avventizio straordinario di 3ª categoria.*

**PERSONALE AMMINISTRATIVO  
DISTACCATO PRESSO GLI ISTITUTI**

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

ALTAMURA ANNA MARIA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria addetta all'Istituto di Progetto di Aeromobili.*

ALTEA LAURA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria addetta all'Istituto di Costruzioni Automobilistiche.*

BERGAMASCO in ETERNO GRAZIA. - *Avventizia statale di 3ª categoria addetta all'Istituto di Fisica Tecnica.*

- BORIOLI MARIA. - *Avventizia statale di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.
- CAVALLO ADRIANA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Giacimenti Minerari*.
- DAPRÀ MARIA. - *Avventizia statale di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Idraulica*.
- FONTANA CARLA. - *Applicata Aggiunta di Ruolo aggiunto* addetta all'Istituto di *Arte Mineraria*.
- MONTERSINO OLGA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Trasporti*.
- OGGIANO Dott. MARIA SANDRA. - *Avventizia straordinaria di 1ª categoria* addetta all'Istituto di *Meccanica Applicata e Aerodinamica*.
- PLEITAVINO PIERA. - *Avventizia statale di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Costruzioni di Macchine*.
- PONZETTO DOMENICA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Macchine*.
- POZZATO CAMERLO GIOVANNA. - *Avventizia statale di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.
- SAMBROTTO LIDIA. - *Avventizia statale di 4ª categoria con mansioni di applicata* addetta all'Istituto di *Costruzioni e Ponti*.
- TOMATIS GALLO ROSANNA. - *Avventizia statale di 4ª categoria con mansioni di applicata* addetta all'Istituto di *Chimica Generale e Applicata*.
- VADACCHINO CHIABAI ANNA. - *Applicata Aggiunta di Ruolo Aggiunto* addetta all'Istituto di *Chimica Industriale*.
- ZAVATTARO MARIA TERESA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Meccanica Applicata e Aerodinamica*.

#### FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

- ACTIS ANNA PIERA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta alla *Biblioteca*.
- MELANI GIGLIOLA. - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria*.

#### Ufficio Tecnico.

- TARCHETTI dott. ing. GIOVANNI - *Capo ufficio*.
- STRALLA cav. ✠ TOMMASO. - *Tecnico di I classe - Tecnico di fiducia*.



**Biblioteca.**

TRIVERO ing. dott. GIACOMO. - *Bibliotecario incaricato.*

CURTO GIOVANNI, ☒. - *Bidello di I classe di ruolo aggiunto con mansioni di applicato.*

DI BIASE GUIDO. - *Ausiliario incaricato con mansioni di applicato.*

MAURO VITTORIO. - *Ausiliario temporaneo.*

**Ufficio di Tesoreria.**

Cassa di Risparmio. - Via XX Settembre, 31.

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA E SCUOLA  
DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE**

**INSEGNANTI - AIUTI - ASSISTENTI -  
PERSONALE TECNICO E SUBALTERNO**



## Facoltà di Ingegneria. - Ruolo di anzianità.

(Situazione al 1-2-1962 come da Ruoli di Anzianità del Ministero della P. I.).

### Professori ordinari.

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coeff.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
F.R.	Colonnetti Gustavo	8 nov. 1886	1° dic. 1911	16 dic. 1915	1040
F.R.	Perucca Eligio . .	28 marzo 1890	16 ott. 1923	16 ott. 1926	»
1	Capetti Antonio . .	15 maggio 1895	1° febr. 1925	1° febr. 1928	»
2	Ferrari Carlo . . .	1° giugno 1903	1° dic. 1932	1° dic. 1935	»
3	Cavinato Antonio .	2 febr. 1895	1° dic. 1935	1° dic. 1938	»
4	Denina Ernesto . .	23 febr. 1900	16 dic. 1936	16 dic. 1939	»
5	Einaudi Renato . .	4 luglio 1909	16 dic. 1936	16 dic. 1939	»
6	Cicala Placido . .	9 giugno 1910	1° dic. 1942	1° dic. 1945	»
7	Buzano Pietro . .	14 luglio 1911	1° dic. 1942	1° dic. 1945	»
8	Gentilini Bruno . .	20 maggio 1907	1° nov. 1947	1° nov. 1950	»
9	Codegone Cesare .	16 marzo 1904	1° nov. 1947	1° nov. 1950	»
10	Boella Mario . . .	31 gennaio 1905	1° dic. 1948	1° dic. 1951	»
11	Cirilli Vittorio . .	8 agosto 1910	16 febr. 1949	16 febr. 1952	»
12	Giovannozzi Renato	21 luglio 1911	28 febr. 1949	28 febr. 1952	»
13	Carrer Antonio . .	4 giugno 1904	31 marzo 1948	31 marzo 1951	»
14	Rigamonti Rolando	15 gennaio 1909	1° dic. 1948	1° dic. 1952	»
15	Sartori Rinaldo . .	2 febr. 1909	1° nov. 1950	1° nov. 1953	970
16	Lovera Giuseppe . .	13 nov. 1912	1° nov. 1951	1° nov. 1954	»
17	Stragiotti Lelio . .	29 luglio 1916	1° febr. 1951	1° febr. 1954	»
18	Oberti Guido . . .	3 giugno 1907	1° febr. 1955	1° febr. 1958	800
19	Zignoli Vittorino .	21 marzo 1893	10 marzo 1956	10 marzo 1959	»
20	Longo Carmelo . .	26 giugno 1921	10 marzo 1956	10 marzo 1959	»
21	Cavallari Murat Augusto . . . . .	3 agosto 1911	1° genn. 1959	1° genn. 1962	700
<b>Professori straordinari.</b>					
22	Egidi Claudio . . .	13 agosto 1914	1° febr. 1962	—————	580

### Scuola di Ingegneria Aerospaziale. - Ruolo di anzianità.

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coeff.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
<b>Professori ordinari.</b>					
1	Gabrielli Giuseppe .	26 febr. 1903	1° nov. 1949	1° nov. 1952	1040
<b>Professori straordinari.</b>					
1	Jarre Giovanni . .	20 sett. 1924	1° nov. 1958	1° nov. 1961	700
2	Nocilla Silvio . . .	15 sett. 1925	16 dic. 1960	—	580
3	Filippi Federico . .	23 sett. 1931	16 dic. 1961	—	»

RIGAMONTI dott. ing. ROLANDO, predetto, *Preside*.

**Professori ordinari.**

(in ordine d'anzianità).

CAPETTI dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Macchine* e Direttore della *Scuola di Ingegneria Aerospaziale*.

FERRARI dott. ing. CARLO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola; Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio corrispondente dell'Accademia dei Lincei; Socio effettivo dell'Institute of the Aeronautical Sciences (N. Y.); di *Meccanica applicata alle macchine* (in congedo per insegnamento all'estero dal 1° settembre 1961 al 31 maggio 1962).

CAVINATO dott. ANTONIO, predetto, di *Giacimenti minerali*.

DENINA dott. ing. ERNESTO, Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; di *Elettrochimica*.

EINAUDI dott. RENATO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino, di *Meccanica razionale*.

CICALA dott. ing. PLACIDO, predetto, di *Scienza delle costruzioni*.

BUZANO dott. PIETRO, comm.  $\frac{1}{2}$ ; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Membro effettivo del Centro Studi Metodologici; Membro della Commissione Italiana per l'insegnamento matematico; Membro « at large » della International Commission of Mathematical Instruction; di *Analisi matematica II*.

GENTILINI dott. ing. BRUNO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola;  $\frac{1}{2}$ ; Membro del C.M.R., del C.E.I., dell'ISO/TC 30; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio dell'A.I.R.H., di *Idraulica*.

CODEGONE dott. ing. CESARE, predetto, di *Fisica tecnica*.

CARRER dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Macchine Elettriche*.

BOELLA dott. ing. MARIO, Membro del C.E.I.; Membro della Commissione per la televisione del C.N.R.; Presidente della Sottocommissione 3<sup>a</sup> c. dell'Unione Radioscientifica Internazionale e

corrispondente per il Bollettino; Relatore nazionale e vice-relatore principale per la Commissione 7<sup>a</sup> del C.C.I.R.; Membro del Comité special pour l'année Géophysique internationale e del Comitato Nazionale; Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; di *Comunicazioni elettriche*.

CIRILLI dott. VITTORIO, predetto, di *Chimica applicata*.

GIOVANNOZZI dott. ing. RENATO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; di *Costruzione di macchine*.

GABRIELLI dott. ing. GIUSEPPE, di *Progetto di Aeromobili* (Scuola Ingegneria Aerospaziale).

RIGAMONTI dott. ing. ROLANDO, predetto, di *Chimica industriale*.

SARTORI dott. ing. RINALDO, predetto, di *Elettrotecnica I*.

LOVERA dott. GIUSEPPE; di *Fisica*.

STRAGIOTTI dott. ing. LELIO, Membro dell'American Institute of Mining and Metallurgical Engineers (New-York); Vice Presidente Società Ingegneri e Architetti di Torino; Esperto italiano presso l'«Organo permanente per la sicurezza nelle miniere di carbone» della Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio; di *Arte mineraria*.

OBERTI dott. ing. GUIDO, dottore in Scienze Matematiche Applicate; Membro del Comitato Nazionale Grandi Dighe; Membro ordinario dell'American Society Civil Engineers (A.S.C.E.) e della Society for Experimental Stress Analysis; Presidente Sottocomitato «Strutture Prefabbricate» nell'A.I.P.C. (Association Internationale Ponts et Charpentes); Presidente Sottocomitato «Misure sulle Dighe» nel Comitato Internazionale Grandi Dighe (International Commission on large Dams); Membro Commissione Cemento Armato Precompresso del C.N.R.; di *Tecnica delle costruzioni*.

ZIGNOLI dott. ing. VITTORINO, ♂, ⊗, ♀; Membro per l'Italia del Collegio degli Esperti del Bureau International du Travail di Ginevra; Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Torino; Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Consigliere onorario della C.I.O.S.; Membro dell'Accademia Internazionale della Organizzazione Scientifica di Ginevra; di *Tecnica ed economia dei trasporti*.

LONGO dott. CARMELO, di *Geometria*.

JARRE dott. ing. GIOVANNI, Socio corrispondente della Accademia delle Scienze di Torino; di *Gasdinamica* (Scuola di Ing. Aerospaziale).

CAVALLARI MURAT dott. ing. AUGUSTO, cav. ⊗; Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Direttore della ri-

vista « Atti e rassegna tecnica » della Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino; Membro corrispondente nazionale della Deputazione Subalpina di Storia Patria; di *Architettura tecnica I* (dal 1-1-1962).

#### Professori straordinari.

NOCILLA dott. SILVIO, di *Aerodinamica* (Scuola di Ing. Aerospaziale).

FILIPPI dott. ing. FEDERICO, Membro del Combustion Institute (Sezione Italiana), di *Motori per aeromobili* (dal 15-12-1961) (Scuola di Ing. Aerospaziale).

EGIDI dott. ing. CLAUDIO, Membro dell'Istitute of Radio Engineers Americano, di *Misure elettriche* (dal 1-2-1962).

#### Professori fuori ruolo.

COLONNETTI dott. ing. GUSTAVO, predetto, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, cav. di gran croce ☚ già Ordinario di *Scienza delle Costruzioni*.

PERUCCA dott. ELIGIO, predetto, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, Cav. ☘, Grand'Uff. ☚, ✕, ☉; già Ordinario di *Fisica sperimentale con esercitazioni*.

#### Professori incaricati.

ANTONA dott. ing. ETTORE, di *Strutture missilistiche* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

ARNEODO prof. dott. ing. CARLO, di *Impianti nucleari*.

BALDINI dott. ing. GIOVANNI, di *Tecnica della perforazione e sondaggi*, e di *Tecnica dei giacimenti di idrocarburi*.

BECCHI prof. dott. ing. CARLO, comm. ☚, di *Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti*.

BIORCI prof. dott. ing., GIUSEPPE, Borsa Volta dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; Premio Bonavera dell'Accademia delle Scienze di Torino; Premio Panzarasa dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; di *Elettrotecnica*.

BOELLA prof. dott. ing. MARIO, predetto, di *Campi elettromagnetici e circuiti*.

BRAY prof. dott. ing. ANTHOS, di *Metrologia generale e misure meccaniche*.

- BRISI prof. dott. CESARE, di *Chimica* (Corso B).
- BURDESE prof. dott. AURELIO, di *Metallurgia e metallografia*.
- CALDERALE dott. ing. PASQUALE, di *Calcolo e progetto di macchine*.
- CAMPANARO dott. ing. PIETRO, di *Disegno meccanico* e di *Attrezzature di produzione*, con incarico Direzione Officina Meccanica.
- CAPELLO dott. ing. FRANCO, di *Telefonia*.
- CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Macchine II*.
- CAPRA prof. dott. VINCENZO, di *Analisi matematica I* (Corso B).
- CARRER prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Elettrotecnica II*
- CASTIGLIA prof. dott. ing. CESARE, di *Estimo ed esercizio della professione*.
- CAVALLARI MURAT prof. dott. ing. AUGUSTO, predetto, di *Architettura e composizione architettonica*, e di *Architettura tecnica II* (dal 5-2-1962).
- CAVINATO prof. dott. ANTONIO, predetto, di *Prospezione geomineraria*.
- CHARRIER dott. GIOVANNI, Socio ordinario della Società Paleontologica Italiana e della Società Botanica Italiana; Socio dell'I.N.Q.U.A. (Soc. Internaz. per lo studio del quaternario); Socio della Società Geologica Italiana; Membro della International from Plant Taxonomy (I.A.P.T.) e della International Organization of Paleobotany (I.O.P.); di *Geologia*.
- CIAMPOLINI dott. ing. GIULIO, di *Sperimentazione di volo* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- CICALA prof. dott. ing. PLACIDO, predetto, di *Costruzioni aeronautiche II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- CIRILLI prof. dott. VITTORIO, predetto, di *Chimica* (Corso A) e di *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*.
- CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, predetto, di *Impianti speciali termici*.
- DEMICHELIS prof. dott. FRANCESCA, di *Fisica atomica*.
- DENINA prof. dott. ing. ERNESTO, predetto, di *Chimica fisica*.
- EGIDI prof. dott. ing. CLAUDIO, predetto, di *Radiotecnica*.
- EINAUDI prof. dott. RENATO, predetto, di *Complementi di matematica*.
- ELIA prof. dott. ing. LUIGI, di *Aerologia e attrezzature e strumenti di bordo* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- FASOLI dott. ing. UGO, di *Impianti chimici*.

- FAVA prof. dott. FRANCO, di *Geometria I* (Corso A).
- FERRARO BOLOGNA prof. dott. ing. GIUSEPPE, di *Macchine I*.
- FERRO dott. ing. VINCENZO, di *Misure termiche e regolazioni*.
- FILIPPI prof. dott. ing. FEDERICO, predetto, di *Motori per aeromobili* e di *Propulsori astronautici* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- GABRIELLI prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Progetto di aeromobili* e di *Progetto di aeromobili II* (Scuola Ing. Aerospaziale).
- GATTI prof. dott. ing. RICCARDO, ○, ✱, ⊗, ⊕, comm. †; Membro della Acoustical Society of America; Membro del C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano); di *Comandi e regolazioni*, e di *Impianti elettrici I*.
- GENTILINI prof. dott. ing. BRUNO, predetto, di *Costruzioni idrauliche (per elettrotecnici)*.
- GIANETTO prof. dott. ing. AGOSTINO, di *Principi d'ingegneria chimica*.
- GIOVANNOZZI prof. dott. ing. RENATO, predetto, di *Costruzione di motori per aeromobili* (per aeronautici) e di *Costruzione di motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- GRECO dott. ing. STEFANO, di *Applicazioni elettromeccaniche*.
- GREGORETTI prof. dott. ing. GIULIO, di *Misure elettroniche*.
- GRILLO PASQUARELLI dott. ing. CARLO, di *Dinamica del missile* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- JARRE prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Meccanica applicata alle macchine e macchine*, e di *Gasdinamica*, e di *Aerotermodinamica* e di *Gasdinamica II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- LAUSETTI dott. ing. ATTILIO, di *Aeronautica generale*.
- LAVAGNINO prof. dott. ing. BRUNO, di *Materiali per l'elettrotecnica*.
- LEVI prof. dott. ing. FRANCO, Presidente del Comitato Europeo del Cemento Armato (C.E.B.); Membro del Comitato di collegamento fra Associazioni internazionali di Ingegneria Civile — Membro del Comitato di collaborazione C.E.B. — American Concrete Institute; Membro del Consiglio Direttivo dell'International Association for Shell Structures; Direttore del reparto sulle Coazioni del C.O.I.N.I.M.; Segretario della Commissione del C.N.R. per lo studio del c.a. precompresso; di *Complementi di Scienza delle costruzioni*.
- LOCATI prof. dott. ing. LUIGI, Vice-Direttore L.R.C.A.A. Fiat; di *Tecnologie aeronautiche*.

- LOVERA prof. dott. GIUSEPPE, predetto, di *Fisica nucleare*.
- LUCCO BORLERA prof. dott. MARIA, di *Tecnologie metallurgiche*.
- MAGGI dott. ing. FRANCO, di *Topografia*.
- MANZONI dott. ing. SILVIO, di *Disegno* (Corso B).
- MARCHETTI prof. dott. ELENA n. SPACCAMELA, di *Chimica organica*.
- MARENESI prof. dott. ing. LORENZO, straordinario di Campi elettromagnetici e circuiti nella Università degli Studi di Genova; Membro del CEI; di *Misure elettriche*.
- MATTEOLI prof. dott. ing. LENO, Membro dell'Accademia delle Scienze di Ferrara; Membro onorario corrispondente per l'Italia del Consiglio dell'Institute of metals di Londra; di *Tecnologia dei materiali*.
- MATTEUCCI dott. ELIO, di *Analisi dei minerali*.
- MAZZA FABBROVICH dott. ing. LAURA, di *Motori per missili* (Scuola Ingegneria Aerospaziale).
- MICHELETTI prof. dott. ing. GIAN FEDERICO, Membro dell'American Society of Mechanical Engineers (A.S.M.E.) di New York; e dell'Institutions of Production Engineers di Londra; di *Tecnologia meccanica*.
- MORELLI prof. dott. ing. PIETRO, Membro della Commissione Tecnica Consultiva Permanente per il volo a vela dell'Aero Club d'Italia; di *Costruzioni aeronautiche*.
- MORTARINO prof. dott. ing. CARLO, di *Meccanica delle macchine e macchine*.
- MUGGIA prof. dott. ing. ALDO, di *Aerodinamica*.
- NOCILLA prof. dott. SILVIO, predetto, di *Analisi matematica I* (Corso A), e di *Aerodinamica II* e di *Superaerodinamica* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- OBERTI prof. dott. ing. GUIDO, predetto, di *Tecnica delle costruzioni II*.
- OCCELLA prof. dott. ing. ENEA, di *Preparazione dei minerali*.
- ODONE prof. dott. FILIPPO, di *Fisica I* (Corso B).
- ORSONI dott. ing. LUCIANO, di *Fisica del reattore nucleare*.
- PANETTI dott. MAURIZIO, di *Misure chimiche e regolazioni*.
- PERETTI prof. dott. ing. LUIGI, Membro della Giunta esecutiva del Comitato Glaciologico Italiano; Membro del centro studi e ricerche nelle malattie professionali dell'I.N.A.I.L.; Operatore del Comitato Glaciologico Italiano; di *Litologia e geologia applicata*.

- PIGLIONE prof. dott. ing. LUIGI, di *Controlli automatici*.
- PITTINI prof. dott. arch. ETTORE, ✱, ∂, ⊗, ⊕, di *Disegno edile*.
- POCHETTINO dott. ing. MARCELLO, di *Architettura tecnica II* deceduto il 4-2-1962.
- POLLONE prof. dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzioni automobilistiche e di Costruzione di macchine e tecnologie*.
- POSSENTI prof. dott. ing. RENZO, di *Comunicazioni elettriche* (per elettrotecnici).
- RATTI dott. ing. GIUSEPPE, di *Produzione degli idrocarburi e di Geofisica mineraria*.
- REVIGLIO dott. ing. GIUSEPPE, di *Calcolatrici e logica dei circuiti*.
- RIGAMONTI prof. dott. ing. ROLANDO, predetto, di *Chimica degli impianti nucleari*.
- RIGOTTI prof. dott. ing. GIORGIO, comm. ⚡; Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Socio dell'Istituto di Architettura Montana; di *Urbanistica*.
- ROMITI prof. dott. ing. ARIO, di *Meccanica applicata alle macchine* (supplenza dal 1-9-1961 al 31-5-1962).
- RUFFINO prof. dott. ing. GIUSEPPE, di *Fisica II*.
- RUSSO dott. ing. GUALTIERO, di *Disegno* (Corso A).
- SARACCO dott. ing. GIOVANNI BATTISTA, di *Teoria e sviluppo dei processi chimici*.
- SARTORI prof. dott. ing. RINALDO, predetto, di *Applicazioni industriali dell'elettrotecnica e di Impianti elettrici* (per elettronici).
- SOLDI prof. dott. ing. MARIO, di *Elettrotecnica II* (per elettronici).
- STRAGIOTTI prof. dott. ing. LELIO, predetto, di *Impianti minerari*.
- TANTURRI prof. dott. GIUSEPPE, di *Geometria II*.
- TETTAMANZI prof. dott. ANGELO, ✱✱, ⊕, di *Chimica analitica*.
- TOURNON prof. dott. ing. GIOVANNI, Membro della Commissione dell'A.N.D.I.S. per lo studio delle norme sulle tubazioni in cemento armato ed in cemento amianto; Membro del Comitato tecnico del Centro Internazionale per gli studi sulla irrigazione a pioggia; di *Impianti speciali idraulici e di Costruzioni idrauliche* (per civili).
- VILLA dott. ing. GIOVANNI, di *Sistemi di guida e navigazione*.
- ZIGNOLI prof. dott. ing. VITTORINO, predetto, di *Economia e tecnica aziendale, e di Impianti meccanici*.

ZITO prof. dott. ing. GIACINTO, Membro del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.) e de l'Union Radiotechnique Scientifique International (U.R.S.I.); di *Elettronica applicata*, di *Elettronica nucleare* e di *Tecnica delle iperfrequenze*.

ZUCCHETTI dott. ing. STEFANO, Operatore del Comitato Glaciologico Italiano; di *Mineralogia e litologia*.

#### Docenti ad altro titolo.

ROBOTTI dott. ing. AURELIO, di *Tecnica degli endoreattori* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

#### Aiuti ordinari.

BURDESE prof. dott. AURELIO, predetto, di *Chimica applicata*.

CAPRA prof. dott. VINCENZO, predetto, di *Analisi matematica*.

DEMICHELIS prof. dott. FRANCESCA, predetta, di *Fisica*.

FAVA prof. dott. FRANCO, predetto, di *Geometrie*.

FERRARO BOLOGNA prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto di *Macchine*.

GRECO dott. ing. STEFANO, predetto, di *Macchine elettriche*.

LEVI prof. dott. ing. FRANCO, predetto, di *Scienza delle Costruzioni*.

MICHELETTI prof. dott. ing. GIANFEDERICO, predetto, di *Tecnologia meccanica*.

MORTARINO prof. dott. ing. CARLO, predetto, di *Meccanica applicata alle macchine*.

MUGGIA prof. dott. ing. ALDO, predetto di *Aerodinamica* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

OCCELLA prof. dott. ing. ENEA, predetto, di *Arte mineraria*.

PERETTI prof. dott. ing. LUIGI, predetto, di *Mineralogia e Litologia*.

PIGLIONE prof. dott. ing. LUIGI, predetto, di *Elettrotecnica*.

RUSSO FRATTASI prof. dott. ing. ALBERTO, Membro effettivo della International University Contact; Membro del Consiglio della Società Ingegneri ed Architetti di Torino; Presidente della Commissione Unificazione Trasporti Interni; di *Tecnica ed Economia dei trasporti*.

TETTAMANZI prof. dott. ANGELO, predetto, di *Chimica analitica*.

TOURNON prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Costruzioni idrauliche*.

ZITO prof. dott. ing. GIACINTO, predetto, di *Comunicazioni elettriche*.

#### Assistenti ordinari.

ABBATTISTA dott. FEDELE, di *Metallurgia e Metallografia*.

ABETE dott. ANNA ROSA n. SCARAFIOTTI, di *Analisi matematica*.

ANDRIANO dott. ing. MATTEO, di *Macchine*.

ARNEODO prof. dott. ing. CARLO AMEDEO, predetto, di *Macchine*.

BALDINI dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Arte mineraria*.

BAVA dott. ing. GIAMPAOLO, di *Elettronica applicata* (dal 1-5-62).

BRISI prof. dott. CESARE, predetto, di *Chimica*.

CALDERALE dott. ing. PASQUALE, predetto, di *Costruzione di macchine*.

CASTIGLIA prof. dott. ing. CESARE, predetto, di *Scienza delle costruzioni*.

COFFANO dott. ing. ANTONIO, di *Macchine elettriche*.

DE ANGELIS dott. ing. GIULIANO, di *Macchine* (dal 1-10-62).

DUPONT dott. PASQUALE, di *Meccanica razionale*.

FERRO dott. ing. VINCENZO, predetto, di *Fisica tecnica*.

FOÀ dott. LIA n. ERRERA, di *Analisi matematica*.

GECHELE dott. ing. GIULIO, di *Impianti minerari* (dal 16-4-1962).

GIANETTO prof. dott. ing. AGOSTINO, predetto, di *Impianti chimici*.

GILLI dott. ROSALBA, di *Geometria I* (dal 1-7-62).

GIUFFRIDA dott. ing. EMILIO, di *Elettrotecnica*.

GORINI dott. ing. ITALO, di *Misure elettriche* (dal 16-7-62).

GRILLO PASQUARELLI dott. ing. CARLO, predetto di *Meccanica applicata alle macchine*.

GUARNIERI dott. ing. GIUSEPPE, Corrispondente della School of Design del North Carolina State College Raleigh N. C.; Socio ordinario dell'Associazione Nazionale Italiana Strutturisti; di *Tecnica delle costruzioni*.

GUIDETTI dott. MARTA, di *Fisica* (dal 1-6-62).

LESCA dott. ing. CORRADO, Operatore del Comitato Glacialogico Italiano, di *Topografia*.

LUCCO BORLERA prof. dott. MARIA, predetta, di *Chimica*.

- MAGGI dott. ing. FRANCO, predetto, di *Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti*.
- MAJA dott. ing. MARIO, di *Chimica fisica*.
- MARCHETTI prof. dott. ELENA n. SPACCAMELA, predetta, di *Chimica Industriale*.
- MATTIOLI prof. dott. ing. ENNIO, ✱, di *Meccanica applicata alle macchine*.
- MAZZA dott. ing. LAURA, nata FABBROVICH, predetta, di *Macchine* (dal 1-6-62).
- MEO dott. ing. ANGELO, di *Elettrotecnica*.
- MERLINI dott. ing. CESARE, di *Impianti nucleari* (dal 16-4-1962).
- MONTEL dott. MARINA, di *Fisica*.
- MONTORSI dott. MARGHERITA, nata APPENDINO, di *Chimica* (dal 16-7-62).
- MORELLI dott. ing. ALBERTO, di *Motori per aeromobili*.
- MORELLI prof. dott. ing. PIETRO, predetto, di *Aeronautica generale* (Scuola Ingegneria Aerospaziale).
- NATALE dott. ing. PIETRO, di *Giacimenti Minerari* (dal 16-8-62).
- NUVOLI dott. ing. LIDIA, di *Geometrie*.
- OLDANO dott. CLAUDIO, di *Fisica*.
- OREGLIA prof. dott. arch. MARIO, di *Architettura tecnica*.
- PALUMBO dott. ing. PIERO, di *Tecnica delle costruzioni*.
- PANETTI dott. MAURIZIO, predetto, di *Chimica industriale*.
- PASQUARELLI dott. ALDO, Socio della Società Italiana di Fisica; di *Fisica*.
- PASTORE dott. ing. BRUNO, di *Disegno meccanico*.
- PELISSERO dott. ing. BRUNO, di *Impianti industriali elettrici*.
- PENNA dott. ANNA MARIA, di *Geometrie*.
- PEROTTI dott. ing. GIOVANNI, di *Tecnologia meccanica*.
- QUAGLIA dott. ing. MARIO, di *Idraulica*.
- ROMITI prof. dott. ing. ARIO, predetto, di *Aerodinamica* (dal 1-2-1962).
- ROSSETTI prof. dott. ing. UGO, Membro della Commissione di Ricerca dell'Organizzazione Internazionale Trasporti a Funne; Membro della 13<sup>a</sup> Sottocommissione UNI, e della 11<sup>a</sup> Commissione UNI-UNIFER; di *Scienza delle costruzioni*.
- ROVERI dott. ing. CARLO di *Idraulica* (dal 1-7-62).
- SACCHI dott. ing. ALFREDO, di *Fisica tecnica*.

SARACCO dott. ing. GIOVANNI BATTISTA, predetto, di *Chimica Industriale*.

SARRA dott. MARIANGELA, di *Meccanica razionale* (dal 16-5-1960).

VACCA prof. dott. MARIA TERESA, di *Analisi matematica*.

ZUCCHETTI dott. ing. STEFANO, predetto, di *Giacimenti minerali*.

#### Assistenti incaricati.

BECCIO dott. ing. LAURA, di *Costruzione di macchine* (sino al 28-2-1962).

BORASI dott. ing. VINCENZO, di *Architettura tecnica*.

CALVI PARISETTI dott. ing. GIUSEPPE, di *Tecnica delle costruzioni* (dal 1-1-62).

CAPPA BAVA dott. ing. LUIGI, di *Architettura e composizione architettonica*.

CHIARAVIGLIO dott. ing. ALBERTO, di *Impianti meccanici*.

CHIESA dott. ing. PAOLO, di *Giacimenti minerali* (sino al 31-1-1962).

CIUFFI dott. ing. RENZO, di *Costruzione di macchine* (dal 1-3-62).

DE ANGELIS dott. ing. GIULIANO, predetto, di *Macchine* (dal 16-1-62 sino al 30-6-62).

DEMALDÈ dott. ing. PIERLUIGI, di *Principi di ingegneria chimica* (sino al 30-6-62).

EINAUDI dott. ing. FRANCO, di *Campi elettromagnetici e circuiti*.

FORNENGO dott. ing. ENZO, di *Costruzione di motori per aeromobili* (dal 16-2-1962).

GECCHELE dott. ing. GIULIO, predetto, di *Impianti minerali* (sino al 15-4-1962).

GORINI dott. ing. ITALO, predetto, di *Misure elettriche* (sino al 15-7-62).

GUIDETTI dott. MARTA, predetta, di *Fisica* (sino al 31-5-62).

LAUDANNA dott. ing. MARIO, di *Gasdinamica* (sino al 31-8-62).

MARRO dott. ing. PIETRO, di *Scienza delle costruzioni*.

MAZZA dott. LAURA n. FABBROVICH, predetta, di *Macchine* (sino al 30-6-62).

MERLINI dott. ing. CESARE, predetto, di *Impianti nucleari* (sino al 15-4-1962).

MONTORSI dott. MARGHERITA, n. APPENDINO, predetta, di *Chimica* (sino al 15-7-62).

NATALE dott. ing. PIETRO, predetto, di *Giacimenti minerali* (dal 1-2-1962 sino al 15-8-62).

PIOLA dott. ing. GIOVANNI, di *Chimica fisica*.  
RIVOLO dott. MARIA TERESA, di *Geometria I* (sino al 30-6-62).  
ROMITI prof. dott. ing. ARIO, predetto, di *Aerodinamica* (sino al 31-1-1962).  
ROSSO dott. ing. GIANFRANCO, di *Meccanica applicata alle macchine* (sino al 31-1-1962).  
ROVERI dott. ing. CARLO, predetto, di *Idraulica* (sino al 30-9-62).  
SURACE dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzioni aeronautiche*.

#### Assistenti straordinari.

ABETE dott. ing. ANDREA, di *Misure elettriche*.  
ACQUARONE dott. GIUSEPPINA, di *Chimica*.  
ANTONA dott. ing. ETTORE, predetto, di *Progetto di aeromobili*.  
ARIOTTI dott. ing. MARIO, di *Costruzione di macchine*.  
ARMANDO dott. ing. ERNESTO, di *Arte mineraria* (dal 1-12-1961 sino al 1-3-1962).  
ARRI dott. ing. ERNESTO, di *Impianti elettrici e Applicaz. ind. elettrot.*  
BAROVERO dott. ing. PIER GIORGIO, di *Tecnica delle costruzioni* (dal 1-1-1962).  
BELLIA dott. ing. CLEMENTE, di *Disegno* (Corso A).  
BERNARDI dott. ing. LUIGI, di *Impianti minerari*.  
BERTOLOTTI prof. dott. ing. CARLO, di *Tecnica ed Economia dei trasporti*.  
BIEY dott. ing. DOMENICO, predetto, di *Comunicazioni elettriche*.  
BOFFETTA TROSSI dott. LAURA, di *Fisica*.  
BONGIOVANNI dott. ing. GUIDO, di *Costruzione di macchine*.  
BORELLO dott. OTTAVIA, di *Fisica*.  
BRUNATI dott. IDA, di *Fisica*.  
BOSCO dott. MELANIA, di *Fisica*.  
CALLARI dott. ing. EMANUELE, di *Complementi di scienza dell'e costruzioni*.  
CALVI PARISETTI dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Tecnica delle costruzioni* (sino al 31-12-1961).  
CANDELI dott. ing. GIUSEPPE, di *Idraulica*.  
CAREGGIO dott. MARISA, di *Fisica* (dal 1-7-62).

CERETTI MAZZA dott. MARIA TERESA, di *Chimica industriale*.  
CODA dott. ing. CARLO, di *Disegno meccanico*.  
COLOSI dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno meccanico*.  
CONTINI dott. ing. PIERO, di *Scienza delle costruzioni*.  
CROVINI dott. ing. LUIGI, di *Fisica* (sino al 30-6-62).  
DI BARTOLOMEO dott. ing. MEMMO, di *Misure elettroniche e Tecnica delle iperfrequenze*.  
DIBENEDETTO dott. ANGELA, di *Geometria II* (dal 1-7-62).  
DIMINA dott. ing. VINCENZO, di *Disegno meccanico*.  
EMANUELE dott. LAURA, di *Analisi matematica I* (Corso B).  
FIAMENI dott. ing. MARIO, di *Architettura tecnica e Disegno edile*.  
FIORIO BELLETTI, dott. ing. GIOVANNI, di *Fisica* (sino al 1-3-1962).  
FIORIO BELLETTI, dott. ing. GIOVANNI, di *Fisica* (sino al 1-3-62).  
GHIOTTI dott. ing. MARCO, di *Preparazione dei minerali*.  
GILLI dott. ROSALBA, di *Geometria I* (Corso A), predetta, (sino al 30-6-62).  
GRASSI dott. GIANFRANCA, di *Chimica*.  
GRASSINO dott. ing. ROBERTO, di *Idraulica*.  
LAUSETTI dott. ing. ATTILIO, predetto, di *Meccanica applicata alle macchine e macchine*.  
LEONE dott. ing. EPIFANIO, di *Macchine elettriche*.  
LESCHIUTTA dott. ing. SIGFRIDO, di *Meccanica razionale* (sino al 30-6-62).  
LONGO dott. EUGENIA, di *Meccanica razionale* (dal 1-7-62).  
MAGNANO dott. GIORGIO, di *Prospezione geomineraria*.  
MAIOCCO dott. ing. UMBERTO, di *Economia e tecnica aziendale*.  
MALAGUZZI dott. CRISTINA, di *Analisi Matematica II* (dal 1-9-62).  
MAOLI dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzione di motori per aeromobili*.  
MAZZA dott. ing. MATTIA, di *Fisica tecnica*.  
MAZZÙ dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno* (Corso B).  
MEZZETTI dott. ENRICA, di *Fisica*.  
MORANDINI FRISA dott. ing. ANGELICA, di *Arte mineraria* (dal 1-11-1961 al 30-11-1961 e dal 1-3-1962).  
MORONI dott. PAOLA, di *Analisi matematica II*.

MOSCA dott. ing. PAOLO, di *Costruzioni idrauliche*.  
NANO dott. ing. ERMANNINO, di *Radiotecnica*.  
NUVOLI dott. ing. ANNA, di *Disegno* (Corso A).  
PALMERI dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno* (Corso B).  
PONCINI dott. FRANCA, di *Geometria I* (Corso B).  
RIETTO dott. ANNAMARIA, di *Fisica*.  
RIVOLO dott. MARIA TERESA, di *Geometria I* (Corso A) predetta  
(dal 1-7-62).  
ROLANDO dott. MAGDA, di *Analisi matematica I* (Corso A).  
SAGGESE dott. ing. GIOVANNI, di *Fisica tecnica*.  
SASSI PERINO dott. ing. ANGELA, di *Scienza delle costruzioni*.  
SOARDO dott. ing. GIAN PIETRO, predetto, di *Elettrotecnica*.  
SOARDO dott. ing. PAOLO, di *Elettronica applicata e Elettrotecnica II*  
(per elettronici).  
TEDDE dott. PIETRO GIOVANNI, di *Fisica*.  
TRUCCHI dott. LAURA, di *Fisica*, dal 1-3-1962.  
VACCA dott. JACOBA, di *Analisi matematica II* (sino al 31-8-62).  
VALABREGA dott. PIERA, di *Fisica*.  
VALSESIA dott. ing. STANISLAO, Socio Associazione Italiana Cal-  
colo Automatico; di *Impianti elettrici*.  
VERRANDO dott. IMELIA, di *Geometria II* (sino al 30-6-62).  
ZAVATTARO dott. MARIA GRAZIA, di *Meccanica razionale*.

#### Assistenti volontari.

ALBINI dott. ing. ROMOLO, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.  
AMBROSIO dott. ing. SILVANO, di *Calcolatrici e logica dei circuiti*.  
ANTONINO dott. ing. PIERO, di *Scienza delle costruzioni*.  
ANTONIOLI dott. ing. PIER GIORGIO, Socio Associazione Elettro-  
tecnica Italiana AEI; Membro Residente all'estero della Société  
Française des Electriciens; Socio della Società Arch. ed Ingegneri  
di Torino; Membro dell'Ordine Ingegneri della Provincia di Torino;  
di *Macchine elettriche*.  
ASCARI dott. ALDO, di *Fisica del reattore nucleare*.  
BARDELLI dott. ing. PIER GIOVANNI, di *Architettura tecnica*.

- BAROVERO dott. ing. PIER GIORGIO, predetto, di *Tecnica delle costruzioni*, fino al 31-12-1961.
- BELLIA dott. ing. CLEMENTE, predetto, di *Tecnica delle costruzioni*.
- BIANCO dott. ing. GIACOMO, di *Tecnologie dei materiali*.
- BIONDOLILLO dott. ing. FAUSTO, di *Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti*.
- BONACCORSO dott. ing. SALVATORE, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.
- BOSIO dott. ing. ROBERTO, di *Macchine elettriche*.
- BREZZI dott. ing. LORENZO, di *Costruzioni idrauliche*.
- CAVALLO dott. ing. GIOVANNI, di *Elettrotecnica*.
- CHARRIER dott. GIOVANNI, predetto, di *Mineralogia e litologia*.
- CHINNICI dott. ing. ERALDO, di *Macchine elettriche*.
- CORNAGLIA CABIATI dott. ing. ANNA MARIA, di *Tecnologia meccanica*.
- CORONA dott. ing. GIOVANNI, di *Complementi di scienza delle costruzioni*.
- DE PADOVA dott. ing. EZIO, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.
- FASOLI dott. ing. UGO, predetto, di *Chimica industriale*.
- FERRERO dott. ing. FRANCO, di *Progetto di aeromobili*.
- FLECCHIA dott. ing. FIORENZO, di *Idraulica*.
- GAGLIARDI dott. ing. ENRICO, di *Fisica tecnica*.
- GATTIGLIA dott. ing. UMBERTO, di *Elettrotecnica*.
- GHISOLFI dott. GIANCARLO, di *Tecnologie dei materiali*.
- GIOIA dott. ing. ROSOLINO, di *Costruzioni automobilistiche*.
- GOVONI dott. ing. FERRUCCIO, di *Macchine elettriche*.
- GUGLIELMACI dott. ing. VITTORIO, di *Complementi di scienza delle costruzioni*.
- LA ROCCA dott. ing. LUCIO, di *Progetto di aeromobili*.
- LAULETTA dott. ing. VINCENZO, di *Tecnica delle costruzioni*.
- LEVI dott. ing. RAFFAELLO, di *Tecnologia meccanica*.
- LOVERA dott. PIERA, di *Scienza delle costruzioni*.
- LUBOZ dott. ing. GRAZIANO, di *Scienza delle costruzioni*.

- LUCHINO dott. ing. ANTONIO, di *Comunicazioni elettriche (per elettronici)*.
- MANCINI dott. ing. RENATO, di *Arte mineraria*.
- MANZONI dott. ing. SILVIO, predetto, di *Fisica tecnica*.
- MAROCCHI dott. ing. DANTE, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.
- MARTELLOTTA dott. ing. RENATO, di *Scienza delle costruzioni*.
- MATTEUCCI dott. ELIO, predetto, di *Giacimenti minerali*.
- MAZZARINO dott. ing. PIETRO, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.
- MERLETTI dott. ing. GIANSECONDO, di *Topografia*.
- MISUL dott. ing. MARIO, di *Tecnologia meccanica*.
- MODIGLIANI dott. ing. VITTORIO, di *Economia e tecnica aziendale*.
- MONICO dott. ILEANA, di *Chimica industriale*.
- MONTE dott. ing. ARMANDO, di *Impianti meccanici*.
- MORANDINI FRISA dott. ing. ANGELICA, predetta, di *Preparazione dei minerali*.
- NIZZI dott. arch. ELVIO, di *Urbanistica*.
- OGGIANO dott. MARIA SANDRA, predetta, di *Analisi matematica*.
- OITANA dott. MARIO, di *Chimica industriale*.
- OSTORERO dott. ing. FRANCO, di *Idraulica*.
- PANE dott. ing. CRESCENTINO, di *Disegno edile*.
- PEIRANO dott. MARIA, di *Chimica industriale*.
- PELIZZA dott. ing. SEBASTIANO, di *Geofisica mineraria*.
- PERAZZONE dott. ing. RENZO, di *Estimo ed esercizio della professione*.
- PETRINI dott. ing. EMILIO, di *Elettrotecnica*.
- PICCO dott. arch. GIOVANNI, di *Architettura tecnica*.
- PINAMONTI dott. ing. CLAUDIO, di *Costruzione di macchine*.
- PORCELLANA dott. ing. GIOVANNI, di *Costruzioni idrauliche*.
- PRUNOTTO dott. ing. FERDINANDO, Membro del Centro Studi di organizzazione della Produzione e dei Trasporti del Politecnico di Torino; Membro del Consiglio Direttivo dell'Associazione Ingg. ed Architetti Castello del Valentino; Socio del Collegio Costruttori di Torino; Corrispondente delle riviste: « Costruzioni metalliche » e « L'Ingegnere libero professionista »; di *Architettura tecnica*.

PRUNOTTO dott. VINCENZO, di *Giacimenti minerali*, fino al 31-12-61.  
RATTI dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Arte mineraria*.  
REMONDINO dott. MARIO, di *Costruzione di macchine*.  
ROCCI dott. ing. IVANO, di *Elettrotecnica*.  
ROMEO dott. ing. ANTONINO, di *Scienza delle costruzioni*.  
RUSSO dott. ing. GUALTIERO, predetto, di *Tecnologia meccanica*.  
SELLA dott. ing. GIUSEPPE, di *Elettrochimica*.  
SCARZELLA dott. ing. GIOVANNI, di *Architettura tecnica*.  
SDERCI dott. ing. GASTONE, di *Telefonia*.  
SOFI dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzione di macchine*.  
TAMBURELLI dott. ing. GIOVANNI, di *Comunicazioni elettriche*  
(per elettrotecnici).  
TARCHETTI, dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Fisica tecnica*.  
THAON DI REVEL, dott. ing. MAURIZIO, di *Scienza delle costruzioni*.  
TORRETTA dott. ing. NERI, di *Meccanica applicata alle macchine*.  
VARVELLI dott. ing. RICCARDO, di *Tecnica della perforazione e sondaggi*.

#### PERSONALE TECNICO

#### FACOLTÀ DI INGEGNERIA

##### Tecnici laureati.

BECCIO dott. ing. LAURA, predetta, addetta all'Istituto di *Costruzioni di macchine*.  
PELIZZA dott. ing. SEBASTIANO, predetto, addetto all'Istituto di *Arte Mineraria*.  
PRUNOTTO dott. ing. FERDINANDO, predetto, addetto all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

##### Tecnici Coadiutori.

BORDONI per. ind. ENRICO, addetto all'Istituto di *Gasdinamica*.  
GROSSO geom. LORENZO, addetto all'Istituto di *Motori per aeromobili*.

MARANGONI per. el. ITALO, predetto, addetto alla cattedra di *Estimo ed esercizio della professione*, ma destinato a prestare servizio alla Centrale Elettrica.

MASSERANO geom. ALESSANDRO, addetto all'Istituto di *Costruzioni di macchine*.

MOLITERNO per. ind. ADOLFO, addetto all'Istituto di *Fisica Tecnica*.

PARENA geom. LIVIO, addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

PRINO per. chim. MICHELE, addetto all'Istituto di *Chimica Industriale*.

RECROSIO per. ind. ROBERTO, addetto all'Istituto di *Comunicazioni Elettriche*.

#### **Tecnici Esecutivi.**

ARDUINO ANDREA, *tecnico di I classe* addetto all'Istituto di *Tecnica delle Costruzioni*.

BELTRAMI OTELLO, *tecnico principale* addetto all'Istituto di *Arte Mineraria*.

BERNARDI EGIDIO, *ausiliario di ruolo aggiunto* addetto a svolgere mansioni di tecnico addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

CALCAGNO EDOARDO, *tecnico principale* addetto all'Istituto di *Meccanica Applicata alle macchine*.

CHIESA GABRIELE, *avventizio statale di 4<sup>a</sup> categoria con funzioni di tecnico* addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

DEORSOLA GIUSEPPE, *avventizio statale di 4<sup>a</sup> categoria con funzioni di tecnico* addetto all'Istituto di *Chimica Industriale*.

DE PAOLI SERGIO, *ausiliario incaricato con funzioni di tecnico*, predetto, addetto all'Ufficio Tecnico del Rettorato.

FASSIO EUGENIO, *tecnico di II classe* addetto all'Istituto di *Idraulica*.

FONTANA OTTORINO, *tecnico di III classe* addetto all'Istituto di *Chimica Applicata*.

GALLINA ALDO, *tecnico di I classe* addetto all'Istituto di *Fisica*.

LUSSO ALDO, *tecnico di II classe* addetto all'Istituto di *Elettrotecnica*.

MAZZUOLI LIDIO, *tecnico di II classe* addetto all'Istituto di *Aerodinamica*.

MEINARDI GUIDO, *avventizio statale di 4<sup>a</sup> categoria con funzioni di tecnico* addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

REALE GIUSEPPE, *tecnico di II classe mutilato di guerra*, addetto all'Istituto di *Giacimenti minerari*.

RIGOTTI GUIDO, *tecnico di III classe* addetto all'Istituto di *Macchine*.

- ROCCATO CARLO, *tecnico di II classe* addetto all'Istituto di *Tecnologia meccanica*.
- ROLFO MARCELLINO, *tecnico di II classe* addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.
- ROSSO POGNANT AURELIO, *tecnico di III classe* addetto all'Istituto di *Elettrochimica*.
- ROSSI FULVIO, *avventizio straordinario di 4<sup>a</sup> categoria con funzioni di tecnico* addetto all'Istituto di *Tecnica ed Economia dei trasporti*.
- SALUZZO GIOVANNI, *tecnico di II classe* addetto all'Istituto di *Topografia*.
- STRALLA GIUSEPPE, *predetto, tecnico di II classe* addetto al Rettorato.

#### Tecnici Avventizi.

- AILLIAUD FRANCO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Fisica Tecnica*.
- ALBERTIN ANGELO, *avventizio straordinario con mansioni di tecnico* addetto all'Istituto di *Chimica Industriale*.
- BACIN ALDO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.
- BALZOLA AMOS, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Comunicazioni Elettriche*.
- BARBERO GIUSEPPE, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Fisica Tecnica*.
- BELMONDO GIUSEPPE, *tecnico avventizio* addetto all'Officina Meccanica.
- BORGNA ERMINIO, *tecnico avventizio* addetto all'Officina Meccanica.
- GIACHELLO GIORGIO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Macchine*.
- GIVA MAGNETTI PIETRO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Costruzioni di Macchine*.
- MACERA LUIGI, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Fisica*.
- MONTAGNINI MARIO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Fisica Tecnica*.
- ORTONI ANTONIO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Macchine*.
- REANO GIOVANNI, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Idraulica*.
- ROSSO DELFINO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Fisica Tecnica*.

SAVIO GIANFRANCO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Arte Mineraria*.

SAVIOTTI ERNESTINO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Costruzioni di Macchine*.

TABONE GIORGIO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Mec-  
canica applicata alle macchine e Aerodinamica*.

VIARO TONINO, *tecnico avventizio* addetto all'Istituto di *Arte Mine-  
raria*.

## PERSONALE AUSILIARIO ADDETTO ALLA FACOLTÀ DI INGEGNERIA

### Ausiliari di Ruolo.

ANNUNZIATA CARMINE, ✱, ✕, ⊕, *bidello di 3ª classe* addetto al-  
l'Istituto di *Topografia*.

ANTONUCCI LORES, *bidello di 2ª classe* addetto all'Istituto di *Elet-  
trochimica*.

BAIARDO MARIO, *bidello capo* addetto all'Istituto di *Chimica Ap-  
plicata*.

BEVILAQUA MICHELE, *bidello di 3ª classe* addetto all'Istituto di  
*Idraulica*.

CHIADÒ FELICE, *bidello di 2ª classe* addetto all'Istituto di *Fisica*.

FIORELLO GIACOMO, ▣ addetto all'Istituto di *Disegno*.

GIGLI BALDASSARRE, ▣ *bidello capo* addetto all'Istituto di *Elettro-  
tecnica*.

LAVAGNA GIUSEPPE, *bidello di 3ª classe* addetto all'Istituto di  
*Meccanica Applicata alle macchine*.

MEINARDI LORENZO, *bidello capo* addetto all'Istituto di *Chimica  
Industriale*.

PICCI DONATO, ▣ addetto all'Istituto di *Analisi matematica*.

REINERI PIETRO, *bidello di 3ª classe* addetto all'Istituto di *Arte  
Mineraria*.

ROGGERO REMO, ▣, addetto all'Istituto di *Macchine*.

SCALITO FRANCESCO, *bidello di 2ª classe* addetto all'Istituto di  
*Macchine*.

SCHIRRIPA GIUSEPPE, *bidello di 3ª classe* addetto all'Istituto di  
*Fisica Tecnica*.

SETTO GERVASIO, *bidello di 3<sup>a</sup> classe* addetto all'Istituto di *Tecnica delle costruzioni*.

SQUARZINO ATTILIO, *bidello di 2<sup>a</sup> classe* addetto all'Istituto di *Elettrotecnica*.

#### **Ausiliari Incaricati.**

BONINO RICCARDO, addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

CERETTO CASTIGLIANO ORESTE, addetto all'Istituto di *Giacimenti Minerari*.

CHIORINO VITTORIO, addetto all'Istituto di *Giacimenti Minerari*.

FISCELLI EUGENIO,  addetto all'Istituto di *Progetto di Aeromobili*.

MARTINENGO GIUSEPPE, addetto all'Istituto di *Chimica*.

#### **Ausiliari Avventizi.**

AMATO ROCCO, addetto all'Istituto di *Idraulica*.

BOCCATO LUCIA, addetta all'Istituto di *Idraulica*.

CAIVANO SEBASTIANO, addetto all'Istituto di *Costruzioni di macchine*.

D'ONOFRIO ANTONIO, addetto all'Istituto di *Elettrotecnica*.

GAROFOLI GRAZIA, addetta all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

GRINDATTO ORLANDO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

MANDRILE MARIANNA, addetta all'Istituto di *Fisica Tecnica*.

PELLEGRINO VITTORIA, addetta all'Istituto di *Chimica*.

STEFANINI LORES, addetto all'Istituto di *Fisica*.

TORRENTE MICHELE, addetto all'Istituto di *Analisi Matematica*.

USAI GIUSEPPE, addetto al *Biennio Propedeutico*.

# CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN Elettrotecnica

DIREZIONE E PERSONALE INSEGNANTE

Prof. ANTONIO...

Prof. ...

Prof. ...

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.  
Ha lavorato in vari laboratori di Elettrotecnica  
e ha tenuto corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.

Prof. ... ANTONIO... Professore di Elettrotecnica  
all'Università di Napoli. Ha lavorato in vari  
laboratori di Elettrotecnica e ha tenuto  
corsi di Elettrotecnica in vari paesi.  
Ha pubblicato varie opere scientifiche e  
ha partecipato a varie conferenze internazionali.



**Sezione: Elettromeccanica.**

Direttore: Prof. Dott. Ing. ANTONIO CARRER.

*Corsi annuali.*

ASTA prof. dott. ing. ANTONINO, professore ordinario di Elettrotecnica nell'Università di Napoli; Socio Associazione Elettrotecnica Italiana; Membro Comitato Elettrotecnico Italiano; Membro permanente Conferenza Internazionale grandi reti elettriche; Membro Accademia pugliese delle Scienze; Presidente del Comitato di studio n. 10 della Conference Internationale des Grands Réseaux électriques (Trasmissione a corrente continua ad alta tensione); di *Elettronica industriale* e di *Complementi di Impianti Elettrici per Teoria delle reti in regime permanente e transitoria.*

BROSSA prof. dott. ing. GIANDOMENICO, predetto, di *Complementi di impianti elettrici per Centrali termoelettriche.*

CARRER prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Complementi di macchine elettriche per Macchine rotanti.*

CERRETELLI prof. dott. ing. BERTO, di *Complementi di macchine elettriche per Trasformatori.*

COLOMBO dott. ing. BASSANO, di *Complementi di impianti elettrici per Modelli di reti.*

DE BERNOCHI dott. ing. CESARE, Membro della Sottocommissione « Isolatori per media tensione » della U.N.E.L.; Membro del Sc. 42 del C.E.I. « Tecnica delle prove ad alta tensione »; di *Complementi di impianti elettrici per Alte tensioni.*

FAGGIANO dott. ing. GIUSEPPE, di *Complementi di impianti elettrici per Apparecchi di interruzione.*

GRECO dott. ing. STEFANO, predetto, di *Complementi di macchine elettriche per Metadinamo.*

LOMBARDI prof. dott. ing. PAOLO, uff. ⚡, ⚙, ○, ✖, ✕, ⊕, ⊖;  
Vice Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano e Membro  
dei Sottocomitati « Nomenclatura, grandezze e unità, simboli  
letterali » e « Segni grafici » del Comitato stesso; Ex presidente  
della sezione di Torino dell'Associazione Elettrotecnica Italiana;  
Condirettore dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « G. Ferraris »;  
Membro del Comitato Consultivo di Elettricità del Comitato Inter-  
nazionale dei Pesi e delle Misure; di *Metrologia e complementi di  
misure elettriche*.

ZIMAGLIA dott. ing. CARLO, di *Regolazioni automatiche*.

*Corsi quadrimestrali.*

ANSELMETTI dott. ing. GIANCARLO, comm. ⚡, di *Tecnologia delle  
macchine elettriche*.

BOLLATI DI SAINT-PIERRE dott. ing. EMANUELE, Membro del  
C.E.I. (Misure - Strumenti); di *Misure industriali sugli impianti  
elettrici*.

FRONTICELLI dott. ing. GIOVANNI BATTISTA, di *Tecnologia degli  
impianti elettrici*.

LAVAGNINO prof. dott. BRUNO, predetto, di *Materiali conduttori  
dielettrici-magnetici*.

*Corsi monografici.*

BONICELLI dott. ing. GUIDO, di *Problemi economici delle imprese  
elettriche*.

PERRONE dott. ing. CARLO, di *Organizzazione industriale delle im-  
prese elettriche*.

**Sezione: Comunicazioni elettriche.**

Direttore: Prof. Dott. Ing. MARIO BOELLA.

**Sottosezione Radioelettronica.**

*Corsi generali.*

BIEY dott. ing. DOMENICO, predetto, di *Progetto di circuiti radio-  
elettronici*.

BIORCI dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Circuiti numerici e loro  
logica (in collaborazione)*.

- BOELLA prof. dott. ing. MARIO, predetto, di *Propagazione e antenne*.
- CARASSA dott. ing. FRANCESCO, di *Televisione monocromatica e a colori* (in collaborazione).
- DILDA prof. dott. ing. GIUSEPPE, Presidente della Associazione Piemontese « Fulbright », di *Radoricevitori*.
- GIACHINO dott. ing. GIOVANNI, di *Fenomeni transitori - Applicazioni dei semiconduttori*.
- GREGORETTI prof. dott. GIULIO, predetto, di *Misure elettroniche e metrologia* (in collaborazione).
- LA ROSA dott. ing. ANTONIO, di *Televisione monocromatica e a colori* (in collaborazione).
- LOMBARDI prof. dott. ing. PAOLO, predetto, di *Misure elettroniche e metrologia* (in collaborazione).
- MINUCCIANI dott. ing. GIORGIO, di *Elettronica industriale* (in collaborazione).
- MONTI-GUARNIERI dott. ing. GIOVANNI, di *Ponti radio*.
- NANO dott. ing. ERMANNO, predetto, di *Tecnica delle forme d'onda e di Ponti radio*.
- PIGLIONE prof. dott. ing. LUIGI, predetto, di *Controlli automatici e di Circuiti numerici e loro logica* (in collaborazione).
- PINOLINI dott. ing. FRANCO, di *Calcolatrici elettroniche* (in collaborazione) e di *Misure elettroniche*.
- RAVIOLA dott. ing. VITTORIO, Membro della Société des Radio-électriciens, di *Radiotrasmettitori* (in collaborazione).
- REVIGLIO dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Calcolatrici elettroniche* (in collaborazione).
- SACERDOTE prof. dott. ing. GINO, predetto, di *Elettroacustica*.
- SOARDO dott. ing. PAOLO, predetto, di *Televisione monocromatica e a colori*.
- VILLA dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Radiolocalizzazione* (in collaborazione).
- ZITO prof. dott. ing. GIACINTO, predetto, di *Tecnica delle microonde*.

#### Sottosezione Telefonia.

- BARBIERI dott. ing. SALVATORE, di *Equipaggiamenti per centrali telefoniche* (in collaborazione).
- CAPELLO dott. ing. FRANCO, predetto, di *Commutazione telefonica*.

- COSIMI dott. AURELIO, Membro del Sottocomitato N. 7 del C.E.I.;  
di *Tecnologie dei materiali telefonici*.
- DE FERRA dott. ing. PAOLO, di *Equipaggiamenti per centrali telefoniche* (in collaborazione).
- FUSINA dott. ing. GIOVANNI, Membro della Commissione di studio dei fenomeni di corrosione, del C.N.R., di *Linee e reti* (deceduto il 12-7-62).
- GIGLI prof. dott. ing. ANTONIO, di *Elettroacustica e acustica telefonica* (in collaborazione).
- LOMBARDI prof. dott. ing. PAOLO, predetto, di *Metrologia e misure telefoniche* (in collaborazione).
- PIVANO dott. ing. LUIGI, di *Trasmissione telefonica* (in collaborazione).
- POSSENTI prof. dott. ing. RENZO, predetto, di *Trasmissione telefonica* (in collaborazione).
- POZZI dott. ing. ETTORE, di *Impianti telefonici speciali*.
- SACERDOTE prof. dott. GINO, predetto, di *Elettroacustica e acustica telefonica* (in collaborazione).
- TATTARA dott. ing. GIANCARLO, di *Metrologia e misure telefoniche* (in collaborazione).
- VIDANO dott. ing. MARIO, di *Traffico telefonico*.

#### *Corsi monografici.*

- CAPELLO dott. ing. FRANCO, predetto, di *Impianti telefonici - Progettazioni* (in collaborazione).
- GREGORETTI prof. dott. GIULIO, predetto, di *Cavi telefonici*.
- LUCHINO dott. ing. ANTONIO, di *Impianti telefonici - Progettazioni* (in collaborazione).

# CORSO DI SPECIALIZZAZIONE NELLA MOTORIZZAZIONE

DIREZIONE E PERSONALE INSEGNANTE



Direttore: Prof. Dott. Ing. GIUSEPPE POLLONE.

**Sezione automezzi da trasporto.**

*Corsi fondamentali.*

BUFFA dott. ing. VINCENZO, di *Tecnologie speciali dell'automobile* (con visite ad officine).

FERRARO BOLOGNA prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Motori per automobili (con disegno e laboratorio)*.

GIACOSA dott. ing. DANTE, cav. uff. †; Commandeur de l'Ordre du Mérite pour la Recherche et l'Invention; Membro del Comitato direttivo e Presidente della Sottocommissione C.U.N.A.; Vice Presidente della sezione di Torino dell'A.T.A.; Presidente del Sottocomitato « Autoveicoli, motoveicoli e carrozzerie » del Comitato tecnico dell'Automobile; Consigliere dell'Associazione Nazionale degli Inventori; Socio effettivo della Society of Automotive Engineers (U.S.A.); Premio Compasso d'oro 1959 per il progetto della Fiat 500; di *Costruzione dei motori*.

POLLONE prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Costruzione degli autoveicoli (con disegno)*.

SAPPA dott. ORESTE, di *Equipaggiamenti elettrici con esercitazioni*.

*Corsi speciali.*

BUFFA dott. ing. VINCENZO, predetto, di *Costruzione delle carrozzerie*.

CARRERA gen. MARIO, Cavaliere †; comm. †, †, †; di *Problemi speciali e prestazione degli automezzi (per impiego su strada)*.

DI MAIO prof. dott. ing. FRANCESCO, di *Problemi speciali e prestazione degli automezzi (per impiego su rotaie)*.

PELISSERO magg. FELICE, di *Problemi speciali e prestazione degli automezzi (per impieghi militari)*.

## Sezione Automezzi agricoli.

### *Corsi fondamentali.*

(Gli stessi corsi della sezione Automezzi da trasporto).

### *Corsi speciali.*

PRIORELLI prof. dott. ing. GIUSEPPE, ordinario di Meccanica agraria con applicazione di disegno nella Università di Torino; Direttore della I Sezione meccanica del Centro Nazionale Meccanico Agricolo del C.N.R.; Membro effettivo della American Society of Agricultural Engineers; Membro corrispondente dell'Accademia di Agricoltura di Torino; di *Meccanica agraria*.

TASCHERI dott. ing. EDMONDO, Socio corrispondente dell'Accademia di Agricoltura di Torino; di *Problemi speciali delle trattrici agricole*.

TORAZZI dott. ing. FRANCO, Membro della American Society of Agricultural Engineers; di *Macchine speciali ed apparecchiature complementari delle trattrici* (con esercitazioni al Centro nazionale meccanico agricolo).

### *Ciclo di conferenze sulle Applicazioni della gomma alle costruzioni degli automezzi.*

ABBÀ dott. ERALDO, Socio A.E.I., Direttore tecnologico della CEAT GOMMA.

AMICI ing. dott. LUIGI, della Soc. PIRELLI.

DE SANTIS dott. ing. ERMENEGILDO, della Soc. PIRELLI.

FRANCESCHETTI ing. dott. ALESSANDRO, della Soc. SAGA.

### *Ciclo di conferenze sulle vibrazioni del gruppo propulsore degli autoveicoli.*

TORRETTA dott. ing. NERI, predetto, della S.p.A. FIAT.

# CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN INGEGNERIA NUCLEARE

“ G. AGNELLI ”

DIREZIONE E PERSONALE INSEGNANTE



Direttore: Prof. Dott. Ing. CESARE CODEGONE.

ARNEODO prof. dott. ing. CARLO, predetto, di *Impianti nucleari* (in collaborazione).

BELLION prof. dott. BARTOLOMEO, Segretario della Associazione Italiana di Fisica Sanitaria, di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione).

BOELLA prof. dott. ing. MARIO, predetto, di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione).

CESONI dott. ing. GIULIO, Membro del Comitato scientifico-tecnico EURATOM; Socio dell'American Nuclear Society; di *Impianti nucleari* (in collaborazione).

CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, predetto, di *Impianti nucleari* (in collaborazione).

DEMICHELIS prof. dott. FRANCESCA, predetta, di *Fisica Atomica*.

FARINELLI dott. ing. UGO, di *Reattori nucleari (con esercitazioni)* (in collaborazione).

LOVERA prof. dott. GIUSEPPE, predetto, di *Fisica nucleare*.

ORSONI dott. ing. LUCIANO, predetto, Membro dell'American Nuclear Society di New York; Membro della Industrial Atomic Forum di New York; Membro del Comitato Scientifico del CISE - Milano; Membro del Consiglio d'Amministr. del Forum Atomico Italiano - Roma; Membro del Comitato Naz. dell'Ass. Naz. Ing. Nucleare - Roma; Membro del Comitato di Redazione della Rivista Energia Nucleare - Milano; Membro del Comitato Scientifico di « Atompraxis » - Karlsruhe; Presidente della Sottocommissione Anidel per la Terminologia Nucleare; Membro della Sottocommissione Anidel per l'ubicazione degli impianti nucleari; Vice-Presidente della Commissione Energia Nucleare dell'UNI; Membro della « Table Ronde de l'énergie nucléaire » del « Conseil des Fédérations Industrielles d'Europe » Parigi; di *Reattori nucleari (con esercitazioni)* (in collaborazione).

**QUILICO** dott. ing. GIUSEPPE, predetto, Presidente del Sottocomitato tensioni, correnti, frequenze normali e coordinamento degli isolamenti; Membro corrispondente del Comitato Elettrotecnico Italiano; di *Impianti nucleari* (in collaborazione).

**RIGAMONTI** prof. dott. ing. ROLANDO, predetto, di *Chimica degli Impianti nucleari*.

**TRIBUNO** prof. dott. CARLO, di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione).

# CORSO DI PERFEZIONAMENTO NELL'INGEGNERIA DEL TRAFFICO

DIREZIONE E PERSONALE INSEGNANTE



Direttore: Prof. Dott. Ing. VITTORINO ZIGNOLI.

BECCHI prof. dott. ing. CARLO, predetto, *Progettazione e pianificazione delle strade.*

BERTOLOTTI prof. dott. ing. CARLO, predetto, *Metodi di rilevamento, statistiche del traffico e tecnica della circolazione stradale.*

CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, predetto, *Illuminazione, acustica e ventilazione nelle gallerie ferroviarie e stradali.*

POLLONE prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, *Tecnica dei trasporti agricoli.*

RUSSO FRATTASI prof. dott. ing. ALBERTO, predetto, *Tecnica dei trasporti industriali.*

ZIGNOLI prof. dott. ing. VITTORINO, predetto, *I veicoli e l'organizzazione dei trasporti.*

Il corso sarà inoltre integrato da insegnamenti monografici e da cicli di conferenze sui seguenti argomenti:

*Fisiologia e psicologia degli addetti al traffico e degli utenti; la prevenzione infortuni.*

*Diritto stradale.*

*Problemi urbanistici.*

*Organizzazione dei cantieri stradali.*



# FACOLTÀ D'INGEGNERIA

## LIBERI DOCENTI



- ARNEODO dott. ing. CARLO, predetto, in *Macchine*.
- BECCHI dott. ing. CARLO, predetto, in *Costruzioni stradali e ferroviarie*.
- BERTOLOTTI dott. ing. CARLO, predetto, in *Tecnica ed Economia dei trasporti*.
- BIORCI dott. ing. GIUSEPPE, predetto, in *Elettrotecnica*.
- BRAY dott. ing. ANTHOS, predetto, in *Misure meccaniche e in Meccanica applicata alle macchine*.
- BRISI dott. CESARE, predetto, in *Chimica applicata*.
- BROSSA dott. ing. GIANDOMENICO, predetto, in *Impianti industriali elettrici*.
- BURDESE dott. AURELIO, predetto, in *Chimica applicata*.
- BURLANDO dott. ing. FRANCESCO, in *Elettrotecnica*.
- CAMOLETTO dott. ing. CARLO, in *Scienza delle costruzioni*.
- CAPRA dott. VINCENZO, predetto, in *Calcoli numerici e grafici*.
- CASTIGLIA dott. ing. CESARE, predetto, in *Scienza delle costruzioni*.
- CERRETELLI dott. ing. BERTO, predetto, in *Costruzione di macchine elettriche*.
- CHIODI dott. ing. CARLO, predetto, in *Elettrotecnica generale*.
- DARDANELLI dott. ing. GIORGIO, in *Tecnologie dei materiali e tecnica delle costruzioni*.
- DEMICHELI dott. FRANCESCA, predetta, in *Fisica sperimentale*.
- DI MAIO dott. FRANCO, predetto, in *Tecnica ed economia dei trasporti*.
- ELIA dott. ing. LUIGI, predetto, in *Aeronautica generale*.
- FARINELLI dott. ing. UGO, predetto, in *Fisica nucleare*.
- FAVA dott. FRANCO, predetto, in *Geometria analitica con elementi di proiettiva e Geometria descrittiva con disegno*.

- FERRARO BOLOGNA dott. ing. GIUSEPPE, predetto, in *Macchine*.
- FERRO MILONE dott. ing. ANDREA, in *Scienza dei metalli*.
- GATTI dott. ing. RICCARDO, predetto, in *Misure elettriche*.
- GIANETTO dott. ing. AGOSTINO, predetto, in *Impianti industriali clinici*.
- GIGLI dott. ing. ANTONIO, predetto, in *Acustica*.
- GREGORETTI dott. GIULIO, predetto, in *Radiotecnica*.
- GUALANDI dott. DANTE, in *Metallurgia e metallografia*.
- GUZZONI dott. GASTONE, comm.  $\text{♣}$ , in *Metallurgia e metallografia*.
- LAVAGNINO dott. ing. BRUNO, predetto, in *Misure elettriche*.
- LEVI dott. ing. FRANCO, predetto, in *Scienza delle costruzioni*.
- LOCATI dott. ing. LUIGI, predetto, in *Tecnologie generali*.
- LOMBARDI dott. ing. PAOLO, predetto, in *Elettrotecnica*.
- LORENZELLI dott. ing. EZIO, in *Costruzioni aeronautiche*.
- LUCCO BORLERA dott. MARIA, predetta, in *Chimica applicata*.
- MACCHIA dott. OSVALDO, in *Chimica merceologica*.
- MARCHETTI SPACCAMELA dott. ELENA, predetta, in *Chimica industriale*.
- MATTEOLI dott. LENO, predetto, in *Metallurgia e metallografia*.
- MATTIOLI dott. ENNIO, predetto, in *Aerodinamica*.
- MICHELETTI dott. ing. GIAN FEDERICO, predetto, in *Tecnologie meccaniche*.
- MORELLI dott. ing. PIETRO, predetto, in *Aeronautica generale*.
- MORTARINO dott. ing. CARLO, predetto, in *Aerodinamica sperimentale*.
- MUGGIA dott. ing. ALDO, predetto, in *Aerodinamica*.
- MUZZOLI dott. ing. MANLIO,  $\text{♣}$ . Presidente ASSOPLAST; Presidente UNIPLAST; Membro della Giunta del Salone Internazionale della Tecnica; Membro del Consiglio della Confindustria; Membro del Consiglio dell'Istituto Italiano dei Plastici; in *Metallurgia e metallografia*.
- OCCELLA dott. ing. ENEA, predetto, in *Arte mineraria*.

- OREGLIA dott. arch. MARIO, predetto, in *Architettura tecnica*.
- PERETTI dott. ing. LUIGI, predetto, in *Geologia*.
- PEROTTO dott. ing. PIER GIORGIO, in *Meccanica applicata alle macchine*.
- PERRI dott. ing. EMILIO, Socio della U.G.G.I. (Unione Geodetica Geofisica Internazionale); Membro della Commissione Sismologica Europea; Socio della Associazione Geofisica Italiana; in *Sismologia*.
- PIGLIONE dott. ing. LUIGI, predetto, in *Elettrotecnica*.
- PINCIROLI dott. ing. ANDREA, in *Elettrotecnica*.
- PIPERNO dott. ing. GUGLIELMO, in *Macchine termiche*.
- PIZZETTI dott. ing. GIULIO, in *Scienza delle costruzioni*.
- POLLONE dott. ing. GIUSEPPE, predetto, in *Costruzione di macchine*.
- POSSENTI dott. RENZO, predetto, in *Comunicazioni elettriche*.
- PREVER dott. VINCENZO, Comm.  $\frac{1}{2}$ , Medaglia d'oro di fedeltà al lavoro (43 anni) della Camera di Commercio di Torino; in *Metallografia*.
- QUILICO dott. ing. GIUSEPPE, predetto, in *Elettrotecnica*.
- ROMITI dott. ing. ARIO, predetto, in *Meccanica applicata alle macchine*.
- ROSSETTI dott. ing. UGO, predetto, in *Sperimentazione dei materiali e delle strutture*.
- RUFFINO dott. ing. GIUSEPPE, predetto, in *Elettronica applicata*.
- RUSSO FRATTASI dott. ing. ALBERTO, predetto, in *Tecnica ed economia dei trasporti*.
- SACERDOTE dott. ing. CESARINA n. BORDONE, in *Elettroacustica applicata*.
- SACERDOTE dott. ing. GINO, predetto, in *Comunicazioni elettriche*.
- SAVINO avv. MANFREDI, in *Legislazione del lavoro*.
- SOLDI dott. ing. MARIO, predetto, in *Comunicazioni elettriche*.
- STRADELLI dott. ing. ALBERTO, in *Macchine ed impianti frigoriferi*.
- TAMBURELLI dott. ing. GIOVANNI, predetto, in *Comunicazioni elettriche*.
- TETTAMANZI dott. ANGELO, predetto, in *Chimica applicata*.

TONIOLO dott. ing. SERGIO BRUNO, in *Costruzioni di macchine elettriche*.

TOURNON dott. ing. GIOVANNI, predetto, in *Tecnologie dei materiali e tecnica delle costruzioni*.

VACCA dott. MARIA TERESA, predetta, in *Meccanica razionale con elementi di statica grafica e disegno*.

VERNAZZA dott. ETTORE, in *Chimica generale*.

ZERBINI dott. ing. VALENTINO, in *Misure elettriche*.

ZITO dott. ing. GIACINTO, predetto, in *Comunicazioni elettriche*.

ZUNINI dott. ing. BENEDETTO, in *Scienza delle costruzioni*.

# FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

INSEGNANTI - AIUTI - ASSISTENTI -  
PERSONALE TECNICO E SUBALTERNO



PUGNO ing. dott. GIUSEPPE MARIA, predetto. *Presidente.*

**Professori ordinari.**

(In ordine d'anzianità)

PUGNO ing. dott. GIUSEPPE MARIA, predetto, di *Scienza delle costruzioni.*

VERZONE dott. ing. PAOLO, predetto, di *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti.*

MOLLINO dott. arch. CARLO, Vice presidente dell'Istituto di Architettura montana di Torino; Consigliere della Società promotrice delle belle arti di Torino; di *Composizione architettonica.*

GORIA dott. CARLO, Membro della Commissione del C.N.R. per lo studio dei leganti idraulici; Membro del Sottocomitato Calcestruzzo Grandi Dighe; di *Chimica generale e applicata.*

BAIRATI dott. arch. CESARE, Membro dell'Istituto di Architettura montana; Membro del Consiglio dell'Ordine degli Architetti del Piemonte; Membro del gruppo di studio del C.N.R. per il coordinamento modulare nell'edilizia; di *Elementi costruttivi.*

**Facoltà di Architettura. - Ruolo di anzianità.**

(Situazione al 1-11-1961 all'atto dell'applicazione della legge n. 16 del 26-1-1962).

**Professori ordinari.**

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coef.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
1	Pugno Gius. Maria . . .	17-5-1900	1-12-1933	1-12-1936	1040
2	Verzone Paolo . . . .	12-10-1902	1-12-1942	1-12-1945	»
3	Mollino Carlo . . . .	6-5-1905	1-2-1953	1-2-1956	800
4	Goria Carlo . . . . .	3-11-1910	15-12-1954	15-12-1957	»
5	Bairati Cesare . . . .	13-1-1910	1-11-1957	1-12-1960	»

### Professori incaricati.

- ALOISIO prof. dott. arch. OTTORINO, comm.  $\text{✠}$ , di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione II* e di *Decorazione*.
- BAIRATI prof. dott. arch. CESARE, predetto, di *Elementi di composizione*.
- BONINO dott. ANTONIO, di *Lingua tedesca*.
- CENTO dott. arch. GIUSEPPE,  $\text{✠}$ , di *Applicazioni di geometria descrittiva*.
- CERESA prof. dott. arch. PAOLO, Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione I*.
- CHIERICI prof. dott. arch. UMBERTO, di *Restauro dei monumenti*.
- DALL'ACQUA prof. dott. GIANFRANCO, di *Igiene edilizia*.
- DARDANELLI prof. dott. ing. GIORGIO, predetto, comm.  $\text{✠}$ , di *Meccanica razionale e statica grafica*.
- DEABATE pittore TEONESTO, di *Scenografia ed arte dei giardini* e di *Disegno dal vero II*.
- DE BERNARDI dott. arch. DARIA n. FERRERO, predetta di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura II*.
- FASOGLIO dott. ARTURO, Socio del British Institute; di *Lingua inglese*.
- FERROGLIO prof. dott. ing. LUIGI,  $\text{✠}$ , di *Impianti tecnici*.
- GORIA prof. dott. CARLO, predetto, di *Mineralogia e geologia*.
- MOLLI BOFFA prof. dott. arch. ALESSANDRO,  $\text{⊙}$ ,  $\text{○}$ ; Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Urbanistica II*.
- MOLLINO prof. dott. arch. CARLO, predetto, di *Composizione architettonica*.
- MONDINO dott. arch. FILIPPO, Consigliere della Società Ingegneri ed Architetti di Torino; di *Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva*.
- MOSSO dott. arch. LEONARDO, di *Plastica ornamentale*.
- PALOZZI prof. dott. GIORGIO, di *Analisi matematica e geometria analitica I* e di *Analisi matematica e geometria analitica II*.
- PASSANTI dott. arch. MARIO, Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.
- PELLEGRINI prof. dott. arch. ENRICO, di *Disegno dal vero I* e di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I*.

PUGNO dott. ing. GIUSEPPE ANTONIO, di *Fisica tecnica*.

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni*.

RASPINO dott. ing. GIOVANNI, di *Topografia e costruzioni stradali*.

RIGOTTI prof. dott. ing. GIORGIO, predetto, di *Urbanistica I*.

ROGGERO prof. dott. arch. MARIO FEDERICO, , Cavaliere dell'Ordine equestre del S. Sepolcro di Gerusalemme; Membro del Consiglio Italiano dell'U.I.A. (Union Internationale Architectes); Vice Presidente della Società Ingegneri ed Architetti di Torino; Consigliere Nazionale del C.N.E.T.O.; Consigliere Amministrativo del Consorzio Provinciale Istruzione Tecnica; Membro del Consiglio Nazionale dell'Ordine degli Architetti; Membro del Consiglio Federale dell'A.N.I.A.I.; Membro del Consiglio dell'Istituto di Architettura montana; Delegato italiano presso il Comité de Liaison des architectes du Marché Commun di Bruxelles; di *Caratteri distributivi degli edifici*.

VAUDETTI prof. dott. arch. FLAVIO, Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Estimo ed esercizio professionale*.

VENTURELLO dott. CECILIA, nata BRIGATTI, di *Fisica generale*.

VERZONE prof. dott. arch. PAOLO, predetto, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura I*.

#### Aiuti.

DE' CRISTOFARO dott. arch. MARIA GABRIELLA, nata ROVERA, di *Scienza delle costruzioni*.

GABETTI prof. dott. arch. ROBERTO, Vice Segretario del Comitato Dirigente della Società Ingegneri ed Architetti di Torino; Segretario dell'Istituto di Architettura Montana; Presidente della Commissione culturale della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti; di *Composizione architettonica*.

ROGGERO prof. dott. arch. MARIO FEDERICO, predetto, di *Caratteri distributivi degli edifici* (in congedo per incarico d'insegnamento dal 1-11-61).

#### Assistenti ordinari.

BOSCO dott. arch. ADRIANA, nata COGNO, di *Scienza delle costruzioni*.

CASALI dott. arch. MARIA LODOVICA, di *Urbanistica I* (dal 1-7-62).

CERAGIOLI dott. ing. GIORGIO, di *Elementi costruttivi*.

DE BERNARDI prof. dott. arch. DARIA, nata FERRERO, di *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti*.

GARDANO dott. arch. GIOVANNI, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I* (dal 1-8-62).

NEGRO dott. ALFREDO, di *Chimica generale ed applicata* (dal 16-4-62).

#### Assistenti incaricati.

COMOLI dott. arch. VERA, di *Storia dell'arte e Storia e Stili dell'architettura*.

VARALDO dott. arch. GIUSEPPE, di *Composizione architettonica*.

ZUCCOTTI dott. arch. GIAN PIO, di *Fisica tecnica* (dal 16-12-61).

#### Assistenti straordinari.

BORDOGNA dott. arch. CARLO, di *Composizione architettonica II*.

DE BERNARDI dott. arch. ATTILIO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.

GIAY dott. arch. EMILIO, di *Caratteri distributivi*.

LORINI dott. arch. GIUSEPPE, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione II*.

PRIANTE dott. arch. BRUNO, di *Tecnologia dei materiali*.

ROSA dott. arch. ARMANDO, di *Mineralogia*.

VIGLINO dott. arch. MICAELA, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura*.

ZUCCOTTI dott. arch. GIOVANNA, di *Applicazioni di geometria descrittiva*.

#### Assistenti volontari.

ACROME dott. arch. CESARE, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione II*.

BARBANO dott. arch. FRANCO, di *Elementi di composizione*.

BAUDINO dott. arch. MARIA TERESA nata NAVALE, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I*.

BERTOLA dott. arch. CARLO, di *Estimo ed esercizio professionale*.

BRUNATI dott. IDA, di *Fisica generale*.

- BRUNO dott. arch. ANDREA, di *Restauro dei monumenti*.
- BURZIO dott. arch. MARIO, di *Disegno dal vero I*.
- CUSSINO dott. LUCIANO, di *Chimica generale ed applicata*.
- D'AGNOLO VALLAN dott. arch. FRANCO, di *Composizione architettonica II*.
- D'AGNOLO VALLAN dott. arch. MARIA GRAZIA n. CERRI, di *Restauro dei monumenti*.
- DARVICH dott. arch. DIAHANGUIR, di *Plastica ornamentale*.
- DAVICO dott. arch. GUIDO, di *Applicazioni di geometria descrittiva*.
- DE MICHELIS dott. ing. ANNA MARIA, di *Topografia e costruzioni stradali*.
- DEROSSO dott. arch. PIERO, di *Composizione architettonica I e II*.
- DE STEFANO dott. STEFANIA, di *Analisi matematica I e II*.
- GAMBINO dott. arch. ROBERTO, di *Elementi costruttivi*.
- GERBI dott. arch. BRUNA, nata BASSI, di *Geometria descrittiva*.
- GHEDUZZI dott. arch. UGO, di *Applicazioni di geometria descrittiva*.
- GIORDANINO dott. arch. GIUSEPPE, di *Elementi di composizione*.
- GRESPLAN dott. ing. ORLANDO, di *Meccanica razionale*.
- GRIVA dott. arch. GIANFRANCO, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura I*.
- IMBERTI dott. EMILIA, di *Lingua inglese*.
- MATTIA dott. arch. DOMENICO, di *Plastica ornamentale*.
- MAZZA dott. arch. LUIGI, di *Elementi costruttivi*.
- MAZZARINO dott. arch. LUCIANO, di *Urbanistica I*.
- MESTURINO dott. arch. UGO, di *Caratteri distributivi*.
- MUCARIA dott. ing. UMBERTO, di *Topografia e costruzioni stradali*.
- MUSSO dott. arch. FRANCESCO, di *Fisica tecnica*.
- NEGRO dott. ALFREDO, predetto, di *Mineralogia e geologia*.
- NICOLA dott. arch. PALMIRA, di *Applicazioni di geometria descrittiva*.
- OGNIBENE dott. arch. FRANCESCO, di *Urbanistica II*.
- OREGLIA D'ISOLA dott. arch. AIMARO, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione I*.

- PANIZZA dott. arch. ALDA, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.
- PELLI dott. GABRIELE, di *Chimica generale ed applicata*.
- PERELLI prof. dott. arch. CESARE, di *Urbanistica II*.
- PRATESI dott. arch. LUIGI, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni*.
- RATTABINO dott. arch. SILVIO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I*.
- RIVELLA dott. arch. MARIO, di *Disegno dal vero II e di Scenografia*.
- ROLANDO dott. PIERO, di *Mineralogia e Geologia*.
- SAGLIETTO dott. arch. PIETRO, di *Composizione architettonica I e II*.
- SCATTI dott. arch. MARIO, di *Impianti tecnici*.
- SELLERI dott. ing. MICHELE, di *Topografia e costruzioni stradali*.
- SEMINO dott. arch. MARIO, di *Disegno dal vero I*.
- STANCHI dott. arch. PIER MASSIMO, di *Disegno dal vero II*.
- TARICCO dott. arch. MARGHERITA, di *Geometria descrittiva*.
- TORRETTA dott. arch. GIOVANNI, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.
- TROMPEO dott. GIORGIO, ✱, ✱, di *Igiene edilizia*.
- VARALDO dott. arch. GIUSEPPE, di *Composizione architettonica I*.
- VIGLIANO prof. dott. arch. GIAN PIERO, di *Urbanistica II*.

## PERSONALE TECNICO

### *Tecnici laureati.*

- MUSSO arch. FRANCESCO, predetto, di *Scienza delle costruzioni* (incaricato dal 1-12-61).

### *Tecnici coadiutori.*

- DI GANGI MASSIMILIANA, di *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti* (incaricata dal 1-12-61).

### *Tecnici avventizi.*

- GAMBA GIUSEPPE, di *Chimica generale applicata*.

## PERSONALE AUSILIARIO

### *Di ruolo.*

GARNERO MICHELE, bidello di 3<sup>a</sup> classe (addetto alla *Facoltà*).

VACCA ANSELMO, bidello capo (addetto alla *Portineria del Castello del Valentino*).

### *Incaricato.*

BIALE VALERIO (addetto alla *Facoltà*).

### *Temporaneo.*

BERTOLDO GIUSEPPE

BIANCO MICHELE

DE BELLIS NATALE

TORNATO MICHELE



# FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

LIBERI DOCENTI



STATUTO DEL POLITECNICO

- ALOISIO dott. arch. OTTORINO, predetto, in *Composizione architettonica*.
- BERLANDA dott. arch. FRANCESCO, in *Architettura degli interni, arredamento e decorazione*.
- CERESA dott. arch. PAOLO, predetto, in *Architettura degli interni, arredamento e decorazione*.
- CHIERICI dott. arch. UMBERTO, predetto, in *Restauro dei monumenti*.
- DE BERNARDI FERRERO dott. arch. DARIA, predetta, in *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti*.
- FERROGLIO dott. ing. LUIGI, predetto, in *Idraulica*.
- GABETTI dott. arch. ROBERTO, predetto, in *Architettura tecnica e in Composizione architettonica*.
- MOLLI BOFFA dott. arch. ALESSANDRO, predetto, in *Urbanistica*.
- PALOZZI dott. GIORGIO, predetto, in *Analisi matematica*.
- PELLEGRINI dott. arch. ENRICO, predetto, in *Architettura degli interni, arredamento e decorazione*; in *Scenografia* e in *Disegno dal vero*.
- PERELLI dott. arch. CESARE, predetto, in *Urbanistica*.
- PITTINI dott. arch. ETTORE, predetto, in *Architettura tecnica*.
- RENACCO dott. arch. NELLO, in *Urbanistica*.
- RIGOTTI dott. ing. GIORGIO, predetto, in *Composizione architettonica*.
- ROGGERO dott. arch. MARIO FEDERICO, predetto, in *Composizione architettonica*, ed in *Caratteri distributivi degli edifici*.
- VAUDETTI dott. arch. FLAVIO, predetto, in *Estimo ed esercizio professionale*.
- VIGLIANO dott. arch. GIAMPIERO, predetto, in *Tecnica urbanistica*.



# STATUTO DEL POLITECNICO

## STATUTO DEL POLITECNICO

Approvato dal C. D. il 24 marzo 1924 e dal Parlamento il 10 aprile 1924. Modificato dal Parlamento il 10 aprile 1924 e dal Parlamento il 10 aprile 1924. Modificato dal Parlamento il 10 aprile 1924 e dal Parlamento il 10 aprile 1924.

### TITOLO I

#### AMMINISTRAZIONE CENTRALE DEL POLITECNICO

##### Art. 1.

Il Politecnico di Torino ha per fine di promuovere il progresso delle scienze esatte e delle arti applicate, e di formare il personale tecnico ed amministrativo necessario per lo sviluppo della industria nazionale.

Il Politecnico di Torino è istituito dalla Legge di Autorizzazione del Parlamento del 10 aprile 1924, con l'approvazione del Senato del 24 marzo 1924.

Il Politecnico di Torino è costituito da un Rettore, da un Senato, da un Consiglio di Amministrazione, da un Consiglio di Facoltà, da un Consiglio di Corso, da un Consiglio di Scuola, da un Consiglio di Istituto, da un Consiglio di Università.

Il Rettore ha la direzione generale del Politecnico, e rappresenta il Politecnico verso l'Esterno. Il Rettore è eletto dal Senato per un periodo di anni.

- 1. Rettore
- 2. Senato
- 3. Consiglio di Amministrazione
- 4. Consiglio di Facoltà
- 5. Consiglio di Corso
- 6. Consiglio di Scuola
- 7. Consiglio di Istituto
- 8. Consiglio di Università

Il Senato è l'organo supremo del Politecnico, e ha il compito di approvare il bilancio, di eleggere il Rettore, di approvare i regolamenti, di approvare i programmi di studio, di approvare i titoli di laurea, di approvare i titoli di dottorato, di approvare i titoli di professore, di approvare i titoli di docente, di approvare i titoli di assistente, di approvare i titoli di funzionario, di approvare i titoli di operaio, di approvare i titoli di artigiano, di approvare i titoli di commerciante, di approvare i titoli di industriale, di approvare i titoli di agricolo, di approvare i titoli di artigiano, di approvare i titoli di commerciante, di approvare i titoli di industriale, di approvare i titoli di agricolo.



## STATUTO DEL POLITECNICO

*(approvato con R. D. 24 luglio, n. 923 e 5 settembre 1942, n. 1391 e modificato con D. P. R. 4 febbraio 1955, n. 123, 3 settembre 1956, n. 1145, 8 marzo 1957, n. 286, 20 febbraio 1958, n. 333, 30 giugno 1959, n. 713, 26 agosto 1959, n. 778, 30 ottobre 1960, n. 1909, 31 ottobre 1961, n. 1417 e 18 agosto 1962, n. 1386).*

### TITOLO I

#### ORDINAMENTO GENERALE DIDATTICO

##### ART. 1.

Il Politecnico di Torino ha per fine di promuovere il progresso delle scienze tecniche e delle arti attinenti l'Ingegneria e l'Architettura e di fornire agli studenti la preparazione necessaria per conseguire le lauree in Ingegneria e in Architettura.

Il Politecnico di Torino è costituito dalla Facoltà di Architettura e dalla Facoltà di Ingegneria, cui è annessa una Scuola di Ingegneria Aeronautica diretta a fini speciali.

La Facoltà di Architettura è costituita su cinque anni comprendenti un biennio di studi propedeutici per gli allievi architetti ed un triennio di applicazione per il conseguimento della laurea in Architettura.

La Facoltà di Ingegneria è costituita su cinque anni, dei quali i primi due con funzione preminentemente propedeutica e comprende i seguenti corsi di laurea in Ingegneria:

- 1) Ingegneria Civile (sezioni: edile, idraulica, trasporti);
- 2) Ingegneria Meccanica;
- 3) Ingegneria Elettrotecnica;
- 4) Ingegneria Chimica;
- 5) Ingegneria Aeronautica;
- 6) Ingegneria Mineraria;
- 7) Ingegneria Elettronica;
- 8) Ingegneria Nucleare.

La Scuola di Ingegneria Aeronautica ha il fine speciale di fornire la preparazione scientifica necessaria per contribuire allo studio delle scienze aeronautiche e missilistiche e dare impulso alle ricerche in tali campi.

**TITOLO II**  
**FACOLTÀ D'INGEGNERIA**

**ART. 2.**

**Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Civile sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:**

*a) nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

*b) nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno edile.

*c) nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine e macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Idraulica.
16. Tecnologie dei materiali e chimica applicata.
17. Tecnica delle costruzioni I.
18. Architettura tecnica I.
19. Topografia.
20. Litologia e geologia applicata.
21. Complementi di scienza delle costruzioni.
22. Architettura tecnica II.
23. Tecnica delle costruzioni II.
24. Costruzioni idrauliche.
25. Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti.

*E inoltre per la sezione edile:*

26. Architettura e composizione architettonica.

*Per la sezione idraulica:*

26. Impianti speciali idraulici.

*Per la sezione trasporti:*

26. Tecnica ed economia dei trasporti.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I:*

27. Estimo ed esercizio della professione.
28. Urbanistica.

*Gruppo II:*

27. Economia e tecnica aziendale.
28. Impianti speciali termici.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 3.

**Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Meccanica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:**

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Idraulica.
16. Chimica applicata.
17. Macchine I.
18. Costruzione di macchine.
19. Impianti meccanici.
20. Tecnologia meccanica.
21. Applicazioni industriali dell'elettrotecnica.
22. Tecnica delle costruzioni.
23. Tecnologie dei materiali.
24. Macchine II.
25. Calcolo e progetto di macchine.
26. Economia e tecnica aziendale.

E a scelta uno dei seguenti gruppi di materie:

A) (*indirizzo termotecnico*)

27. Impianti speciali termici.
28. Misure termiche e regolazioni.

B) (*indirizzo d'officina*)

27. Attrezzature di produzione.
28. Comandi e regolazioni.

C) (*indirizzo automobilistico*)

27. Costruzioni automobilistiche.
28. Tecnica ed economia dei trasporti.

D) (*indirizzo metrologico*)

27. Metrologia generale e misure meccaniche.
28. Misure termiche e regolazioni.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 4.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Elettrotecnica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica I.
15. Idraulica.
16. Misure elettriche.
17. Macchine.
18. Macchine elettriche.
19. Impianti elettrici I.
20. Elettronica applicata.

21. Materiali per l'elettrotecnica.
22. Complementi di matematica.
23. Elettrotecnica II.
24. Costruzione di macchine e tecnologie.
25. Comunicazioni elettriche.
26. Costruzioni idrauliche.
27. Impianti elettrici II.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I:*

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Applicazioni elettromeccaniche.

*Gruppo II:*

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Controlli automatici.

*Gruppo III:*

28. Controlli automatici.
29. Calcolatrici e logica dei circuiti.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 5.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Chimica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Chimica organica.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
13. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Chimica fisica.
16. Chimica applicata.

17. Macchine.
18. Principi di ingegneria chimica.
19. Chimica industriale I.
20. Impianti chimici.
21. Chimica analitica.
22. Idraulica.
23. Costruzione di macchine e tecnologie.
24. Chimica industriale II.
25. Elettrochimica.
26. Metallurgia e metallografia.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I:*

27. Economia e tecnica aziendale.
28. Misure chimiche e regolazioni.

*Gruppo II:*

27. Economia e tecnica aziendale.
28. Teoria e sviluppo dei processi chimici.

*Gruppo III:*

27. Tecnologie chimiche speciali.
28. Misure termiche e regolazioni.

*Gruppo IV:*

27. Siderurgia.
28. Misure termiche e regolazioni.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 6.

**Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Aeronautica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:**

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Aerodinamica.
16. Chimica applicata.
17. Motori per aeromobili.
18. Costruzioni aeronautiche.
19. Aeronautica generale.
20. Gasdinamica.
21. Tecnologia meccanica.
22. Macchine.
23. Costruzione di macchine.
24. Idraulica.
25. Progetto di aeromobili.
26. Costruzione di motori per aeromobili.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I:*

27. Tecnologie aeronautiche.
28. Sistemi di guida e navigazione.

*Gruppo II:*

27. Tecnologie dei materiali.
28. Economia e tecnica aziendale.

*Gruppo III:*

27. Meccanica del volo.
28. Strumenti di bordo.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 7.

Per il conseguimento della laurea in **Ingegneria Mineraria** sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.

8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Chimica applicata.
16. Macchine.
17. Arte mineraria.
18. Topografia.
19. Geologia.
20. Giacimenti minerali.
21. Mineralogia e litologia.
22. Idraulica.
23. Tecnica della perforazione e sondaggi.
24. Costruzione di macchine e tecnologie.
25. Impianti minerali.
26. Geofisica mineraria.
27. Preparazione dei minerali.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I (indirizzo esercizio miniere):*

28. Tecnologie metallurgiche.
29. Tecnica delle costruzioni.

*Gruppo II (indirizzo idrocarburi):*

28. Tecnica dei giacimenti di idrocarburi.
29. Produzione degli idrocarburi.

*Gruppo III (indirizzo prospezione):*

28. Analisi dei minerali.
29. Prospezione geomineraria.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

#### ART. 8.

**Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Elettronica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:**

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.

3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica delle macchine e macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
16. Campi elettromagnetici e circuiti.
17. Misure elettriche.
17. Comunicazioni elettriche.
18. Elettronica applicata.
19. Controlli automatici.
20. Radiotecnica.
21. Materiali per l'elettrotecnica.
22. Complementi di matematica.
23. Teoria delle reti elettriche.
24. Tecnologia meccanica.
25. Impianti elettrici.
26. Misure elettroniche.
27. Tecnica delle iperfrequenze.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I:*

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Impianti radioelettronici.

*Gruppo II:*

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Telefonia.

*Gruppo III:*

28. Telefonia.
29. Calcolatrici e logica dei circuiti.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 9.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Nucleare sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica delle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Fisica atomica.
16. Macchine I.
17. Fisica nucleare.
18. Elettronica nucleare.
19. Fisica del reattore nucleare.
20. Impianti nucleari.
21. Chimica applicata.
22. Tecnologia meccanica.
23. Chimica degli impianti nucleari.
24. Costruzione di macchine.
25. Idraulica.
26. Macchine II.
27. Calcolo e progetto di macchine.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

*Gruppo I:*

28. Tecnica delle costruzioni.
29. Economia e tecnica aziendale.

*Gruppo II:*

28. Impianti chimici.
29. Misure termiche e regolazioni.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

**TITOLO III**  
**FACOLTÀ DI ARCHITETTURA**

**ART. 10.**

**Gli insegnamenti del biennio di studi propedeutici per la laurea in Architettura sono i seguenti:**

**1) Fondamentali:**

1. Disegno dal vero (biennale).
2. Elementi di architettura e rilievo dei monumenti (biennale).
3. Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura (biennale).
4. Elementi costruttivi.
5. Analisi matematica e geometria analitica (biennale).
6. Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva.
7. Applicazioni di geometria descrittiva.
8. Fisica.
9. Chimica generale ed applicata.
10. Mineralogia e geologia.

**2) Complementari:**

1. Letteratura italiana.
2. Plastica ornamentale.
3. Lingua inglese o tedesca.

**ART. 11.**

**Gli insegnamenti del triennio di studi di applicazione per la laurea in Architettura sono i seguenti:**

**1) Fondamentali:**

1. Elementi di composizione.
2. Composizione architettonica (biennale).
3. Caratteri distributivi degli edifici.
4. Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti.
5. Architettura degli interni, arredamento e decorazione (biennale).
6. Urbanistica (biennale).
7. Meccanica razionale e statica grafica.
8. Fisica tecnica.
9. Scienza delle costruzioni (biennale).
10. Estimo ed esercizio professionale.
11. Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni.
12. Impianti tecnici.
13. Igiene edilizia.
14. Topografia e costruzioni stradali.
15. Restauro dei monumenti.

## 2) *Complementari:*

1. Arte dei giardini.
2. Scenografia.
3. Decorazione.
4. Materie giuridiche.

Gli insegnamenti biennali comportano l'esame alla fine di ogni anno di corso; non può essere ammesso al secondo esame chi non abbia superato il primo.

## ART. 12.

Per la iscrizione ad alcune delle materie prevedute nel piano di studi è richiesta la precedente iscrizione ad altre considerate nei loro riguardi come propedeutiche. Analogo vincolo di precedenza è stabilito fra le materie anzidette per quanto riguarda gli esami.

**Le precedenze sono stabilite nel modo seguente:**

### *Biennio propedeutico.*

Geometria descrittiva ed elementi di proiezione, prima di applicazioni di geometria descrittiva.

### *Triennio di applicazione.*

Elementi di composizione, prima di composizione architettonica I.

Meccanica razionale e statica grafica, prima di scienza delle costruzioni I.

Scienza delle costruzioni I, prima di tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni.

Fisica tecnica, prima di impianti tecnici.

## ART. 13.

Fra le materie di insegnamento della Facoltà di Architettura, allo scopo di stabilire una differenziazione da quelle della Facoltà di Ingegneria, si considerano come costituenti il gruppo delle materie artistiche le seguenti: Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura; Disegno dal vero; Plastica ornamentale; Elementi di composizione; Composizione architettonica; Caratteri distributivi degli edifici; Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti; Architettura degli interni, arredamento e decorazione; Urbanistica; Restauro di monumenti; Scenografia; Decorazione; Arte dei giardini.

**TITOLO IV**  
**ISCRIZIONI ED AMMISSIONI**

**ART. 14.**

Titolo di ammissione ai corsi di laurea in Ingegneria è il diploma di maturità classica o scientifica.

Per essere ammesso al 2° anno del biennio propedeutico, lo studente dovrà aver superato almeno due degli esami nn. 1, 2, 3, 4.

Per essere ammesso al triennio d'applicazione di ingegneria, lo studente dovrà aver superato gli esami di tutte le discipline del biennio propedeutico, fatta eccezione dell'insegnamento obbligatorio n. 10 per ciascun corso di laurea.

**ART. 15.**

Possono essere ammessi al primo anno del biennio propedeutico agli studi di architettura soltanto gli studenti forniti del diploma di maturità classica, scientifica od artistica.

Possono essere ammessi al primo anno del triennio di applicazione di architettura soltanto gli studenti che abbiano superato gli esami in tutti gli insegnamenti fondamentali del biennio propedeutico e di due almeno da essi scelti tra i complementari del biennio medesimo.

**ART. 16.**

Gli studenti provenienti da Scuole estere possono essere iscritti soltanto dopo che il Consiglio della Facoltà competente abbia riconosciuto la equipollenza dei loro titoli di studio, designando l'anno di corso al quale essi risultano idonei, le materie di detto anno di cui devono superare gli esami ed, eventualmente, quelli degli anni precedenti, rispetto alle quali la loro preparazione risultasse in difetto.

**ART. 17.**

Gli studenti che hanno compiuto con successo il primo anno del biennio propedeutico agli studi d'ingegneria possono essere iscritti al secondo anno del biennio propedeutico della Facoltà di Architettura.

**ART. 18.**

Gli studenti della Facoltà d'Ingegneria devono indicare nella domanda di ammissione al 1° anno il corso di laurea a cui desiderano essere iscritti. Il successivo passaggio da uno ad un altro corso di laurea è subordinato al parere favorevole del Consiglio di Facoltà, che fisserà l'ulteriore piano degli studi dell'allievo.

La scelta della Sezione (per i civili) o degli indirizzi (ove ne sia prevista l'attuazione nel piano degli studi) avviene all'atto dell'iscrizione al 5° anno.

#### ART. 19.

Coloro che hanno già conseguito una laurea in ingegneria e chiedono di essere iscritti ad altro corso di laurea possono essere ammessi al 4° o al 5° anno del nuovo corso di laurea, in base al parere del Consiglio di Facoltà, che provvederà a fissare il piano degli studi del richiedente.

#### ART. 20.

I laureati in ingegneria possono essere iscritti al quarto anno della Facoltà di Architettura con la dispensa dalla frequenza e dagli esami di tutte le materie scientifiche insegnate nella suddetta Facoltà, ma con l'obbligo di sostenere gli esami di tutte le materie artistiche, il cui insegnamento venga impartito nel biennio, prima di accedere agli esami delle materie artistiche del triennio.

In conformità delle disposizioni di cui all'art. 81 del R. Decreto 31 dicembre 1923, n. 3123, sull'ordinamento della istruzione artistica, coloro che abbiano superato gli esami finali del biennio del corso speciale di architettura presso le Accademie di Belle Arti e coloro che posseggano il diploma di professore di disegno architettonico, purchè siano al tempo stesso muniti della maturità classica o scientifica o artistica, sono ammessi al terzo anno della Facoltà di Architettura, con dispensa dagli esami delle materie artistiche del biennio.

Essi però non possono essere ammessi a sostenere alcun esame del terzo anno, nè essere iscritti al quarto, se prima non abbiano superato tutti gli esami delle materie del biennio, delle quali, a giudizio del Consiglio di Facoltà, siano in debito.

#### ART. 21.

La concessione dell'attestazione di frequenza per gli allievi Ingegneri spetta al professore ufficiale della materia sulla base degli accertamenti compiuti. Gli studenti di Ingegneria per i quali manchi tale attestazione non sono ammessi al corrispondente esame e devono ripetere l'iscrizione per detta materia.

Per gli allievi Architetti, alla fine di ciascuno dei due quadrimestri, ciascun professore trasmette alla Presidenza un giudizio sulla frequenza ed un giudizio sul profitto di ogni singolo allievo, accertati durante il quadrimestre stesso per mezzo di interrogatori e di prove scritte, grafiche e sperimentali, a seconda del carattere della materia di insegnamento. Qualora i giudizi di frequenza di ambedue i quadrimestri siano negativi, l'iscrizione alla relativa materia è resa nulla; la concessione di giudizi di frequenza favorevoli in ambedue i quadrimestri attesta

la validità del corso relativamente alla corrispondente materia; allo studente che manchi di uno dei due giudizi, di frequenza favorevoli può essere dal Consiglio di Facoltà negato l'accesso alla sessione estiva del corrispondente anno accademico o anche invalidata la frequenza nella materia relativa con la conseguenza della necessità di una nuova iscrizione.

#### ART. 22.

Gli studenti di ingegneria, oltre che agli insegnamenti dei rispettivi corsi di laurea, possono iscriversi a titolo libero a non più di due materie di altri corsi.

Possono inoltre iscriversi ad insegnamenti di lingue o a corsi di carattere culturale eventualmente predisposti dalla Facoltà.

### TITOLO V

#### ESAMI

#### ART. 23.

Gli esami consistono in prove orali, grafiche, scritte e pratiche secondo le modalità stabilite, per ciascun esame, dai Consigli di Facoltà.

#### ART. 24.

Per ciascuna delle due sessioni d'esame si tengono due appelli: per le materie per le quali l'esame consiste prevalentemente nella valutazione di elementi grafici o plastici si tiene un solo appello.

#### ART. 25.

Per essere ammesso all'esame di laurea in ingegneria lo studente deve aver superato gli esami di tutti gli insegnamenti stabiliti nel presente Statuto per il corso di laurea cui è iscritto.

Per essere ammesso all'esame di laurea in architettura lo studente deve aver seguito i corsi e superato gli esami in tutti gli insegnamenti fondamentali del triennio di applicazione ed in due almeno da lui scelti fra i complementari.

#### ART. 26.

Per gli studenti di Ingegneria, l'argomento della tesi di laurea, vistato dal Professore relatore, deve essere trasmesso dal laureando al Preside della Facoltà almeno quattro mesi prima dell'esame di laurea.

Per gli studenti di Architettura l'argomento della tesi di laurea deve essere approvato dal Professore di Composizione architettonica; il laureando, entro il mese di febbraio comunicherà al Preside tale argomento vistato dal Professore di Composizione architettonica e da almeno altri tre professori particolarmente interessati nel progetto.

ART. 27.

Per gli allievi ingegneri la tesi deve essere svolta dall'allievo con la guida del professore che l'ha assegnata, eventualmente coadiuvato da altri professori che possono suggerire al candidato particolari ricerche attinenti alla tesi stessa. La tesi consiste nell'elaborazione di un progetto o di uno studio di carattere tecnico.

Per gli allievi architetti la tesi deve essere svolta dall'allievo con la guida del professore di Composizione architettonica e di almeno tre altri professori particolarmente interessati alla tesi. La tesi consiste nella redazione di un progetto architettonico completo, sia sotto il punto di vista artistico sia sotto quello tecnico.

ART. 28.

L'esame di laurea per gli ingegneri consiste nella discussione pubblica della tesi e delle eventuali sottotesi.

Tale discussione, diretta a riconoscere il processo mentale e le direttive seguite dal candidato nello svolgimento della tesi, può estendersi ad accertare la sua preparazione tecnica e scientifica in tutto il complesso delle materie che costituiscono il suo curriculum di studi.

ART. 29.

L'esame di laurea per gli architetti consiste anzitutto nella esecuzione di due prove grafiche estemporanee su tema di architettura:

la prima di carattere prevalentemente artistico;

la seconda di carattere prevalentemente tecnico attinente alla scienza delle costruzioni.

Ciascuno dei due temi per le prove indicate viene scelto dal candidato fra due propostigli dalla Commissione.

La prova orale di laurea per gli architetti consiste nella discussione, sotto il punto di vista sia artistico, sia tecnico, della tesi e dei due elaborati estemporanei, integrata da interrogazioni sulle materie fondamentali studiate dal candidato nel curriculum di studi da lui seguito.

ART. 30.

Il Senato Accademico può dichiarare non valido agli effetti dell'iscrizione il corso che, a cagione della condotta degli studenti, abbia dovuto subire una prolungata interruzione.

## TITOLO VI

### DELL'ESERCIZIO DELLA LIBERA DOCENZA

#### ART. 31.

I liberi docenti devono presentare i loro programmi alla Direzione del Politecnico entro il mese di maggio dell'anno accademico precedente a quello cui i programmi si riferiscono.

L'esame e l'approvazione dei programmi spetta, secondo la rispettiva competenza, ai Consigli delle Facoltà, i quali seguono come criteri fondamentali di giudizio:

a) il coordinamento del programma proposto dal libero docente col piano generale degli studi del Politecnico;

b) il principio che l'esercizio della libera docenza può rendere particolari servizi all'insegnamento tecnico superiore quando si indirizzi alla trattazione particolareggiata di speciali capitoli o di rami nuovi delle discipline tecniche fondamentali che presentano interesse per il progresso scientifico ed industriale.

Per i liberi docenti che per la prima volta intendano tenere il corso nel Politecnico, il termine di cui al primo comma del presente articolo è protratto fino ad un mese prima dell'inizio dell'anno accademico.

#### ART. 32.

Spetta pure ai Consigli delle Facoltà decidere in quali casi i corsi dei liberi docenti possano essere riconosciuti come pareggiati a senso dell'Art. 60 del Regolamento Generale Universitario. Tale qualifica può essere data soltanto a quei corsi che per il programma dell'insegnamento e per il numero delle ore settimanali di lezione possono considerarsi equipollenti ad un corso ufficiale.

#### ART. 33.

Per le discipline il cui insegnamento richieda il sussidio di laboratori e di esercitazioni pratiche, il libero docente deve unire alla proposta dei suoi programmi la dimostrazione di essere provveduto dei mezzi necessari per eseguire le esercitazioni stesse.

I Direttori di laboratori possono concedere a tale scopo l'uso degli impianti e degli apparecchi a loro affidati, ove lo credano opportuno e conciliabile col regolare andamento dei laboratori e col compito che ad essi spetta per gli insegnamenti ufficiali.

Il libero docente deve però assumersi la responsabilità per i guasti e gli infortuni che potessero verificarsi durante l'uso dei materiali e dei mezzi sperimentali che gli vengono affidati.

**TITOLO VII**  
**SCUOLA DIRETTA A FINI SPECIALI**

**ART. 34.**

La Scuola di Ingegneria Aeronautica ha la durata di un anno  
Gli insegnamenti sono i seguenti:

	quadrimestri
a) <i>comuni alle due sezioni:</i>	
Aerodinamica I parte . . . . .	1
Aeronautica generale I parte . . . . .	1
Motori per aeromobili . . . . .	2
Tecnologie aeronautiche (metallurgie speciali) . . . . .	1
Costruzioni aeronautiche I parte . . . . .	1
Attrezzature e strumenti di bordo . . . . .	1
Gasdinamica . . . . .	1
b) <i>per la Sezione Costruzioni di Aeromobili:</i>	
Aerodinamica II parte . . . . .	2
Aeronautica generale II parte . . . . .	1
Costruzioni aeronautiche II parte . . . . .	2
Tecnologie aeronautiche (lavorazione degli aeromobili) . . . . .	1
Aerologia . . . . .	1
Collaudo e manovra degli aeromobili . . . . .	1
Balistica del tiro e del lancio per aerei . . . . .	1
c) <i>per la Sezione Costruzione di motori:</i>	
Costruzione e progetto di motori . . . . .	2
Tecnologie aeronautiche (lavorazione dei motori) . . . . .	2
Complementi di Dinamica e di Termodinamica . . . . .	1
Impianti di prove sui motori . . . . .	1
Meccanica delle eliche e del loro accoppiamento al motore . . . . .	1

**ART. 35.**

Nella Scuola potranno inoltre essere impartiti i seguenti gruppi di conferenze e di insegnamenti monografici:

- Armamento ed impiego militare degli aeromobili.
- Esercizio delle aviolinee.
- Diritto aeronautico.
- Radiotecnica.

**ART. 36.**

Alla Scuola di Ingegneria Aeronautica possono essere ammessi:

- 1) I laureati in una Facoltà di Ingegneria in Italia.
- 2) Gli Ufficiali del Genio Aeronautico, secondo quanto è disposto dall'art. 146 del Testo Unico delle leggi sull'istruzione universitaria, approvato con R. Decreto 31 agosto 1933, n. 1592.

3) Gli stranieri, provvisti di titoli conseguiti presso Scuole estere, ritenuti sufficienti dal Consiglio di Facoltà.

#### ART. 37.

Sono obbligatorie per gli iscritti le prove di profitto delle singole materie di insegnamento elencate nell'art. 34, rispettivamente per ciascuna sezione, alla quale l'allievo appartiene. Alcune di tali prove potranno essere riunite in esame unico, se relative ad insegnamenti affini. Inoltre gli iscritti dovranno superare, o aver superato, nel precedente curriculum di studi, due dei quattro insegnamenti monografici di cui all'art. 35.

Per ciascuna sezione, è prescritto un esame scritto di gruppo.

#### ART. 38.

Al termine del corso, l'allievo già precedentemente laureato in una Facoltà di Ingegneria italiana, che abbia superato tutti gli esami prescritti nell'articolo precedente ed abbia curato lo svolgimento completo di un progetto di aeromobile per la Sezione costruzione di aeromobili, o dell'apparato motore per la Sezione costruzione di motori, nei quali progetti consisterà la tesi di laurea, può essere ammesso all'esame generale per il conseguimento della laurea in Ingegneria Aeronautica, che si svolge secondo il disposto dell'Art. 28. La distinzione fra le due Sezioni sul diploma di laurea sarà limitata ad un sottotitolo. Agli allievi non precedentemente laureati in una Facoltà di Ingegneria italiana considerati nel comma 2° e nel comma 3° dell'Art. 36 sarà rilasciato al termine un certificato degli esami superati.

#### ART. 39.

Gli iscritti devono pagare la tassa d'immatricolazione, la tassa di iscrizione e la sopratassa speciale annua d'iscrizione; le sopratasse per esami di profitto e di laurea; il contributo speciale per opere sportive e assistenziali, nonchè la tassa di laurea, così come precisati da disposizioni di legge per gli studenti iscritti a corsi della Facoltà di Ingegneria.

### TITOLO VIII

#### FACOLTÀ DI INGEGNERIA

#### Corsi di perfezionamento.

#### ART. 40.

Presso la Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino sono istituiti i Corsi di Perfezionamento di cui agli articoli seguenti del presente Titolo.

Essi si propongono di svolgere con più larga base gli studi riguardanti singoli rami della tecnica, in modo da creare ingegneri dotati di competenza speciale e di concorrere a formare le discipline per i nuovi capitoli della scienza dell'ingegnere che il progresso tecnico richiede.

Lo svolgimento di ogni Corso è coordinato da un Direttore che, salvo le disposizioni speciali previste per singoli Corsi negli articoli seguenti, è annualmente nominato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria.

A tutti i Corsi di Perfezionamento possono di norma essere iscritti soltanto coloro che hanno compiuto il Corso di studi in ingegneria e conseguita la relativa laurea salvo le disposizioni speciali previste per singoli Corsi negli articoli seguenti.

Il numero degli allievi che ogni anno potranno essere iscritti ai singoli Corsi di Perfezionamento verrà fissato dai rispettivi Direttori, compatibilmente con la potenzialità dei laboratori e con le esigenze dei Corsi normali di Ingegneria.

A chi abbia frequentato un Corso di Perfezionamento per la durata prescritta, viene rilasciato un certificato della frequenza e degli esami eventualmente superati.

Coloro che hanno superato tutti gli esami speciali di un Corso di Perfezionamento e sono in possesso della laurea prescritta per l'iscrizione, sono ammessi ad una prova finale secondo modalità precisate, per ogni Corso, dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicate nell'apposito manifesto annualmente pubblicato dal Politecnico.

Le Commissioni per gli esami di profitto delle singole materie speciali di ogni Corso di Perfezionamento sono costituite di tre insegnanti; la Commissione esaminatrice per la prova finale di ciascun Corso è costituita da cinque insegnanti. La composizione di tutte le predette Commissioni è determinata dal Preside della Facoltà di Ingegneria, sentito per ogni Corso il rispettivo Direttore.

#### ART. 41.

**Il Corso di perfezionamento in elettrotecnica " Galileo Ferraris "** comprende i seguenti insegnamenti:

- Elettrotecnica generale e complementare;
- Misure elettriche;
- Impianti elettrici;
- Costruzioni elettromeccaniche;
- Comunicazioni elettriche;

integrati da insegnamenti singoli su argomenti speciali.

Il direttore del Corso è il titolare di elettrotecnica.

In sua mancanza il direttore è nominato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria.

Il Corso ha la durata di un anno accademico ed è suddiviso in due Sezioni: elettromeccanica e comunicazioni.

Ad esso possono essere iscritti i laureati in ingegneria od in fisica. L'esame finale consiste in una prova scritta ed in una orale.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è composta di cinque professori di ruolo, di un libero docente e di un membro estraneo all'insegnamento, scelto fra gli ingegneri che ricoprono cariche direttive in uffici tecnici dello Stato o che abbiano raggiunta meritata fama nel libero esercizio della professione.

Possono venire ammessi al Corso anche gli ufficiali di Artiglieria, Genio e Marina anche se sprovvisti del diploma di ingegnere.

#### ART. 42.

**Il Corso di perfezionamento in chimica industriale ed in elettrochimica** si divide in due sezioni: Corso di chimica industriale e Corso di Elettrochimica.

Il direttore è nominato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria.

**I. Al Corso di perfezionamento in chimica industriale** possono essere iscritti i laureati in ingegneria ed i laureati in chimica.

Gli iscritti, che non lo abbiano precedentemente fatto, debbono frequentare i corsi generali di chimica docimastica ed industriale e superare i relativi esami.

Il Corso comprende i seguenti insegnamenti:

per i laureati in ingegneria:

Complementi di chimica fisica o di elettrochimica;  
Complementi di chimica organica con applicazioni all'industria;  
Macchinario per le industrie chimiche;

per i laureati in chimica:

Elettrochimica e elettrometallurgia; } *a scelta*  
Metallurgia;  
Complementi di chimica organica con applicazioni all'industria;  
Macchinario per le industrie chimiche;

per tutti gli allievi:

Esercitazioni pratiche di analisi e preparazioni da compiersi nei laboratori di: chimica industriale, chimica docimastica, elettrochimica, chimica fisica e metallurgica.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

L'esame finale consiste in due prove di laboratorio, nella redazione di una tesi scritta, preferibilmente sperimentale, nella discussione orale di detta tesi e di due tesine.

Per la Commissione valgono le norme dell'art. 41.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

**II. Al Corso di perfezionamento in elettrochimica** possono essere iscritti i laureati in ingegneria ed i laureati in chimica o in fisica.

Gli iscritti che non lo abbiano precedentemente fatto, debbono frequentare i corsi generali di elettrotecnica, di chimica-fisica, di elettrochimica ed elettrometallurgia e di misure elettriche (un quadrimestre) e superare i relativi esami.

Il Corso comprende gli insegnamenti di:

Complementi di chimica-fisica e di elettrochimica;  
Complementi di elettrotecnica.

Inoltre gli allievi debbono svolgere in laboratorio una tesi, di preferenza sperimentale.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

L'esame finale consiste nella redazione di una tesi scritta, nella discussione sulla tesi stessa e in una breve conferenza preparata su tema scelto dalla Commissione.

Per la Commissione valgono le norme dell'art. 41.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

#### ART. 43.

**Il Corso di perfezionamento in ingegneria mineraria** comprende i seguenti insegnamenti:

Miniere;  
Geologia e giacimenti minerari;  
Chimica-fisica;  
Analisi tecnica dei minerali.

Il direttore è nominato dal Consiglio della Facoltà d'Ingegneria.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

È prescritto un tirocinio pratico di miniera alla fine del Corso.

Al Corso possono essere iscritti i laureati in ingegneria.

L'esame finale consiste nella redazione di una tesi scritta concernente un giacimento o un gruppo di giacimenti e nella discussione orale di detta tesi e di due tesine, il cui argomento riguardi le materie d'insegnamento.

La Commissione esaminatrice è costituita come all'art. 41.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

#### ART. 44.

**Il Corso di Specializzazione nella " Motorizzazione "** (automezzi) ha la durata di un anno accademico. Gli insegnamenti sono:

Costruzione degli autoveicoli (con disegno);  
Motori per automobili (con disegno e laboratorio);  
Costruzione motori per autoveicoli;

Problemi speciali e prestazione automezzi militari;  
Equipaggiamenti elettrici;  
Tecnologie speciali dell'automobile.

Il Corso è integrato da cicli di conferenze sui seguenti argomenti:

Applicazione della gomma negli autoveicoli;  
Costruzione delle carrozzerie;

Da visite a Laboratori ed Officine e da un corso pratico di guida presso l'A. C. I.

Le prove di profitto delle singole materie di insegnamento consistono in esami orali.

L'esame finale consiste nella discussione di un progetto che ogni allievo è tenuto a svolgere durante l'anno.

Agli allievi che abbiano compiuto il corso e superato gli esami prescritti, viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è costituita secondo il disposto dell'art. 41.

Al Corso possono essere iscritti i laureati in Ingegneria.

Possono pure essere ammessi gli Ufficiali dell'Esercito e della Marina, se comandati dai rispettivi Ministeri, anche sprovvisti di laurea, ma che abbiano superati gli esami del corso di completamento di cultura, appositamente istituito presso il Politecnico di Torino.

Il Corso di completamento di cultura è istituito come corso di preparazione al corso di specializzazione nella motorizzazione ed ha la durata di un anno accademico.

Gli insegnamenti sono i seguenti:

Mechanica applicata alle macchine (con disegno e esercitazioni);  
Scienza delle costruzioni;  
Fisica tecnica;  
Tecnologie generali;

comuni con gli allievi del 3° anno di Ingegneria Industriale, integrati da due corsi speciali:

Disegno e costruzione di macchine (2 quadrimestri);  
Chimica organica tecnologica (1 quadrimestre).

Al Corso possono essere ammessi gli Ufficiali in S. P. E. dell'Esercito e della Marina, provenienti dalle Accademie e dalla Scuola di Applicazione di Artiglieria e Genio, comandati dai rispettivi Ministeri anche sprovvisti di laurea.

#### ART. 45.

Il Corso di perfezionamento in balistica e costruzione di armi e artiglierie comprende i seguenti insegnamenti:

balistica esterna;  
costruzione di armi portatili e artiglierie;

armi portatili; artiglierie, traino ed installazioni diverse;  
 esplosivi di guerra;  
 fisica complementare;  
 metallurgia;  
 organizzazione scientifica del lavoro;

e relative esercitazioni pratiche.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

Ad esso possono essere iscritti i laureati in ingegneria.

L'esame finale consiste in una prova scritta ed in una orale.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è costituita come all'art. 41.

Possono pure essere ammessi al Corso gli Ufficiali dell'Esercito e della Marina anche se sprovvisti della laurea in ingegneria, comandati dai rispettivi Ministeri.

#### ART. 46.

Il Corso di perfezionamento in Armamento Aeronautico e suo impiego, ha la durata di un anno e svolge i seguenti insegnamenti:

Aerodinamica I e II (problemi speciali con esercitazioni e laboratorio) . . . . .	quadrim. 1
Balistica speciale per aerei . . . . .	2
Armamento e costruzioni aeronautiche militari . . . . .	2
Aeronautica generale (problemi speciali relativi alle manovre di acrobazia e di combattimento) . . . . .	1
Esplosivi ed aggressivi chimici . . . . .	1
Armi automatiche e mezzi di offesa per caduta . . . . .	2
Fisica complementare . . . . .	1
Tecnologie e metallurgie speciali . . . . .	1
Impiego militare degli aeromobili . . . . .	1
Siluro, suoi mezzi di stabilizzazione, propulsione e lancio dall'aereo e dalla nave e sua offesa . . . . .	1

Nel Corso sono inoltre svolti gruppi di conferenze sull'impiego militare delle aeronavi, sui motori di aviazione e sugli strumenti di bordo.

Le prove di profitto sulle singole materie di insegnamento consistono in esami orali ed in una prova scritta di gruppo.

L'esame finale consiste nella discussione di un progetto di armamento per aeroplano che ogni allievo è tenuto a svolgere.

A chi abbia compiuto il Corso e superato gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è composta di cinque Professori, di un Ufficiale del Genio Aeronautico delegato dal Ministero della Aeronautica e di un libero docente di materie affini.

Sono ammessi al Corso i laureati in Ingegneria e gli Ufficiali del Genio Aeronautico comandati dal Ministero dell'Aeronautica secondo quanto è disposto dall'art. 146 del Testo Unico delle leggi sulla istruzione universitaria, approvato con R. Decreto 31 agosto 1933, n. 1592.

#### ART. 47.

Gli iscritti al Corso di perfezionamento in Balistica e costruzione di armi e artiglierie, ovvero a quello di Armamento aeronautico e suo impiego, potranno optare per alcune delle materie contenute nell'altro corso in sostituzione o in aggiunta di quelle che lo Statuto prevede per il corso di perfezionamento al quale si sono iscritti.

Il Consiglio della Facoltà deciderà volta per volta sul curriculum di studi che l'allievo avrà precisato nella sua richiesta.

#### ART. 48.

Il Corso di perfezionamento in Ingegneria Nucleare "Giovanni Agnelli" ha la durata di un anno accademico e comprende i seguenti insegnamenti:

- fisica nucleare;
- chimica degli impianti nucleari;
- tecnologie nucleari;
- reattori nucleari;
- impianti nucleari.

Esso sarà inoltre integrato da insegnamenti monografici o da cicli di conferenze sulla protezione dalle radiazioni, sull'impiego dei traccianti e su quegli altri argomenti speciali che il continuo sviluppo della scienza dell'energia nucleare richiederà.

Detti speciali insegnamenti integrativi saranno ogni anno precisati dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicati sull'apposito manifesto del corso.

#### ART. 49.

Il Corso di perfezionamento in ingegneria del traffico industriale, civile e agricolo ha la durata di un anno accademico e comprende i seguenti insegnamenti fondamentali:

- progettazione e pianificazione delle strade  
i veicoli e l'organizzazione dei trasporti
- metodi di rilevamento, statistiche del traffico e tecnica della circolazione
- tecnica dei trasporti industriali
- tecnica dei trasporti agricoli
- illuminazione, acustica e ventilazione nelle gallerie ferroviarie e stradali

Il Corso sarà inoltre integrato da insegnamenti monografici e da cicli di conferenze sui seguenti argomenti:

a) fisiologia e psicologia degli addetti al traffico e degli utenti; la prevenzione infortuni

b) diritto stradale

c) problemi urbanistici

d) l'organizzazione dei cantieri stradali

nonchè su quegli altri argomenti speciali che il continuo sviluppo della tecnica dei trasporti richiederà.

Detti speciali insegnamenti integrativi saranno ogni anno precisati dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicati negli appositi manifesti del corso.

#### ART. 50.

Il numero degli allievi, che ogni anno potranno essere iscritti ai Corsi di perfezionamento in elettrotecnica, in chimica industriale, e in elettrochimica, in ingegneria mineraria, nella motorizzazione, in balistica e costruzioni di armi e artiglierie, in armamento aeronautico e suo impiego, verrà fissato dai rispettivi direttori compatibilmente con la potenzialità dei laboratori e con le esigenze dei corsi normali di ingegneria.

#### ART. 51.

Le tasse e sopratasse scolastiche per gli allievi iscritti ai Corsi di perfezionamento sono le seguenti:

Tassa di iscrizione

L. 8000

Sopratassa esami

» 7000

Oltre ai contributi di laboratorio in misura da determinarsi dal Consiglio di amministrazione.

# FACOLTÀ DI INGEGNERIA

## PIANO DEGLI STUDI



## PIANO DEGLI STUDI

per le lauree in Ingegneria.

(Anno Accademico 1961-1962).

Parte I. — Ripartizione degli insegnamenti e precedenza negli esami.

### BIENNIO PROPEDEUTICO COMUNE A TUTTI I CORSI DI LAUREA

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
1° ANNO	1.1 Analisi matematica I	
	1.2 Geometria I	
	1.3 Fisica I	
	1.4 Chimica	
	1.5 Disegno	
2° ANNO	2.1 Analisi matematica II	1.1; 1.2
	2.2 Geometria II	1.2
	2.3 Fisica II	1.3
	2.4 Meccanica razionale	1.1; 1.2
	2.5 { Disegno edile (per allievi Civili) Chimica organica (per allievi Chimici) Disegno meccanico (per allievi Meccanici, Aeronautici, Nucleari, Elettrotecnici, Elettronici, Minerari)	1.5 1.4 1.5
2.5 Insegnamento anticipato del triennio.		

### Triennio: Ingegneria Civile.

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	
	3.2 Fisica tecnica	
	3.3 Elettrotecnica	
	3.4 Tecnologia dei materiali e chimica applicata	
	3.5 Architettura tecnica I	
	3.6 Litologia e geologia applicata	
	3.7 Disegno edile (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
4° ANNO	4.1 Meccanica applicata alle macchine e macchine	—	
	4.2 Idraulica	—	
	4.3 Tecnica delle costruzioni I	3.1	
	4.4 Topografia	—	
	4.5 Complementi di scienza delle costruzioni	3.1	
	4.6 Architettura tecnica II	3.1; 3.5	
5° ANNO	5.1 Costruzioni idrauliche	3.1; 4.2	
	5.2 Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti	3.1	
	5.3 Tecnica delle costruzioni II	4.5; 4.3	
	Sez. {	Edile: 5.4 Architettura e composiz. arch.	4.6
		Idraulica: 5.4 Impianti speciali idraulici	4.2
		Trasporti: 5.4 Tecnica ed economia dei trasporti e a scelta:	3.3; 4.1
		5.5 Estimo ed esercizio della professione	—
	5.6 Urbanistica	—	
	5.5 Economia e tecnica aziendale	—	
	5.6 Impianti speciali termici	3.2	

Per gli allievi iscritti al 5° anno Civile 1961-62 sono obbligatori gli esami seguenti del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Fisica Tecnica
3. Elettrotecnica
4. Chimica applicata
5. Meccanica applicata alle macchine
6. Architettura tecnica I
7. Meccanica applicata alle macchine e macchine
8. Idraulica
9. Tecnica delle costruzioni I
10. Topografia
11. Complementi di scienza delle costruzioni
12. Architettura tecnica II
13. Litologia e geologia applicata

#### Triennio: **Ingegneria Meccanica.**

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	—
	3.2 Meccanica applicata alle macchine	—
	3.3 Fisica tecnica	—
	3.4 Elettrotecnica	—
	3.5 Chimica applicata	—
	3.6 Tecnologia meccanica	—
	3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	—
4° ANNO	4.1 Idraulica	—
	4.2 Macchine I	3.2; 3.3
	4.3 Costruzione di macchine	3.1; 3.2
	4.4 Applicazioni industriali dell'elettrotecnica	3.4
	4.5 Tecnica delle costruzioni	3.1
	4.6 Tecnologia dei materiali	3.5

		<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
5° ANNO	indirizzò a scelta	5.1 Impianti meccanici	3.2
		5.2 Macchine II	3.2; 3.3
		5.3 Calcolo e progetto di macchine	4.3
		5.4 Economia e tecnica aziendale	—
		metrologico: 5.5 Metrologia generale e mis. mecc.	3.2
		5.6 Misure termiche e regolaz.	3.3
		termotecnico: 5.5 Impianti speciali termici	3.3
		5.6 Misure termiche e regolaz.	3.3
		d'officina: 5.5 Attrezzature di produzione	3.6
		5.6 Comandi e regolazioni	3.2; 3.4
		automobilistico: 5.5 Costruzioni automobilistiche	4.3
		5.6 Tecnica ed economia dei trasporti	3.2; 3.4

Per gli allievi iscritti al 5° anno Meccanica nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica
5. Chimica applicata (corso ridotto)
6. Chimica industriale (corso ridotto)
7. Tecnologia generale
8. Idraulica
9. Macchine I
10. Costruzione di macchine
11. Applicazioni industriali dell'elettrotecnica
12. Tecnica delle costruzioni
13. Tecnologie dei materiali

#### Triennio: Ingegneria Elettrotecnica.

		<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	}	3.1 Scienza delle costruzioni	
		3.2 Meccanica applicata alle macchine	
		3.3 Fisica tecnica	
		3.4 Elettrotecnica I	
		3.5 Materiali per l'elettrotecnica	
		3.6 Complementi di matematica	
		3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	}	4.1 Idraulica	—
		4.2 Misure elettriche	3.4
		4.3 Macchine	3.2; 3.3
		4.4 Elettronica applicata	3.4
		4.5 Elettrotecnica II	3.4; 3.6
		4.6 Costruzione di macchine e tecnologie	3.1; 3.2
5° ANNO	}	5.1 Macchine elettriche	4.5
		5.2 Comunicazioni elettriche	4.5
		5.3 Costruzioni idrauliche	4.1
		5.4 Impianti elettrici I e II e a scelta:	3.4
		5.5 Economia e tecnica aziendale	—
		5.6 Applicazioni elettromeccaniche	4.5
		5.5 Economia e tecnica aziendale	—
		5.6 Controlli automatici	4.4
		5.5 Calcolatrici e logica dei circuiti	—
5.6 Controlli automatici	4.4		

Per gli allievi iscritti al 5° anno Elettrotecnica nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica I
5. Chimica applicata (corso ridotto)
6. Chimica Industriale (corso ridotto)
7. Tecnologie generali
8. Matematica applicata all'elettrotecnica
9. Idraulica
10. Misure elettriche
11. Macchine
12. Elettronica applicata
13. Elettrotecnica II
14. Costruzione di macchine e tecnologie

**Triennio: Ingegneria Chimica.**

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	
	3.2 Meccanica applicata alle macchine	
	3.3 Fisica tecnica	
	3.4 Elettrotecnica	
	3.5 Chimica applicata	
	3.6 Chimica analitica	
	3.7 Chimica organica (per gli allievi che non l'hanno seguita al II anno)	
4° ANNO	4.1 Chimica fisica	3.3
	4.2 Macchine	3.2; 3.3
	4.3 Principi di ingegneria chimica	3.3
	4.4 Chimica Industriale I	3.5; (*)
	4.5 Idraulica	—
	4.6 Metallurgia e metallografia	3.5
5° ANNO	5.1 Impianti chimici	4.2; 4.5
	5.2 Chimica industriale II	3.5; (*)
	5.3 Elettrochimica	3.4; 4.1
	5.4 Costruzione di macchine e tecnologie	3.1; 3.2
	5.5 Economia e tecnica aziendale e a scelta:	—
	5.6 Misure chimiche e regolazioni	3.6; 4.1
	5.6 Teoria e sviluppo dei processi chimici	

- (\*) 3.6 Per Chimica Industriale inorganica.  
3.7 Per Chimica Industriale organica.

Per gli allievi iscritti al 5° anno Chimica nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica
5. Chimica applicata

6. Chimica analitica
7. Tecnologie generali
8. Chimica fisica
9. Macchine
10. Principi di ingegneria chimica
11. Chimica industriale I
12. Idraulica
13. Metallurgia e metallografia.

**Triennio: Ingegneria Aeronautica.**

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
3° ANNO	3.1	Scienza delle costruzioni	
	3.2	Meccanica applicata alle macchine	
	3.3	Fisica tecnica	
	3.4	Elettrotecnica	
	3.5	Chimica applicata	
	3.6	Tecnologia meccanica	
	3.7	Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	4.1	Aerodinamica	—
	4.2	Aeronautica generale	—
	4.3	Macchine	3.2; 3.3
	4.4	Costruzione di macchine	3.1; 3.2
	4.5	Idraulica	—
	4.6	Tecnologie aeronautiche	3.5
5° ANNO	5.1	Motori per aeromobili	4.3
	5.2	Costruzioni aeronautiche	3.1; 4.2
	5.3	Gasdinamica	4.1
	5.4	Progetto di aeromobili	3.1; 4.1
	5.5	Costruzione di motori per aeromobili e a scelta:	4.4
	5.6	Economia e tecnica aziendale	—
	5.6	Sistemi di guida e navigazione	3.4; 4.2

Per gli allievi iscritti al 5° anno Aeronautica nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica
5. Chimica applicata (corso ridotto)
6. Chimica industriale (corso ridotto)
7. Tecnologie generali
8. Aerodinamica
9. Aeronautica generale
10. Macchine
11. Costruzione di macchine
12. Idraulica
13. Tecnologie dei materiali

**Triennio: Ingegneria Mineraria.**

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>		
3 <sup>o</sup> ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni			
	3.2 Meccanica applicata alle macchine			
	3.3 Fisica tecnica			
	3.4 Elettrotecnica			
	3.5 Chimica applicata			
	3.6 Mineralogia e litologia			
	3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)			
4 <sup>o</sup> ANNO	4.1 Macchine	3.2; 3.3		
	4.2 Arte mineraria	3.1; 3.2		
	4.3 Geologia	—		
	4.4 Idraulica	—		
	4.5 Tecnica della perforazione e sondaggi	3.1; 3.2		
	4.6 Costruzione di macchine e tecnologie	3.1; 3.2		
5 <sup>o</sup> ANNO	5.1 Giacimenti minerali	3.6; 4.3		
	5.2 Impianti minerali	3.4; 4.2		
	5.3 Preparazione dei minerali	3.2; 3.6		
	5.4 Topografia	—		
	5.5 Geofisica mineraria	—		
	indirizz a scelta	esercizio miniere:	5.6 Tecnologie metallurgiche	3.5
			5.7 Tecnica delle costruzioni	3.1
		idrocarburi:	5.6 Tecnica dei giacimenti di idrocarburi	3.3; 4.4
			5.7 Produzione degli idrocarburi	4.5
		prospezione:	5.6 Analisi dei minerali	3.5
5.7 Prospezione geomineraria	3.6; 4.3			

Per gli allievi iscritti al 5<sup>o</sup> anno Mineraria nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica
5. Chimica applicata
6. Geologia e paleontologia
7. Tecnologie generali
8. Macchine
9. Arte mineraria
10. Mineralogia e litologia
11. Idraulica
12. Tecnica della perforazione e sondaggi
13. Costruzione di macchine e tecnologia.

**Triennio: Ingegneria Elettronica.**

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3 <sup>o</sup> ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	
	3.2 Meccanica delle macchine e macchine	
	3.3 Fisica tecnica	
	3.4 Elettrotecnica I	
	3.5 Materiali per l'elettrotecnica	
	3.6 Complementi di matematica	
	3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
4° ANNO	4.1 Campi elettromagnetici e circuiti	3.4; 3.6
	4.2 Misure elettriche	3.4
	4.3 Elettronica applicata	3.4
	4.4 Teoria delle reti elettriche	3.4; 3.6
	4.5 Tecnologia meccanica	—
	4.6 Impianti elettrici	3.4
5° ANNO	5.1 Comunicazioni elettriche	4.3
	5.2 Controlli automatici	4.3
	5.3 Radiotecnica	4.3
	5.4 Misure elettroniche	4.2; 4.3
	5.5 Tecnica delle iperfrequenze	4.3
	5.6 Telefonia e a scelta:	4.3
	5.7 Economia e tecnica aziendale	—
	5.7 Calcolatrici e logica dei circuiti	—

Per gli allievi iscritti al 5° anno Elettronica nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica I
5. Chimica applicata (corso ridotto)
6. Chimica industriale (corso ridotto)
7. Tecnologie generali
8. Matematica applicata all'elettrotecnica
9. Campi elettromagnetici e circuiti
10. Misure elettriche
11. Elettronica applicata
12. Elettronica II
13. Meccanica delle macchine e macchine
14. Impianti elettrici.

**Triennio: Ingegneria Nucleare.**

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	
	3.2 Meccanica applicata alle macchine	
	3.3 Fisica tecnica	
	3.4 Elettrotecnica	
	3.5 Chimica applicata	
	3.6 Tecnologia meccanica	
	3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	4.1 Fisica atomica	—
	4.2 Macchine I	3.2; 3.3
	4.3 Fisica nucleare	—
	4.4 Chimica degli impianti nucleari	3.5
	4.5 Costruzione di macchine	3.1; 3.2
	4.6 Idraulica	—

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
5° ANNO	5.1 Elettronica nucleare	3.4
	5.2 Fisica del reattore nucleare	4.3
	5.3 Impianti nucleari	4.2; 4.3
	5.4 Macchine II	3.2; 3.3
	5.5 Calcolo e progetto di macchine e a scelta:	4.5
	5.6 Economia e tecnica aziendale	—
	5.7 Tecnica delle costruzioni	3.1
	5.6 Impianti chimici	4.2; 4.6
	5.7 Misure termiche e regolazioni	3.3

Per gli allievi iscritti al 5° anno Nucleare nel 1961-62 sono obbligatori i seguenti esami del loro precedente piano di studi:

1. Scienza delle costruzioni
2. Meccanica applicata alle macchine
3. Fisica tecnica
4. Elettrotecnica
5. Chimica applicata (corso ridotto), oppure Chimica applicata (corso annuale)
6. Chimica industriale (corso ridotto)
7. Tecnologie generali
8. Fisica atomica
9. Macchine I
10. Fisica nucleare
11. Chimica degli impianti nucleari
12. Costruzione di macchine
13. Idraulica.

## Parte II. — Norme concernenti le sessioni d'esami ed il passaggio da un anno di corso al successivo.

### 1. - Sessione d'esami.

Gli esami di profitto si possono sostenere nella sessione *estiva*, nella sessione *autunnale* e nell'appello *invernale*.

La sessione *estiva* comprende:

- a) un appello anticipato *per soli studenti fuori corso*: dal 2 al 15 maggio;
- b) due appelli ordinari *per tutti gli studenti*: dal 10 giugno al 25 luglio.

La sessione *autunnale* comprende:

due appelli ordinari *per tutti gli studenti*: dal 1° ottobre al 5 novembre.

L'appello *invernale* si svolge:

- a) *per tutti gli studenti*, dal 3 al 15 gennaio;
- b) *per soli studenti fuori corso*, dal 1° al 15 marzo.

### 2. - Norme per gli esami.

Nell'appello *invernale* gli studenti *regolari*, non possono sostenere più di due esami.

In ciascuna sessione non si può ripetere un esame fallito nella sessione stessa.

Nell'appello *invernale* non si può ripetere un esame fallito nell'appello stesso od in entrambe le precedenti sessioni *estiva* ed *autunnale*.

### 3. - Esami generali di laurea.

Per gli esami generali di laurea, sono previsti due turni per ciascuno dei periodi di esame, così distribuiti:

(sessione estiva)	{	nella 2 <sup>a</sup> metà di maggio
		nella 2 <sup>a</sup> metà di luglio
(sessione autunnale)	{	nella 2 <sup>a</sup> metà di novembre
		nella 2 <sup>a</sup> metà di dicembre
(sessione invernale)	{	nella 2 <sup>a</sup> metà di gennaio
		nella 2 <sup>a</sup> metà di marzo.

### 4. - Immatricolazione.

All'atto dell'iscrizione al 1<sup>o</sup> anno di Ingegneria, lo studente deve indicare il corso di laurea che intende seguire, scelto fra gli otto seguenti:

Ingegneria Civile, Meccanica, Elettrotecnica, Chimica, Aeronautica, Mineraria, Elettronica, Nucleare.

Per eventuali successivi cambiamenti di corso di laurea occorre sottoporre domanda al Consiglio di Facoltà.

### 5. - Iscrizione al 2<sup>o</sup> anno.

Per ottenere l'iscrizione al 2<sup>o</sup> anno lo studente — al termine della sessione autunnale — deve avere superato l'esame in almeno due degli insegnamenti seguenti:

Analisi matematica I  
Geometria I  
Fisica I  
Chimica.

### 6. - Iscrizione al 3<sup>o</sup> anno.

Per ottenere l'iscrizione al 3<sup>o</sup> anno lo studente — al termine della sessione autunnale — deve avere superato gli esami in tutti i nove insegnamenti sbarranti elencati nel piano degli studi del biennio propedeutico: 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4.

Tuttavia lo studente che al termine della sessione autunnale si trova in debito di non più di due dei suddetti esami, può ugualmente presentare domanda di iscrizione al 3<sup>o</sup> anno con la riserva che essa diventi effettiva se entro l'appello di gennaio egli avrà completato gli esami d'obbligo dimostrando di avere fino allora frequentato i corsi del 3<sup>o</sup> anno, mentre in ogni altro caso la domanda varrà per l'iscrizione a fuori corso del 2<sup>o</sup> anno.

La concessione suddetta vale anche per gli allievi provenienti da altri bienni, purchè all'atto della presentazione della domanda con riserva sia già pervenuto al Politecnico il loro foglio di congedo e purchè da esso risulti che il passaggio dal 1<sup>o</sup> al 2<sup>o</sup> anno è avvenuto con rispetto alle norme indicate al precedente n. 5. È pure consentita la sostituzione dell'insegnamento della Geometria II con altra materia sbarrante prescritta in sua vece dal piano degli studi della sede di provenienza.

In tal caso il proseguimento degli studi presso questo Politecnico è subordinato alla decisione del Consiglio di Facoltà che si riserva di deliberare dopo l'esame del foglio di congedo, quali oneri dovranno eventualmente aggiungersi al normale piano di studi del triennio.

### 7. - Iscrizione al 4<sup>o</sup> anno.

Per ottenere l'iscrizione al 4<sup>o</sup> anno lo studente — al termine della sessione autunnale — deve avere superato almeno tre dei seguenti esami: 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6.

#### 8. - *Iscrizione al 5° anno.*

Per ottenere l'*iscrizione al 5° anno* lo studente — al termine della sessione autunnale — deve avere superato almeno sei dei seguenti esami: 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5; 4.6.

#### 9. - *Studenti in debito di attestazioni di frequenza.*

Gli studenti iscritti al 1°, 3°, 4° anno in debito di due o più attestazioni di frequenza non possono ottenere l'iscrizione all'anno di corso successivo e devono iscriversi come ripetenti per i soli insegnamenti mancanti di attestazione di frequenza.

Gli studenti iscritti al 1°, 3°, 4° anno in debito di una sola attestazione di frequenza possono ottenere l'iscrizione all'anno di corso successivo con obbligo di reiscrizione al corso del quale non hanno ottenuto l'attestazione di frequenza.

Gli studenti iscritti al 2° anno in debito di una sola o più delle seguenti attestazioni di frequenza: Analisi matematica II, Geometria II, Fisica II, Meccanica razionale, devono iscriversi come ripetenti ai corsi per i quali manca l'attestazione di frequenza.

Gli studenti iscritti al 5° anno, in debito di una sola o più attestazioni di frequenza devono iscriversi come ripetenti ai corsi per i quali manca l'attestazione di frequenza.

#### 10. - *Studenti privi dei requisiti richiesti per la iscrizione al successivo anno di corso.*

Salvi i casi contemplati nel precedente n. 9, lo studente di qualsiasi anno che non possiede i requisiti richiesti per la iscrizione all'anno successivo viene considerato fuori corso; in tale posizione lo studente non ha obblighi di frequenza e può sostenere esami soltanto su discipline per cui abbia precedentemente ottenuto le prescritte attestazioni di frequenza.

#### 11. - *Prova di cultura generale.*

L'esame di laurea, per i candidati che non hanno superato tutti gli esami del 3°, 4°, 5° anno presso il Politecnico di Torino o che, dopo la iscrizione al 3° anno, hanno dovuto prendere per più di due volte l'iscrizione come fuori-corso, comprenderà una *prova preliminare di cultura generale*.

# SCUOLA DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE

## PIANO DEGLI STUDI

*(Nuova denominazione della Scuola di Ingegneria Aeronautica,  
in corso di approvazione).*



## PIANO DEGLI STUDI

I corsi per il conseguimento della laurea in Ingegneria Aerospaziale hanno la durata di due anni accademici, ed avranno inizio lunedì 8 gennaio 1962.

Possono iscriversi al I anno della Scuola di Ingegneria Aerospaziale studenti già laureati in Ingegneria.

Possono iscriversi al II anno della Scuola di Ingegneria Aerospaziale studenti già laureati in Ingegneria Aeronautica.

La Scuola è suddivisa in due indirizzi:

### **STRUTTURE PROPULSORI**

Gli insegnamenti sono i seguenti:

#### *Per il I Anno*

Aerodinamica e Gasdinamica.

Motori per aeromobili e Costruzioni di motori per aeromobili.

Costruzioni aeronautiche e Tecnologie aeronautiche.

Progetto di aeromobili e Aeronautica generale.

Sistemi di guida e navigazione.

#### *Per il II Anno*

##### **Indirizzo Strutture**

Progetto di aeromobili II.  
Costruzioni aeronautiche II.  
Aerodinamica II.  
Propulsori astronautici (Q).  
Strumenti e impianti di bordo.  
Sperimentazione di volo.  
Aerotermodinamica (Q).

##### **Indirizzo Propulsori**

Motori per missili.  
Costruzione di motori per missili.  
Gasdinamica II.  
Strutture aeromissilistiche (Q).  
Tecnologie degli endoreattori.  
Dinamica del missile.  
Superaerodinamica (Q).

Oltre alle materie sopra segnate potranno essere svolte serie di conferenze su argomenti di specializzazione.

Lo statuto della Scuola e quindi il suo piano di studi trovasi attualmente soggetto all'approvazione degli organi legislativi dello Stato su proposta delle Scuole interessate.



**CORSO DI PERFEZIONAMENTO  
IN Elettrotecnica**

**PIANO DEGLI STUDI**



## PIANO DEGLI STUDI

**Sezioni: Elettromeccanica.**

**Comunicazioni elettriche (Sottosezioni: Radioelettronica e Telefonia).**

Il Corso ha come fondamento, per la sezione Elettromeccanica, gli insegnamenti generali di *Complementi di Matematica, Elettrotecnica I, Elettrotecnica II, Misure elettriche, Impianti elettrici I, Impianti elettrici II, Macchine elettriche, Applicazioni-elettromeccaniche* impartiti presso il Politecnico di Torino. Gli allievi sono tenuti a dimostrare con esami la conoscenza di tali materie.

Dagli esami corrispondenti possono essere esentati (a domanda degli interessati, da presentare alla Direzione del Corso) quegli iscritti che provino di aver precedentemente seguito con profitto corsi analoghi.

Il Corso consiste in insegnamenti speciali, integrati da gruppi di conferenze di carattere monografico, da esercitazioni e prove teoriche e sperimentali e da visite e sopralluoghi.

Il Corso ha la durata di un anno accademico. Ad esso possono essere iscritti i laureati in ingegneria, in fisica od in matematica e fisica. Il Corso rilascia un certificato di perfezionamento in Elettrotecnica, Sezione Elettromeccanica.

Possono venir ammessi al Corso gli Ufficiali di Artiglieria, Genio e Marina, che abbiano superato gli esami dei rispettivi Corsi di applicazione, anche se sprovvisti di laurea in ingegneria. Ad essi viene rilasciato un certificato degli esami superati.

Gli esami delle materie speciali si svolgono durante le sessioni estiva ed autunnale. La prova finale ha luogo nella sessione autunnale, non oltre il 15 dicembre, dopo che il candidato abbia svolto un lavoro di carattere teorico-sperimentale.

Gli iscritti al Corso possono chiedere di essere ammessi a seguirlo come allievi interni. Gli allievi interni frequentano l'Istituto con orario normale dal 10 gennaio alla fine di dicembre esclusi due mesi di ferie: essi seguono l'attività normale del Reparto dell'Istituto cui vengono assegnati.

Agli allievi interni più meritevoli possono essere assegnate borse di studio costituite coi mezzi forniti dalla Fondazione Politecnica Piemontese, dall'Istituto Elettrotecnico Nazionale, dalla Soc. Montecatini, dalla Soc. Olivetti e C. e da altri Enti. Possono altresì essere concessi agli allievi speciali premi. L'esito del Corso può essere considerato come titolo di preferenza per un'eventuale assunzione nel personale dell'Istituto Nazionale Elettrotecnico « G. Ferraris ».

### SEZIONE ELETTROMECCANICA

*Corsi annuali:*

1. Complementi di macchine elettriche.

- a) Macchine rotanti.
- b) Metadinamo.
- c) Trasformatori.

2. Complementi di impianti elettrici.
  - a) Teoria delle reti in regime permanente e transitorio.
  - b) Modelli di reti.
  - c) Alte tensioni.
  - d) Apparecchi d'interruzione.
  - e) Centrali termoelettriche.
3. Elettronica industriale.
4. Regolazioni automatiche.
5. Metrologia e complementi di misure elettriche.

*Corsi quadrimestrali:*

6. Tecnologia delle macchine elettriche.
7. Tecnologia degli impianti elettrici.
8. Misure industriali sugli impianti elettrici.
9. Materiali conduttori dielettrici e magnetici.

Esami di gruppo: 1-7; 8-9.

*Corsi monografici:*

Organizzazione industriale delle imprese elettriche.

Esami di gruppo: 1 a), 1 b), 1 c), 7;  
 2 a), 2 b);  
 2 c), 2 d), 2 e), 8-9.

## SEZIONE COMUNICAZIONI ELETTRICHE

### *Sottosezione Radioelettronica.*

Il Corso ha come fondamento per la sezione Comunicazioni elettriche, gli insegnamenti generali di *Matematica applicata all'elettrotecnica*, *Elettrotecnica generale*, *Elettrotecnica complementare*, *Misure elettriche* e *Comunicazioni elettriche*, *Radiotecnica* impartiti presso il Politecnico di Torino.

Il corso rilascia un certificato di perfezionamento in Elettrotecnica, Sezione Comunicazioni Elettriche (Sottosez. Telefonia), Radioelettronica.

Valgono anche per questo Corso le norme relative alla iscrizione precisate per quello di Elettromeccanica.

Agli allievi interni più meritevoli possono essere assegnate borse di studio costituite coi mezzi forniti dalla Società Olivetti, dalla RAI, dalla Fondaz. Polit. Piemontese, dall'Istituto Elettrotecnico Nazionale e le società STET, STIPEL, TELVE e TIMO provvederanno ad un adeguato rimborso spese per cinque iscritti particolarmente meritevoli.

*Corsi generali:*

1. Fenomeni transitori - Applicazioni dei semiconduttori.
2. Tecnica delle forme d'onda.
3. Misure elettroniche e metrologia.
4. Propagazione e antenne.
5. Radiolocalizzazione.
6. Tecnica delle microonde.
7. Elettroacustica.
8. Radiotrasmittitori.
9. Radioricevitori.
10. Televisione monocromatica e a colori.
11. Ponti radio.

12. Controlli automatici.
13. Circuiti numerici e loro logica.
14. Calcolatrici elettroniche.
15. Elettronica industriale.
16. Progetto di circuiti radio-elettronici.

*Corsi integrativi:*

Progetto di circuiti radioelettronici.

*Sottosezione Telefonia.*

1. Commutazione telefonica.
2. Equipaggiamenti per centrali telefoniche.
3. Traffico telefonico.
4. Linee e reti.
5. Trasmissione telefonica.
6. Metrologia e misure telefoniche.
7. Elettroacustica e acustica telefonica.
8. Tecnologia dei materiali telefonici.
9. Impianti telefonici speciali.

*Corsi monografici:*

10. Cavi telefonici.
11. Impianti telefonici - Progettazioni.

Il piano di studi per la Sottosezione Radioelettronica prevede la suddivisione nei seguenti due indirizzi, con a fianco le lettere di contrassegno relative agli insegnamenti da seguire:

1. *Elettronica* - lettere C, E, I.
2. *Radiotecnica* - lettere C, P, R, I.

Per la Sottosezione Telefonia il piano di studi non prevede suddivisioni, e pertanto gli insegnamenti da seguire sono tutti quelli con il contrassegno T.

Ai fini degli esami le seguenti materie sono abbinate: E 3 - E 5; C 3 - R 6; R 3 - R 4; T 3; T 2 - T 9; T 4 - T 8. I Corsi monografici T 10, T 11 non sono oggetto di esame. Tuttavia sulla relativa materia dovrà svolgersi un colloquio, del cui esito sarà tenuto conto in sede di prova finale del Corso.



**CORSO DI SPECIALIZZAZIONE  
NELLA MOTORIZZAZIONE**

**PIANO DEGLI STUDI**



## PIANO DEGLI STUDI

Il Corso è suddiviso nelle due sezioni:

### **Automezzi da trasporto e Automezzi agricoli.**

che comprendono i seguenti insegnamenti:

#### *Corsi fondamentali comuni alle due sezioni:*

Costruzione degli autoveicoli (con disegno).  
Motori per automobili (con disegno e laboratorio).  
Costruzione dei motori.  
Tecnologie speciali dell'automobile (con visite ad officine).  
Equipaggiamenti elettrici (1) (con esercitazioni).

#### *Corsi speciali per la sezione:*

### **AUTOMEZZI DA TRASPORTO**

Problemi speciali e prestazioni degli automezzi:

- a) per impiego su strada;
- b) per impiego su rotaie;
- c) per impieghi militari.

Costruzione delle carrozzerie.

### **AUTOMEZZI AGRICOLI**

Meccanica agraria.

Problemi speciali delle trattrici agricole.

Macchine speciali e apparecchiature complementari delle trattrici (con esercitazioni al Centro Nazionale Meccanico Agricolo).

I Corsi saranno completati da un ciclo di conferenze sulle

*Applicazioni della gomma alle costruzioni degli automezzi.*

---

(1) Gli allievi della sezione Automezzi agricoli seguiranno soltanto una parte di questo corso, secondo quanto deciderà il docente.



**CORSO DI PERFEZIONAMENTO  
IN INGEGNERIA NUCLEARE**

**“ G. AGNELLI ”**

**PIANO DEGLI STUDI**



## PIANO DEGLI STUDI

Il corso consisterà in serie di lezioni sui seguenti argomenti:

1. Fisica nucleare.
2. Chimica e gli impianti nucleari.
3. Tecnologie nucleari.
4. Reattori nucleari.
5. Impianti nucleari.

Oltre a lezioni propedeutiche di Fisica atomica ed a serie di conferenze sulla protezione dalle radiazioni, sulla strumentazione e regolazione automatica, sull'impiego dei traccianti, sulla economia degli impianti ed altri argomenti complementari.

Esercitazioni sperimentali avranno luogo sia presso gli Istituti di Fisica tecnica e di Fisica del Politecnico, sia presso il Reattore nucleare del Centro S.O.R.I.N. a Saluggia.

L'insegnamento di Impianti nucleari comprenderà l'avviamento a calcoli di progetto ed il disegno relativo.

Possono iscriversi al Corso i laureati in ingegneria. Alla fine del Corso, in seguito all'esito favorevole di apposito esame, verrà rilasciato un certificato degli studi compiuti e degli esami superati.



**CORSO DI PERFEZIONAMENTO  
NELL'INGEGNERIA DEL TRAFFICO**

**PIANO DEGLI STUDI**



## PIANO DEGLI STUDI

Il corso comprenderà i seguenti insegnamenti fondamentali:

Progettazione e pianificazione delle strade.

Metodi di rilevamento, statistiche del traffico e tecnica della circolazione stradale.

Illuminazione, acustica e ventilazione nelle costruzioni stradali.

Tecnica dei trasporti agricoli.

Tecnica dei trasporti industriali.

I veicoli e l'organizzazione dei trasporti.

Il corso sarà inoltre integrato da insegnamenti monografici e da cicli di conferenze sui seguenti argomenti:

*Fisiologia e psicologia degli addetti al traffico e degli utenti: la prevenzione infortuni.*

*Diritto stradale.*

*Problemi urbanistici.*

*L'organizzazione dei cantieri stradali;*

nonchè su quegli altri argomenti speciali che il continuo sviluppo della tecnica dei trasporti richiederà.

Potranno essere ammessi al Corso di cui trattasi i Dottori in Ingegneria od in Architettura che conseguirono tale laurea in un Politecnico od in una delle Facoltà di Ingegneria od Architettura della Repubblica.

Al corso potranno essere ammessi, anche se sprovvisti di laurea, gli ufficiali dei Carabinieri, di Polizia e del Genio, purchè comandati.

A tutti coloro che avranno regolarmente frequentato il Corso di Perfezionamento ed in seguito ad apposito esame verrà rilasciato un certificato degli studi compiuti e degli esami superati.



# FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

## PIANO DEGLI STUDI

La Facoltà di Architettura ha sede nello storico e magnifico Castello al Valentino. Fanno parte di essa n. 6 professori di ruolo, n. 28 professori incaricati, n. 11 Aiuti e assistenti ordinari, n. 7 assistenti straordinari e n. 50 assistenti volontari.

La Facoltà conferisce la laurea in Architettura dopo lo svolgimento di cinque anni di corso per i quali il Consiglio della Facoltà ha predisposto il seguente



## PIANO DEGLI STUDI

### 1° ANNO

Analisi matematica e geometria analitica I.  
Chimica generale ed applicata.  
Disegno dal vero I.  
Elementi di architettura e rilievo monumenti I.  
Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva.  
Storia dell'arte e storia e stili architettonici I.  
Lingua straniera (Inglese).

### 2° ANNO

Analisi matematica e geometria analitica II.  
Applicazioni di geometria descrittiva.  
Plastica.  
Elementi di architettura e rilievo monumenti II.  
Elementi costruttivi.  
Fisica generale.  
Mineralogia e Geologia.  
Storia dell'arte e storia e stili della architettura II.  
Disegno dal vero II.

### 3° ANNO

Architettura interni, arredamento e decorazione I.  
Caratteri distributivi degli edifici.  
Caratteri stilistici e costruttivi monumenti.  
Elementi di composizione.  
Fisica tecnica.  
Igiene edilizia.  
Meccanica razionale.  
Topografia e costruzioni stradali.

4° ANNO

Architettura interni, arredamento e decorazione II.  
Composizione architettonica I.  
Impianti tecnici.  
Scienza delle costruzioni I.  
Restauro dei monumenti.  
Urbanistica I.  
Decorazione.

5° ANNO

Composizione architettonica II.  
Urbanistica II.  
Scienza delle costruzioni II.  
Tecnologia dei materiali e tecnica costruzione.  
Estimo ed esercizio professionale e Materie giuridiche.  
Scenografia ed Arte dei giardini.

### **Norme speciali per l'ammissione al 3° anno.**

Può ottenere l'iscrizione al 3° corso della Facoltà di Architettura:

lo studente che ha superato tutti gli esami consigliati dal piano degli studi della Facoltà per il 1° e 2° anno;

lo studente che al termine della sessione autunnale si trova in debito di una materia fondamentale e delle due materie complementari (Lingua straniera - Plastica) del biennio. Dette materie dovranno avere precedenza di esame su tutti gli insegnamenti del triennio.

Inoltre, lo studente che al termine della sessione autunnale si trova in debito di non più di tre materie fondamentali del biennio, può presentare domanda d'iscrizione al 3° anno, con la riserva che essa diventi effettiva, se entro l'appello di febbraio egli avrà completato gli esami d'obbligo e dimostrato di avere fino allora frequentato i corsi del 3° anno, mentre in ogni altro caso la domanda varrà per l'iscrizione a fuori corso del 2° anno.



# ORARI

FACOLTÀ DI INGEGNERIA



	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	1 <sup>a</sup>						<i>Esercitazioni Fisica</i>			
	2 <sup>a</sup>		<b>Analisi matematica I</b> (Aula 2)	<b>Chimica</b> (Aula 8)	<b>Fisica I</b> (Aula 6)		<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>			
	3 <sup>a</sup>						<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)		
	4 <sup>a</sup>									
M.	1 <sup>a</sup>						<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>			
	2 <sup>a</sup>		<b>Analisi matematica I</b> (Aula 2)	<b>Chimica</b> (Aula 8)	<b>Fisica I</b> (Aula 6)		<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)		
	3 <sup>a</sup>									
	4 <sup>a</sup>						<i>Esercitazioni Fisica</i>			
M.	1 <sup>a</sup>									
	2 <sup>a</sup>		<b>Analisi matematica I</b> (Aula 2)	<b>Chimica</b> (Aula 8)	<b>Fisica I</b> (Aula 6)					
	3 <sup>a</sup>									
	4 <sup>a</sup>									
G.	1 <sup>a</sup>		<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)				<i>Es. Analisi</i> (Aula 2 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 2 A)	
	2 <sup>a</sup>						<b>Geometria I</b> (Aula 2)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 4 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 4 A)	
	3 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni di Fisica</i>				<i>Es. Analisi</i> (Aula 6 A)		<i>Es. Geometria</i> (Aula 6 A)		
	4 <sup>a</sup>	<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>				<i>Es. Geometria</i> (Aula 8 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 8 A)			
V.	1 <sup>a</sup>					<b>Geometria I</b> (Aula 2)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 2 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 2 A)		
	2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni di Fisica</i>					<i>Es. Geometria</i> (Aula 4 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 4 A)		
	3 <sup>a</sup>	<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>				<i>Es. Analisi</i> (Aula 6 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 6 A)			
	4 <sup>a</sup>	<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)							
S.	1 <sup>a</sup>	<i>Disegno</i> (Aula 2)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 2 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 2 A)	<b>Geometria I</b> (Aula 2)					
	2 <sup>a</sup>		<i>Es. Geometria</i> (Aula 4 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 4 A)						
	3 <sup>a</sup>		<i>Es. Analisi</i> (Aula 6 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 6 A)						
	4 <sup>a</sup>		<i>Es. Geometria</i> (Aula 8 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 8 A)						

192

L.

M.

M.

G.

V.

S.

squadre		8	9	10	11	12	squadre		14	15	16	17	18
1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica</i>						1 <sup>a</sup>		Geometria I (Aula 2)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 2 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 2 A)		
2 <sup>a</sup>	<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>					2 <sup>a</sup>		<i>Es. Geometria</i> (Aula 4 A)		<i>Es. Analisi</i> (Aula 4 A)			
3 <sup>a</sup>	<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)				3 <sup>a</sup>		<i>Es. Analisi</i> (Aula 6 A)		<i>Es. Geometria</i> (Aula 6 A)			
4 <sup>a</sup>						4 <sup>a</sup>		<i>Es. Geometria</i> (Aula 8 A)		<i>Es. Analisi</i> (Aula 8 A)			
1 <sup>a</sup>	<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>						1 <sup>a</sup>	Geometria I (Aula 2)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 2 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 2 A)			
2 <sup>a</sup>	<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)				2 <sup>a</sup>			<i>Es. Geometria</i> (Aula 4 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 4 A)			
3 <sup>a</sup>						3 <sup>a</sup>			<i>Es. Analisi</i> (Aula 6 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 6 A)			
4 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni di Fisica</i>					4 <sup>a</sup>			<i>Es. Geometria</i> (Aula 8 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 8 A)			
1 <sup>a</sup>							1 <sup>a</sup>	Geometria I (Aula 2)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 2 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 2 A)			
2 <sup>a</sup>						2 <sup>a</sup>			<i>Es. Geometria</i> (Aula 4 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 4 A)			
3 <sup>a</sup>						3 <sup>a</sup>			<i>Es. Analisi</i> (Aula 6 A)	<i>Es. Geometria</i> (Aula 6 A)			
4 <sup>a</sup>						4 <sup>a</sup>			<i>Es. Geometria</i> (Aula 8 A)	<i>Es. Analisi</i> (Aula 8 A)			
1 <sup>a</sup>		<i>Analisi matematica I</i> (Aula 2)	<i>Chimica</i> (Aula 8)	<i>Fisica I</i> (Aula 6)		1 <sup>a</sup>	<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> di squadra)					
2 <sup>a</sup>						2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica</i>						
3 <sup>a</sup>						3 <sup>a</sup>	<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>						
4 <sup>a</sup>						4 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica</i>						
1 <sup>a</sup>		<i>Analisi matematica I</i> (Aula 2)	<i>Chimica</i> (Aula 8)	<i>Fisica I</i> (Aula 6)		1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica</i>						
2 <sup>a</sup>	<i>Disegno</i> (Aula 2)	<i>Analisi matematica I</i> (Aula 2)	<i>Chimica</i> (Aula 8)	<i>Fisica I</i> (Aula 6)		2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica</i>						
3 <sup>a</sup>						3 <sup>a</sup>	<i>Disegno - (Aula 4 B)</i>						
4 <sup>a</sup>						4 <sup>a</sup>	<i>Esercit. Chimica</i> (Aula 8)	<i>Seminario Matematica</i> ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> squadra)					
1 <sup>a</sup>		<i>Analisi matematica I</i> (Aula 2)	<i>Chimica</i> (Aula 8)	<i>Fisica I</i> (Aula 6)									
2 <sup>a</sup>													
3 <sup>a</sup>													
4 <sup>a</sup>													

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Analisi matematica II (Aula 4)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 4)	Es. Analisi (1/2 corso - Aula 4)	1 <sup>a</sup>	Esercitazioni Fisica				
			Es. Analisi (1/2 corso - Aula 2)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 2)		2 <sup>a</sup>	Disegno Meccanico - (Aula 2 B)			
M.	Chimica organica (*) (Aula 1)	Analisi matematica II (Aula 4)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 4)	Es. Analisi (1/2 corso - Aula 4)	3 <sup>a</sup>	Es. Mecc. Razionale - (Ist. Mecc. razionale)				
			Es. Analisi (1/2 corso - Aula 2)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 2)	4 <sup>a</sup>	Esercitazioni Geometria (Aule 2 D e 4 D)		Seminario Matematica (Aule 2 D e 4 D)		
			Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 4)	Es. Analisi (1/2 corso - Aula 4)	2 <sup>a</sup>	Esercitazioni Fisica				
			Es. Analisi (1/2 corso - Aula 2)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 2)	3 <sup>a</sup>	Disegno Meccanico - (Aula 2 B)				
M.	Chimica organica (*) (Aula 1)	Analisi matematica II (Aula 4)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 4)	Es. Analisi (1/2 corso - Aula 4)	4 <sup>a</sup>	Es. Mecc. Razionale - (Ist. Mecc. razionale)				
			Es. Analisi (1/2 corso - Aula 2)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 2)	5 <sup>a</sup>	Esercitazioni Geometria (Aule 2 D e 4 D)		Seminario Matematica (Aule 2 D e 4 D)		
			Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 4)	Es. Analisi (1/2 corso - Aula 4)	3 <sup>a</sup>	Esercitazioni Fisica				
			Es. Analisi (1/2 corso - Aula 2)	Es. Meccanica (1/2 corso - Aula 2)	4 <sup>a</sup>	Disegno Meccanico - (Aula 2 B)				
G.		Fisica II (Aula 6)	Geometria II (Aula 4)	Meccanica razionale (Aula 4)	5 <sup>a</sup>	Es. Mecc. Razionale - (Ist. Mecc. razionale)				
			Geometria II (Aula 4)	Meccanica razionale (Aula 4)	1 <sup>a</sup>	Esercitazioni Geometria (Aule 2 D e 4 D)		Seminario Matematica (Aule 2 D e 4 D)		
			Geometria II (Aula 4)	Meccanica razionale (Aula 4)	5 <sup>a</sup>	Esercitazioni Fisica				
			Geometria II (Aula 4)	Meccanica razionale (Aula 4)	1 <sup>a</sup>	Disegno Meccanico - (Aula 2 B)				
V.		Fisica II (Aula 6)	Geometria II (Aula 4)	Meccanica razionale (Aula 4)	2 <sup>a</sup>	Es. Mecc. Razionale - (Ist. Mecc. razionale)				
			Geometria II (Aula 4)	Meccanica razionale (Aula 4)	3 <sup>a</sup>	Esercitazioni Geometria (Aule 2 D e 4 D)		Seminario Matematica (Aule 2 D e 4 D)		
S.		Fisica II (Aula 6)	Meccanica razionale (Aula 4)	Dis. edile (**) (Aula 4 A)		(*) per allievi Chimici (invece di Disegno Meccanico). (**) per allievi Civili, tutti iscritti nella 1 <sup>a</sup> squadra, con esercitazioni il venerdì ore 14-18 Aula 5 E (invece di Disegno Meccanico).				
			Meccanica razionale (Aula 4)	Dis. meccanico (Aula 4)						

squadre

	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12
L.										
M.	Progetto di Aeromobili II (Ist. P. A.)	Sperimentazione di volo (Aula 11 B)	Aerotermodinamica (Aula 9 B)	Aerodinamica II (Aula 11 B)			Dinamica del missile (Ist. M. A. A.)	Gasdinamica II (Aula 9 B)		
M.	Progetto di Aeromobili II (Ist. P. A.)	Strumenti e impianti di bordo (Aula 11 B)	Propulsori astronautici (Aula 11 B)	Sperimentazione di volo (Aula 11 B)		Strutture Aeromissilistiche (Aula 11 B)	Costruzione di motori per missili (Ist. C. M.)	Motori per missili (Aula 11 B)	Tecnica degli Endoreattori (Ist. M. A. A.)	
G.	Strumenti e impianti di bordo (Aula 11 B)	Aerodinamica II (Aula 11 B)	Aerotermodinamica (Aula 9 B)	Costruzioni Aeronautiche II (Aula 11 B)		Costruzioni di motori per missili (Ist. C. M.)	Superaerodinamica (Aula 11 B)	Gasdinamica II (Aula 9 B)	Dinamica del missile (Ist. M. A. A.)	
V.	Progetto di Aeromobili II (Ist. P. A.)	Aerodinamica II (Aula 11 B)	Propulsori astronautici (Aula 11 B)	Costruzioni Aeronautiche II (Aula 11 B)		Strutture Aeromissilistiche (Aula 11 B)	Superaerodinamica (Aula 11 B)	Motori per missili (Aula 11 B)		
S.										

Ist. P. A. = Istit. di Progetto di Aeromobili. — Ist. M. A. A. = Istit. di Meccanica Applicata e Aerodinamica (sala riunioni).  
Ist. C. M. = Istit. di Costruzione di Macchine.

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Tecnologia dei Materiali e Chimica appl. (Aula 8)						
M.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Tecnologia dei Materiali e Chimica appl. (Aula 8)			<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 4 C)			
M.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Tecnologia dei Materiali e Chimica appl. (Aula 8)			<i>Esercitazioni Architettura tecnica I</i> (Aule 5-7-9 C)			
G.		Architettura tecnica I (Aula 3 A)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Litologia e geologia appl. (Aula 1 A)			<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 4 C)		<i>Esercitazioni Elettrotecnica</i> (Aula 1 A)	
V.		Architettura tecnica I (Aula 3 A)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Litologia e geologia appl. (Aula 1 A)			<i>Laboratorio Tecnologia dei Materiali e di Chimica appl.</i>		<i>Laboratorio Scienza delle costruzioni</i>	
S.		Architettura tecnica I (Aula 3 A)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Litologia e geologia appl. (Aula 1 A)						

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 1 C)			
M.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni Meccanica applicata alle macchine</i> (Aula 1 C)			
M.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 1 C)	<i>Esercitazioni Elettrotecnica</i> (Aula 1 A)		
G.		Tecnologia meccanica (Aula 1)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Meccanica applicata alle macchine (Aula 1)			<i>Officina meccanica</i> (Squadra 1 <sup>a</sup> )	<i>Laborat. Chimica applicata</i> (Squadra 1 <sup>a</sup> )		
							<i>Laborat. Chimica applicata</i> (Squadra 2 <sup>a</sup> )	<i>Officina meccanica</i> (Squadra 2 <sup>a</sup> )		
V.		Tecnologia meccanica (Aula 1)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Meccanica applicata alle macchine (Aula 1)						
S.		Tecnologia meccanica (Aula 1)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Meccanica applicata alle macchine (Aula 1)			Gli allievi per le esercitazioni di Officina e di Laboratorio sono suddivisi in 2 squadre contrassegnate da 1 <sup>a</sup> - 2 <sup>a</sup> . Squadra 1 <sup>a</sup> : da A a H Squadra 2 <sup>a</sup> : da I a Z.			

		squadre				squadre					
		8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		<i>Esercitazioni Complementi di matematica</i> (Aula 14)	Complementi di matematica (Aula 14)	Fisica tecnica (Aula 1)	Elettrotecnica I (Aula 1)			<i>Esercitazioni Meccanica applicata alle macchine</i> (Aula 1 D)			
M.		<i>Esercitazioni Complementi di matematica</i> (Aula 14)	Complementi di matematica (Aula 14)	Fisica tecnica (Aula 1)	Elettrotecnica I (Aula 1)	1 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Elettrotecnica I</i>	<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 1 D)			
						2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 1 D)	<i>Laboratorio Elettrotecnica I</i>			
M.		<i>Esercitazioni Complementi di matematica</i> (Aula 14)	Complementi di matematica (Aula 14)	Fisica tecnica (Aula 1)	Elettrotecnica I (Aula 1)	1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni di Scienza delle costruzioni</i> (Aula 1 D)				
						2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni di Elettrotecnica I</i> (Aula 5 A)				
G.			Materiali per Elettrotecnica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)						
	V.		Materiali per Elettrotecnica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)	1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni di Elettrotecnica I</i> (Aula 5 A)				
						2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 1 D)				
S.			Materiali per Elettrotecnica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			Squadra 1 <sup>a</sup> : da A a H Squadra 2 <sup>a</sup> : da I a Z.			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni di Meccanica applicata alle macchine</i> (Aula 1 D)			
M.	Chimica organica (Aula 1)	Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)						
M.	Chimica organica (Aula 1)	Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni Elettrotecnica</i> (Aula 3 A)	<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 1 C)		
G.		Chimica analitica I. Ch. I.	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 1 C)			
V.		Chimica analitica I. Ch. I.	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			<i>Laboratorio Chimica analitica</i>			
S.	<i>Laboratorio di Chimica applicata</i> (Aula 8)		Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			I. Ch. I.: Istituto Chimica Industriale			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni Meccanica applicata alle macchine</i> (Aula 1 D)			
M.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)			<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 4 C)			
M.		Elettrotecnica (Aula 1)	Fisica tecnica (Aula 1)	Chimica applicata (Aula 8)						
G.	<i>Laboratorio di Mineralogia e Litologia</i> (Aula I. G. M.)		Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 4 C)	<i>Esercitazioni Elettrotecnica</i> (Aula 1 A)		
V.		Mineralogia e Litologia (Aula I. G. M.)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			<i>Laboratorio Chimica applicata</i>	<i>Laborat. Scienza costruz.</i> (1° quadrimestre) - (Aula I. A. M.)		
								<i>Esercitaz. di Elettrotecnica</i> (2° quadrimestre) - (Aula I. A. M.)		
S.		Mineralogia e Litologia (Aula I. G. M.)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Mecc. appl. alle macchine (Aula 1)			I. G. M.: Istituto Giacimenti Minerari I. A. M.: Istituto Arte Mineraria.			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	<i>Eserc. compl. di matematica</i> (Aula 14)	Complementi di Matematica (Aula 14)	Fisica tecnica (Aula 1)	Elettrotecnica I (Aula 1)						
M.	<i>Eserc. compl. di matematica</i> (Aula 14)	Complementi di Matematica (Aula 14)	Fisica tecnica (Aula 1)	Elettrotecnica I (Aula 1)	1 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Elettrotecnica I</i>		<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 1 D)		
M.	<i>Eserc. compl. di matematica</i> (Aula 14)	Complementi di Matematica (Aula 14)	Fisica tecnica (Aula 1)	Elettrotecnica I (Aula 1)	2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Fisica tecnica</i> (Aula 1 D)		<i>Laboratorio Elettrotecnica I</i>		
M.					1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 1 D)				
M.					2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Elettrotecnica I</i> (Aula 5 A)				
G.		Materiali per elettrotecnica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Meccanica delle macch. e macchine (Aula 5)				<i>Esercitazioni Meccanica delle macchine e macchine</i> (Aula 1 D)		
V.		Materiali per elettrotecnica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Meccanica delle macch. e macchine (Aula 5)	1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Elettrotecnica I</i> (Aula 5 A)				
V.					2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Scienza delle costruzioni</i> (Aula 1 D)				
S.		Materiali per elettrotecnica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 1)	Meccanica delle macch. e macchine (Aula 5)				Squadra 1: da A a H Squadra 2: da I a Z.		

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Architettura tecnica II (Aula 3 A)	Idraulica (Aula 3)	Topografia (Aula 3 A)			<i>Esercitazioni Architettura tecnica</i> (Aula 3 C)			
M.		Architettura tecnica II (Aula 3 A)	Idraulica (Aula 3)	Topografia (Aula 3 A)			<i>Esercitazioni Topografia</i> (Aula 3 A)			
M.	<i>Esercitazioni Complementi di Scienza delle costruzioni</i> (Aula 3 C)		Idraulica (Aula 3)	Mecc. appl. alle macchine e macchine (Aula 5 A)			<i>Esercitazioni Idraulica</i> (Aula 1 B)			
G.		Tecnica delle costruzioni I (Aula 1 B)	Complementi di Scienza delle costruz. (Aula 5 A)	Mecc. appl. alle macchine e macchine (Aula 5 A)			<i>Esercitazioni Tecnica delle Costruzioni</i> (Aula 3 C)			
V.		Tecnica delle costruzioni I (Aula 1 B)	Complementi di Scienza delle costruz. (Aula 5 A)	Mecc. appl. alle macchine e macchine (Aula 5 A)			<i>Esercitazioni Meccanica applicata alle macchina e macchine</i> (Aula 1 C)			
S.		Tecnica delle costruzioni I (Aula 1 B)	Complementi di Scienza delle costruz. (Aula 5 A)	Topografia (Aula 3 A)						

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	
L.		Applicazioni industriali elettrotecnica (Aula 5)	Idraulica (Aula 3)	Macchine I (Aula 5 A)			<i>Esercitazioni Idraulica</i> (Aula 1 B)				
M.		Applicazioni industriali elettrotecnica (Aula 5)	Idraulica (Aula 3)	Macchine I (Aula 5 A)			<i>Esercitazioni Costruzione di Macchine</i> (Aula 3 C)				
M.		Macchine I (Aula 5 A)	Idraulica (Aula 3)	Costruzione macchine (Aula 1 A)							
G.	<i>Esercitazioni Costruzione macchine</i> (Aula 5 A)		Costruzione di macchine (Aula 1 A)				<i>Esercitazioni Macchine I</i> (Aula 1 B)				
V.	Tecnologie dei materiali (Aula 5 A)	Tecnica delle costruzioni (Aula 1 B)	<i>Esercitazioni Tecnologie dei materiali</i> (Aula 2 A)					<i>Esercitazioni Tecnica delle costruzioni</i> (Aula 2 C)			
S.	Tecnologie dei materiali (Aula 5 A)	Tecnica delle costruzioni (Aula 1 B)	<i>Esercitazioni Applicazioni industriali di elettrotecnica</i> (Aula 1 B)								

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Costruzione di macchine e Tecnologie (Aula 3)	Idraulica (Aula 3)	Elettronica applicata (Aula 3)			<i>Esercitazioni Costruzione di Macchine e Tecnologie</i> (a settimane alterne) - (Aula 2 C)			
							<i>Laboratorio Elettronica applicata</i> (Aula 1)			
M.		Costruzione di macchine e Tecnologie (Aula 3)	Idraulica (Aula 3)	Elettronica applicata (Aula 3)			<i>Esercitazioni Macchine</i> (Aula 2 C)			
M.	Costruzione di macchine e Tecnologie (Aula 3)	Elettrotecnica II I. E.	Idraulica (Aula 3)	Elettronica applicata (Aula 3)			<i>Esercitazioni Idraulica</i> (Aula 1 B)			
G.		Elettrotecnica II I. E.	Misure elettriche (Aula 3)	Macchine (Aula 3)						
V.		Elettrotecnica II I. E.	Misure elettriche (Aula 3)	Macchine (Aula 3)			<i>Laboratorio Misure elettriche</i> (Aula I. E.)			
S.	<i>Esercitazioni Elettrotecnica II</i> (Aula 14)		Misure elettriche (Aula 3)	Macchine (Aula 3)			I. E.: Istituto Elettrotecnico.			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Metallurgia e Metallografia (Aula 10)	Idraulica (Aula 3)	Chimica fisica (Aula 10)	1 <sup>a</sup>	squadre	Laboratorio di Chimica fisica			
					2 <sup>a</sup>					
M.		Metallurgia e Metallografia (Aula 10)	Idraulica (Aula 3)	Chimica fisica (Aula 10)	1 <sup>a</sup>					
					2 <sup>a</sup>		Laboratorio Chimica industriale I			
M.	Principi di Ing. chimica (Aula 10)	Chimica industriale I (Aula 16)	Idraulica (Aula 3)	Chimica fisica (Aula 10)			Esercitazioni Macchine (Aula 2 C)			
G.	Principi di Ing. chimica (Aula 10)	Chimica industriale I (Aula 10)	Esercitazioni Principi di Ing. chimica (Aula I. Ch. I.)	Macchine (Aula 3)	1 <sup>a</sup>		Laboratorio Chimica industriale I			
					2 <sup>a</sup>		Laboratorio Chimica fisica			
V.	Principi di Ing. chimica (Aula 10)	Chimica industriale I (Aula 16)	Esercitazioni Principi di Ing. chimica (Aula I. Ch. I.)	Macchine (Aula 3)			Esercitazioni Idraulica (Aula 1 B)			
S.	Esercitazioni Metallurgia e Metallografia (Aula I. Ch. I.)		Esercitazioni Principi di Ing. chimica (Aula I. Ch. I.)	Macchine (Aula 3)			Squadra 1: da A a H Squadra 2: da I a Z. I. Ch. I.: Istituto Chimica Industriale.			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Tecnologie Aereonautiche (Aula 1 A)	Idraulica (Aula 3)				Esercitazioni Idraulica (Aula 1 B)			
M.		Tecnologie Aereonautiche (Aula 1 A)	Idraulica (Aula 3)	Aerodinamica (Aula 1 A)			Esercitazioni Costruzione di Macchine (Aula 3 C)			
M.		Aereonautica generale (Aula 1 A)	Idraulica (Aula 3)	Costruzione di macchine (Aula 1 A)			Esercitazioni Macchine (Aula 2 C)			
G.		Esercitazioni Costruzione Macchine (Aula 5 A)		Costruzione di macchine (Aula 1 A)	Macchine (Aula 3)					
V.			Aerodinamica (Aula 1 A)	Macchine (Aula 3)			Eser. Aereonautica generale (Aula 9 B)	Esercitazioni Aerodinamica (Aula 9 B)		
S.		Aereonautica generale (Aula 1 A)	Aerodinamica (Aula 1 A)	Macchine (Aula 3)						

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Geologia (Laborat. I. G. M.)	Costruzione di macchine e Tecnologie (Aula 3)	Idraulica (Aula 3)	Arte mineraria (Aula I. A. M.)			<i>Esercitazioni Costruzioni macchine e Tecnologie</i> (a settimane alterne) - (Aula 2 C)			
							<i>Esercitazioni di Arte mineraria</i> (Laboratorio I. A. M.)			
M.	Geologia (Laborat. I. G. M.)	Costruzione di macchine e Tecnologie (Aula 3)	Idraulica (Aula 3)	Arte mineraria (Aula I. A. M.)			<i>Esercitazioni Arte mineraria</i> (Laboratorio I. A. M.)			
M.	Costruzione di macchine e Tecnologie (Aula 3)	Tecnica della perforazione e sondaggi (Laborat. I. A. M.)	Idraulica (Aula 3)	Arte mineraria (Aula I. A. M.)			<i>Esercitazioni Macchine</i> (Aula 2 C)			
G.	<i>Esercitazioni Tecnica della perforazione e sondaggi</i> (Laboratorio I. A. M.)			Macchine (Aula 3)						
V.	<i>Lab. di Arte Mineraria o di Tecnica della perforazione e sondaggi</i> (Laborat. I. A. M.)	Tecnica della perforazione e sondaggi (Laborat. I. A. M.)		Macchine (Aula 3)			<i>Esercitazioni Idraulica</i> (Aula 1 B)			
S.	Geologia (Laborat. I. G. M.)	<i>Esercitazioni Geologia</i> (Laborat. I. G. M.)		Macchine (Aula 3)			I. G. M.: Istituto Giacimenti Minerari. I. A. M.: Istituto Arte Mineraria.			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.		Impianti elettrici (Aula 5)	Campi elettromagnetici e circuiti (Aula 5)	Elettronica applicata (Aula 3)	1 <sup>a</sup>	<i>Eserciziazioni Campi elettromagnetici e circuiti</i> (Aula I. E.)				
						2 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Elettronica applicata</i> (Aula I. E.)			
M.		Impianti elettrici (Aula 5)	Campi elettromagnetici e circuiti (Aula 5)	Elettronica applicata (Aula 3)	1 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Elettronica applicata</i> (Aula I. E.)				
						2 <sup>a</sup>	<i>Eserciziazioni Campi elettromagnetici e circuiti</i> (Aula I. E.)			
M.	<i>Eserciziazioni Impianti elettrici</i> (Aula 1 B)		Campi Elettromagnetici e circuiti (Aula 5)	Elettronica applicata (Aula 3)	1 <sup>a</sup>	<i>Eser. Elettronica II</i> (Aula I. E.)		<i>Eser. Tecnologia meccanica</i> (Aula officina)		
						2 <sup>a</sup>	<i>Eser. Tecnologia meccanica</i> (Aula officina)		<i>Eser. Elettrotecnica II</i> (Aula I. E.)	
G.		Tecnologia meccanica (Aula 1)	Misure elettriche (Aula 3)	Elettrotecnica II (Aula 14)	<i>Laboratorio Misure elettriche</i> (Aula I. E.)					
V.		Tecnologia meccanica (Aula 1)	Misure elettriche (Aula 3)	Elettrotecnica II (Aula 14)						
S.		Tecnologia meccanica (Aula 1)	Misure elettriche (Aula 3)	Elettrotecnica II (Aula 14)	I. E.: Istituto Elettrotecnico. Squadra 1: da A ad H Squadra 2: da I a Z					

	8	9	10	1 <sup>1/2</sup>	11	12	14	15	16	17	18
L.		Fisica atomica (Aula I. F.)	Idraulica (Aula 3)		Macchine I (Aula 5 A)				<i>Esercitazioni Idraulica</i> (Aula 1 B)		
M.		Fisica nucleare (Aula I. F.)	Idraulica (Aula 3)		Macchine I (Aula 5 A)				<i>Esercitazioni Costruzione di Macchine</i> (Aula 3 C)		
M.		Macchine I (Aula 5 A)	Idraulica (Aula 3)		Costruzione di macchine (Aula 1 A)						
G.		<i>Esercitazioni Costruzione di macchine</i> (Aula 5 A)			Costruzione di macchine (Aula 1 A)	Chimica degli Impianti nucleari (Aula I. Ch. I.)			<i>Esercitazioni Macchine I</i> (Aula 1 B)		
V.		Fisica nucleare (Aula I. F.)	Fisica atomica (Aula I. F.)		Chimica degli Impianti nucleari (Aula I. Ch. I.)				<i>Esercitazioni Fisica atomica</i> (a settimane alterne) - (Aula I. F.)		
S.		<i>Esercitazioni Chimica degli impianti nucleari</i> (Aula 10)			Fisica nucleare (Aula I. F.)	Fisica atomica (Aula I. F.)			<i>Esercitazioni Fisica nucleare</i> (a settimane alterne) - (Aula I. F.)		
									I. Ch. I.: Istituto Chimica Industriale I. F.: Istituto Fisica.		

	8	9	10	11	12 indirizzi 14	15	16	17	18
L.	Economia e Tecnica aziendale (Aula 7)	Costruzioni idrauliche (Aula 7 A)	Urbanistica (Aula 7 A)	Imp. speciali idraulici (idraulici)		<i>Esercitazioni Urbanistica</i> (Aula 3 D)			
M.	Economia e Tecnica aziendale (Aula 7)	Costruzioni idrauliche (Aula 7 A)	Urbanistica (Aula 7 A)	ISI (idraulici)		<i>Esercitazioni Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti</i> (Aula 3 D)			
				TET (trasporti)					
M.	<i>Esercitazioni Costruzioni idrauliche</i> (Aula 3 D)				edili	<i>Tesi di laurea e visite</i>			
					idraulici	<i>Esercitazioni Impianti speciali idraulici</i> (Aula 7 A)			
				TET	trasporti	<i>Esercitazioni Tecnica ed economia dei trasporti</i> (Aula 7)			
G.	<i>Esercitazioni Tecnica delle costruzioni II</i> (Aula 3 D)					<i>Esercitazioni Tecnica delle costruzioni II</i> (a settimane alterne) - (Aula 3 D)			
						<i>Esercitazioni Estimo ed esercizio professionale</i> (Aula 7 A) oppure			
						<i>Esercitazioni Impianti speciali termici</i> (Aula 3 D)			
V.	Arch. e compos. architettonica (edili) (Aula 7 A)	Estimo ed eser. profes. (Aula 3 D)	Costruzioni di strade, ferrovie ed aeroporti (Aula 7 A)	Tecnica delle costruzioni II (Aula 7 A)		<i>Esercitazioni Architettura e composizione architettonica</i> (Istituto edili)			
		Imp. speciali termici (Aula 7 A)							
S.	Arch. e compos. architettonica (edili) (Aula 7 A)	Estimo ed eser. profes. (Aula 3 D)	Costruzioni di strade, ferrovie ed aeroporti (Aula 7 A)	Tecnica delle costruzioni II (Aula 7 A)		ISI: Impianti speciali idraulici (Aula 3 D) TET: Tecnica ed economia dei trasporti (Aula 7)			
		Imp. speciali termici (Aula 7 A)							

	8	9	10	11	12 indirizzi	14	15	16	17	18
L.	Economia e tecnica aziendale (Aula 7)	Impianti meccanici (Aula 7)	Calcolo e progetto di macchine (Aula 1 A)					<i>Esercitazioni Impianti meccanici</i> (Aula 1 A)		
M.	Economia e tecnica aziendale (Aula 7)	Impianti meccanici (Aula 7)	Calcolo e progetto di macchine (Aula 1 A)		termot.	MTR	<i>Esercitazioni Calcolo e progetto di macchine</i> (Aula 5 A)			
				MGM	metrol.	MTR				
				TET	autom.	CA				
				CR	officina	AP				
M.	<i>Esercitazioni Macchine II</i> (Aula 2 C)		Calcolo e progetto di macchine (Aula 1 A)		termot.	MTR	<i>Esercitazioni IST e MTR</i>	(a sett. alterne)		
				MGM	metrol.	MTR	<i>Esercitazioni MGM e MTR</i>	(a sett. alterne)		
				TET	autom.	CA	<i>Esercitazioni TET e CA</i>	(a sett. alterne)		
				CR	officina	AP	<i>Esercitazioni CR e AP</i>	(a sett. alterne)		
G.	<i>Esercitazioni Calcolo e progetto di macchine</i> (Aula 1 A)		Macchine II (Aula 5)				<i>Esercitazioni Macchine II</i> (Aula 1 B)			
V.		Impianti speciali termici (termotecnici) (Aula 7 A)	Macchine II (Aula 5)	<i>Esercitazioni Economia e tecnica aziend.</i> (Aula 7)			<i>Tesi di laurea e visite</i>			
S.		Impianti speciali termici (termotecnici) (Aula 7 A)	Macchine II (Aula 5)	<i>Esercitazioni Economia e tecnica aziend.</i> (Aula 7)			IST: Impianti speciali termici MTR: Misure termiche e regolazioni MGM: Metrologia generale e misure mecc. TET: Tecnica ed economia dei trasporti CA: Costruzioni automobilistiche CR: Comandi e regolazioni AP: Attrezzature di produzione	(Istituto Fisica Tecnica) (Istituto Fisica Tecnica) (Ist. Scienza Costr.) (Aula 7) (Ist. Costruz. Automob.) (Officina Meccanica) (Officina Meccanica)		

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	Comunicazioni elettriche (Aula 2 A)	Impianti elettrici I (Aula 14)	Esercitazioni Impianti elettrici I (Aula 14)				Esercitazioni Impianti elettrici I (I. E.)		
	Calcolatrici e log. dei circuiti (Aula 12)									
M.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	Comunicazioni elettriche (Aula 2 A)	Impianti elettrici I (Aula 14)	Costruzioni idrauliche (Aula 12)				Esercitazioni Impianti elettrici I (1° quadrimestre) - (I. E.)		
	Calcolatrici e log. dei circuiti (Aula 12)							Esercitazioni Costruzione idrauliche (2° quadrimestre) - (Aula 1 B)		
M.		Comunicazioni elettriche (Aula 2 A)	Macchine elettriche (Aula 14)	Costruzioni idrauliche (Aula 12)				Esercitazioni Controlli automatici (I. E.) a scelta	Esercitazioni Comunicazioni elettriche (I. E.)	
								Esercitazioni Applicazioni elettromeccaniche (I. E.)		
G.		Contr. autom. (Aula 5) a scelta	Macchine elettriche (Aula 14)					Esercitazioni Macchine elettriche (I. E.)		
		Applicazioni elettromeccan. (Aula 12)								
V.		Contr. autom. (Aula 5) a scelta	Macchine elettriche (Aula 14)					Tesi di laurea e visite		
		Applicazioni elettromeccan. (Aula 12)								
S.		Contr. autom. (Aula 5) a scelta	Impianti elettrici (Aula 14)					I. E.: Istituto Elettrotecnico.		
		Applicazioni elettromeccan. (Aula 12)								

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	Costruzione di macchine e tecnologie (Aula 3)	Elettrochimica (Aula 10)	Misure chim. e regolazioni (Aula I. Ch. I.) Teoria e svilup. dei processi chimici (Aula 2 B)			<i>Esercitazioni Costruzione di macchine e tecnologie</i> (Aula 2 C)			
M.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	Costruzione di macchine e tecnologie (Aula 3)	Elettrochimica (Aula 10)	Misure chim. e regolazioni (Aula I. Ch. I.) Teoria e svilup. dei processi chimici (Aula 2 B)	1 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Chimica industriale II</i>				
					2 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Elettrochimica</i>				
M.	Costruzione di macchine e tecnologie (Aula 3)	Chimica industriale II (Aula 10)	Elettrochimica (Aula 10)		1 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Elettrochimica</i>				
					2 <sup>a</sup>					
G.		Chimica industriale II (Aula 10)	<i>Esercitazioni chimica industriale II</i> (Aula 10)	Impianti chimici (Aula 10)	1 <sup>a</sup>					
					2 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Chimica industriale II</i>				
V.		Chimica industriale II (Aula 10)	<i>Esercitazioni chimica industriale II</i> (Aula 10)	Impianti chimici (Aula 10)		Impianti chimici (Aula 10)	<i>Esercitazioni Impianti chimici</i> (Aula I. Ch. I.)			
S.						Squadra 1: da A ad H Squadra 2: da I a Z. I. Ch. I.: Istituto Chimica industriale.				

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Economia e tecnica aziendale (Aula 7)	Costruzioni aeronautiche (Aula 9 B)	Costruzione di motori per aeromobili (Aula 9 B)	Motori per aeromobili (Aula 9 B)				Esercitazioni Motori per aeromobili (Aula 9 B)		
M.	Economia e tecnica aziendale (Aula 7)	Costruzioni aeronautiche (Aula 9 B)	Gasdinamica (Aula 9 B)					Esercitazioni Costruzione di motori per aeromobili (Aula 5 A)		
M.	Progetto di aeromobili (Aula 9 B)	Sistema di guida e navig. (Aula 9 B)	Costruzione di motori per aeromobili (Aula 9 B)	Motori per aeromobili (Aula 9 B)			Esercitazioni Progetto di aeromobili (Aula 9 B)		Esercitazioni Gasdinamica (Aula 9 B)	
G.	Esercitazioni Costruzione motori per aeromobili (Aula 1 A)		Gasdinamica (Aula 9 B)	Costruzione di motori per aeromobili (Aula 9 B)				Esercitazioni Costruzioni aeronautiche (Aula 9 B)		
V.	Progetto di aeromobili (Aula 9 B)	Gasdinamica (Aula 9 B)	Sistemi di guida e navig. (Aula 9 B)	Motori per aeromobili (Aula 9 B)			Tesi di laurea e visite			
S.										

	8	9	10	11	12 indirizzi	14	15	16	17	18
L.	Giacimenti minerali (Aula I. G. M.)	Impianti minerali (Aula I. A. M.)	Geofisica mineraria (Aula I. A. M.)	Topografia (Aula 3 A)			<i>Esercitazioni di Topografia</i> (Aula 3 A)			
M.	Giacimenti minerali (Aula I. G. M.)	Impianti minerali (Aula I. A. M.)	Geofisica mineraria (Aula I. A. M.)	Topografia (Aula 3 A)	es. min.		<i>Esercitazioni Prospezione geomineraria</i> - (Lab. I. G. M.) oppure <i>Laboratorio Prospezione geofisica</i> - (Lab. I. A. M.)			
					prospez.		<i>Esercitazioni Produzione idrocarburi</i> - (Lab. I. A. M.) oppure <i>Laboratorio Prospezione geofisica</i> - (Lab. I. A. M.)			
					idrocarburi		<i>Laboratorio Prospezione geofisica</i> - (Lab. I. A. M.)			
M.	Giacimenti minerali (Aula I. G. M.)	Impianti minerali (Aula I. A. M.)	<i>Esercitazioni Preparazione dei minerali</i> (Lab. I. A. M.)		es. min.		<i>Disegno di Progetto impianti minerali</i> - (Lab. I. A. M.)			
					prospez.		<i>Laboratorio Analisi dei minerali</i> - (Lab. I. G. M.)			
					idrocarburi		<i>Eserc. Tecnica dei giacimenti di idrocarburi</i> - (Aula I. A. M.)			
G.	<i>Esercitazioni Impianti minerali</i> (Aula I. A. M.)			Preparazione dei minerali (Aula I. A. M.)	es. min.	Tecnologie metallurgiche (Lab. Chim. appl.)	<i>Esercitazioni Tecnologie metallurgiche</i> (Istituto Ch. Appl.)			
					prospez.	<i>Ricognizioni Prospezione geomineraria</i>				
					idrocarburi					
V.	Tecnologie metallurgiche (Lab. Chim. appl.)	Tecnica delle costruzioni (Aula 1 B)	<i>Esercitazioni Geofisica mineraria</i> (Aula I. A. M.)	Preparazione dei minerali (Lab. I. A. M.)	min. es.	<i>Esercitazioni Giacimenti minerali</i> (Labor. I. G. M.)	<i>Laboratorio Preparazione dei minerali</i> (Laboratorio I. A. M.)			
Prospezione geomineraria (Aula I. G. M.)	Analisi dei minerali (Lab. I. G. M.)	prospez.			<i>Eserc. Tecnica dei giacimenti di idrocarburi</i> (Aula I. A. M.)					
Produzione idrocarburi (Aula I. A. M.)	Tecnica giacim. idrocarburi (Aula I. A. M.)	idrocarburi								
S.	Tecnologie metallurgiche (Lab. Chim. appl.)	Tecnica delle costruzioni (Aula 1 B)	<i>Eserc. Tecnica delle costruzioni</i> (I. Costruz. e Ponti)		es. min.					
	Prospezione geomineraria (Aula I. G. M.)	Analisi dei minerali (Lab. I. G. M.)	Lab. Analisi dei minerali (Laboratorio I. G. M.)		prospez.	I. A. M.: Istituto Arte Mineraria. I. G. M.: Istituto Giacimenti Minerali.				
	Produzione idrocarburi (Aula I. A. M.)	Tecnica giacim. idrocarburi (Aula I. A. M.)	Conf. su argomenti speciali (Aula I. A. M.)		idrocarburi					

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	<i>Esercitazioni Calcolatrici e logica dei circuiti</i> (Aula 12)		Comunicazioni elettriche (Aula 5)		1 <sup>a</sup>	<i>Laboratorio Misure elettroniche</i> (I. E.)			
	Calcolatrici e log. dei circuiti (Aula 12)						2 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Tecnica delle iperfrequenze</i> (I. E.)		
M.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	Misure elettroniche (Aula 12)	Radiotecnica (Aula 12)	Comunicazioni elettriche (Aula 5)				<i>Esercitazioni Controlli automatici</i> (I. E.)	<i>Esercitazioni telefonia</i> (I. E.)	
	Calcolatrici e log. dei circuiti (Aula 12)									
M.	Telefonia (Aula 5)	<i>Esercitazioni radiotecnica</i> (Aula I. E.)		Comunicazioni elettriche (Aula 5)		1 <sup>a</sup>	<i>Esercitazioni Tecnica delle iperfrequenze</i> (I. E.)			
G.	Telefonia (Aula 5)	Controlli automatici (Aula 5)	Radiotecnica (Aula 12)				<i>Esercitazioni Comunicazioni elettriche</i> (I. E.)			
V.	Misure elettroniche (Aula 12)	Controlli automatici (Aula 5)	Radiotecnica (Aula 12)	Tecnica delle iperfrequenze (Aula 12)			<i>Tesi di laurea e visite</i>			
S.	Misure elettroniche (Aula 12)	Controlli automatici (Aula 5)	Tecnica delle iperfrequenze (Aula 12)				I. E.: Istituto Elettrotecnico. Squadra 1 <sup>a</sup> : da A a H Squadra 2 <sup>a</sup> : da I a Z			

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	<i>Esercitazioni fisica del reattore nucl.</i> (I. F. T.)	Calcolo e progetto di macchine (Aula 1 A)	Elettronica nucleare (Aula 3)			<i>Tesi di laurea e visite</i>			
M.	Economia e tecnica aziend. (Aula 7)	Fisica del reattore nucl. (I. F. T.)	Calcolo e progetto di macchine (Aula 1 A)	Elettronica nucleare (Aula 3)			Misure termiche e regolazioni (I. F. T.)	<i>Esercitazioni Calcolo e progetto di macchine</i> (Aula 5 A)		
M.	Impianti nucleari (I. F. T.)	Fisica del reattore nucl. (I. F. T.)	Calcolo e progetto di macchine (Aula 1 A)	Elettronica nucleare (Aula 3)			Misure termiche e regolazioni (I. F. T.)	<i>Esercitazioni Impianti nucleari</i> (I. F. T.)		
G.	<i>Esercitazioni Calcolo e progetto di macchine</i> (Aula 1 A)		Macchine II (Aula 5)	Impianti chimici (Aula 10)			<i>Esercitazioni Macchine II</i> (Aula 1 B)			
V.	Impianti nucleari (I. F. T.)	Tecnica delle costruzioni (Aula 1 B)	Macchine II (Aula 5)	Impianti chimici (Aula 10)			Impianti chimici (Aula 10)	<i>Esercitazioni Impianti chimici</i> (I. Ch. I.)		
								<i>Esercitazioni Tecnica delle costruzioni</i> (Aula 2 C)		
S.	Impianti nucleari (I. F. T.)	Tecnica delle costruzioni (Aula 1 B)	Macchine II (Aula 5)				I. F. T.: Istituto Fisica Tecnica I. Ch. I.; Istituto Chimica Industriale			

# ORARI

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA



	8,30	9,30	10,30	11,30	12,30	14,30	15,30	16	16,30	17	17,30	18,30
L.	Analisi matematica (Aula 1)	Geometria descrittiva (Aula 1)	Chimica (Aula 1)	Chimica (Aula 1 o 22)			Disegno dal vero (Squadra 1ª) - (Aula 21)		Lingua inglese (Squadra 2ª) - (Aula 5)			
M.	Elementi di Architettura e rilievo (Aula 11)						Elementi di Architettura e rilievo (Aula 11)		Lingua tedesca (Squadra 1ª) - (Aula 4)			
M.	Analisi matematica (Aula 1)	Storia e Stili (Aula 1)	Chimica (Aula 1)				Geometria descrittiva (Squadra 1ª) - (Aula 2)	Geometria descrittiva (Aula 1)				
							Analisi matematica (Squadra 2ª) - (Aula 1)					
G.	Storia e Stili (Aula 1)											
V.	Analisi matematica (Aula 1)	Geometria descrittiva (Aula 1)	Chimica (Aula 1 o 22)	Storia e Stili (Aula 1)			Disegno dal vero (Squadra 2ª) - (Aula 21)		Lingua inglese (Squadra 1ª) - (Aula 5)			
									Lingua tedesca (Squadra 2ª) - (Aula 1)			
S.							Gli allievi per le lezioni pomeridiane sono suddivisi in 2 squadre contrassegnate da 1ª-2ª.					

	8,30	9,30	10,30	11,30	12,30	14,30	15,30	16	16,30	17,30	18,30
L.	Mineralogia (Aula 2)	Analisi matematica (Aula 2)	Disegno dal vero (Squadra 1ª) - (Aula 21)	Plastica (Squadra 2ª) - (Aula 23)			Analisi matematica (Squadra 2ª) - (Aula 2)	Storia e Stili (Aula 2)	Mineralogia (Aula 2)		
							Fisica (Squadra 1ª) - (Aula 1)				
M.	Fisica (Aula 2)	Applic. Geom. descrittiva (Aula 12)	Applicaz. Geom. descrittiva (Aula 12)		Elementi di Architettura e rilievo (Aula 12)						
M.	Mineralogia (Aula 2)	Analisi matematica (Aula 2)	Disegno dal vero (Squadra 2ª) - (Aula 21)	Plastica (Squadra 1ª) - (Aula 23)	Elementi costruttivi (Aula 2)						
G.	Fisica (Aula 2)	Elementi costruttivi (Aula 12)	Storia, e Stili (Aula 2)		Storia, e Stili (Aula 2)	Applicaz. della Geometria descrittiva (Aula 12)					
V.	Mineralogia (Aula 2)	Analisi matematica (Aula 2)	Disegno dal vero (Aula 1)		Elementi di Architettura e rilievo (Aula 12)		Plastica (Squadra 2ª) - (Aula 23)				
S.	Fisica (Aula 2)	Elementi costruttivi (Aula 2)	Storia e Stili (Aula 2)		Gli allievi sono suddivisi in 2 squadre contrassegnate da 1ª - 2ª.						

	8,30	9,30	10,30	11,30	12,30	14,30	15,30	16,30	17,30	18,30
L.	Igiene (Aula 3)	Caratteri distributivi (Aula 3)		Caratteri stilistici (Aula 3)			Topografia (Aula 3)	Caratteri distributivi degli edifici (Aula 13)		
M.	Meccanica razionale (Aula 3)	Fisica tecnica (Aula 3)					Topografia (Aula 3)	Architettura interni (Aula 13)		
M.	Igiene (Aula 3)	Caratteri distributivi (Aula 3)		Caratteri stilistici (Aula 3)			Meccanica razionale (Squadra 2ª) - (Aula 3)			
G.	Fisica tecnica (Aula 3)	Architettura interni (Aula 13)						Topografia (Squadra 1ª) - (Aula 13)		
V.	Igiene (Aula 3)	Caratteri stilistici (Aula 13)					Fisica tecnica (Aula 3)	Caratteri distributivi degli edifici (Aula 13)		
S.	Meccanica razionale (Aula 3)	Caratteri distributivi (Aula 3)		Caratteri stilistici (Aula 3)			Gli allievi per le lezioni pomeridiane di Meccanica razionale e di Topografia sono suddivisi in 2 squadre contrassegnate da 1ª - 2ª.			

	8,30	9,30	10,30	11,30	12,30	14,30	15,30	16,30	17,30	18,30	
L.	Urbanistica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 4)	Architettura interni (Aula 4)				Urbanistica (Aula 14)				
M.	Restauro (Aula 4)		Impianti tecnici (Aula 4)								
M.	Urbanistica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 4 o 14)					Architettura degli interni (Aula 14)				
G.	Restauro (Aula 4)	Composizione Architettonica (Aula 14)					Composizione Architettonica (Aula 14)				
V.	Urbanistica (Aula 4)	Scienza delle costruzioni (Aula 4 o 14)					Composizione Architettonica (Aula 14)				
S.	Impianti tecnici (Aula 4)										

	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
L.	Scienza costruzioni (Aula 5)		Urbanistica (Aula 15)							
M.	Estimo (Aula 5)	Tecnologia materiali e tecnica costruzioni (Aula 5)	Decorazioni e Scenografia (Aula 5 e 22)							
M.	Scienza delle costruzioni (Aula 5 e 15)			Urbanistica (Aula 5)			Estimo (Aula 15)	Tecnologia materiali e tecnica costruzioni (Aula 15)		
G.	Estimo (Aula 5)	Composizione Architettonica (Aula 15)					Composizione Architettonica (Aula 15)			
V.	Scienza delle costruzioni (Aula 5 e 15)			Urbanistica (Aula 5)			Urbanistica (Aula 5)	Composizione Architettonica (Aula 15)		
S.	Estimo (Aula 5)	Tecnologia materiali e tecnica costruzioni (Aula 5)	Decorazioni e Scenografia (Aula 5 e 22)							

CALENDARIO PER L'ANNO ACCADEMICO 1961-1962

1961 Novembre	Dicembre	1962 Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
* 1 Mercoledì <i>Ognissanti</i>	1 Venerdì	* 1 Lunedì	1 Giovedì	1 Giovedì	* 1 Domenica	* 1 Martedì	1 Venerdì	* 1 Domenica	1 Mercoledì	1 Sabato	1 Lunedì
v 2 Giovedì <i>Defunti</i>	2 Sabato	2 Venerdì	2 Venerdì	2 Venerdì	2 Lunedì	<i>Festa del lavoro</i>	2 Sabato	2 Lunedì	2 Giovedì	* 2 Domenica	2 Martedì
v 3 Venerdì	* 3 Domenica	3 Sabato	3 Sabato	3 Sabato	3 Martedì	<i>Anniv. fond. Repubblica</i>	* 2 Mercoledì	3 Martedì	3 Venerdì	3 Lunedì	3 Mercoledì
* 4 Sabato <i>Giorno dell'unità nazionale</i>	4 Lunedì	v 2 Martedì	* 4 Domenica	4 Domenica	4 Mercoledì	2 Mercoledì	3 Giovedì	4 Mercoledì	4 Sabato	4 Martedì	4 Giovedì
* 5 Domenica	5 Martedì	v 3 Mercoledì	5 Lunedì	5 Lunedì	5 Giovedì	3 Giovedì	* 3 Domenica	5 Giovedì	* 5 Domenica	5 Mercoledì	5 Venerdì
6 Lunedì	6 Mercoledì	v 4 Giovedì	6 Martedì	6 Martedì	6 Venerdì	4 Venerdì	4 Lunedì	6 Venerdì	6 Lunedì	6 Giovedì	6 Sabato
7 Martedì <i>Inaugur. dell'Anno Accadem.</i>	7 Giovedì	v 5 Venerdì	7 Mercoledì	7 Mercoledì	7 Sabato	5 Sabato	5 Martedì	7 Sabato	7 Martedì	7 Venerdì	* 7 Domenica
8 Mercoledì	* 8 Venerdì	* 6 Sabato	8 Giovedì	8 Giovedì	* 8 Domenica	* 6 Domenica	6 Mercoledì	* 8 Domenica	8 Mercoledì	8 Sabato	8 Lunedì
9 Giovedì	9 Venerdì	* 7 Domenica	9 Venerdì	9 Venerdì	9 Lunedì	7 Lunedì	7 Giovedì	9 Lunedì	9 Giovedì	* 9 Domenica	9 Martedì
10 Venerdì	10 Sabato	10 Mercoledì	10 Sabato	10 Sabato	10 Martedì	8 Martedì	8 Venerdì	10 Martedì	10 Venerdì	10 Lunedì	10 Mercoledì
11 Sabato	* 10 Domenica	11 Giovedì	* 11 Domenica	* 11 Domenica	11 Mercoledì	9 Mercoledì	9 Sabato	11 Mercoledì	11 Sabato	11 Martedì	11 Giovedì
12 Domenica	11 Lunedì	12 Martedì	<i>Anniv. dei Patti Lateran.</i>	12 Lunedì	12 Giovedì	10 Giovedì	* 10 Domenica	12 Giovedì	* 12 Domenica	12 Mercoledì	12 Venerdì
13 Lunedì	12 Martedì	13 Sabato	13 Martedì	13 Martedì	13 Venerdì	11 Venerdì	11 Lunedì	13 Venerdì	13 Lunedì	13 Giovedì	13 Sabato
14 Martedì	13 Mercoledì	14 Giovedì	14 Mercoledì	14 Mercoledì	14 Sabato	* 12 Sabato	12 Martedì	14 Sabato	14 Martedì	14 Venerdì	* 14 Domenica
15 Mercoledì	14 Giovedì	* 14 Domenica	15 Giovedì	15 Giovedì	* 15 Domenica	* 13 Domenica	13 Mercoledì	* 15 Domenica	* 15 Domenica	* 15 Sabato	15 Lunedì
16 Giovedì	15 Venerdì	15 Lunedì	16 Venerdì	16 Venerdì	16 Lunedì	14 Lunedì	14 Giovedì	16 Lunedì	16 Lunedì	* 16 Domenica	16 Martedì
17 Venerdì	16 Sabato	16 Martedì	17 Sabato	17 Sabato	17 Martedì	15 Martedì	15 Venerdì	17 Martedì	17 Martedì	<i>M. Verg.</i>	17 Mercoledì
18 Sabato	* 17 Domenica	17 Venerdì	18 Sabato	* 18 Domenica	v 18 Mercoledì	16 Mercoledì	16 Sabato	18 Mercoledì	16 Giovedì	18 Martedì	18 Giovedì
* 19 Domenica	18 Lunedì	18 Giovedì	19 Lunedì	19 Lunedì	v 19 Giovedì	17 Giovedì	* 17 Domenica	19 Giovedì	19 Giovedì	19 Mercoledì	19 Venerdì
20 Lunedì	19 Martedì	19 Venerdì	* 18 Domenica	<i>S. Giuseppe</i>	v 20 Venerdì	18 Venerdì	18 Lunedì	20 Venerdì	18 Sabato	20 Sabato	20 Sabato
21 Martedì	20 Mercoledì	20 Sabato	20 Martedì	20 Martedì	v 21 Sabato	19 Sabato	19 Martedì	19 Martedì	* 19 Domenica	21 Venerdì	* 21 Domenica
22 Mercoledì	21 Giovedì	21 Domenica	21 Mercoledì	21 Mercoledì	* 22 Domenica	* 20 Domenica	* 20 Mercoledì	* 22 Domenica	22 Domenica	22 Sabato	22 Lunedì
23 Giovedì	v 22 Venerdì	* 21 Domenica	22 Giovedì	22 Giovedì	<i>Pasqua di Resurrez.</i>	21 Lunedì	* 21 Giovedì	23 Lunedì	21 Martedì	* 23 Domenica	23 Martedì
24 Venerdì	v 23 Sabato	22 Lunedì	22 Giovedì	23 Venerdì	* 23 Lunedì	22 Martedì	<i>Corpus D</i>	24 Martedì	22 Mercoledì	22 Mercoledì	24 Lunedì
25 Sabato	* 24 Domenica	23 Martedì	23 Venerdì	24 Sabato	24 Martedì	23 Mercoledì	22 Venerdì	25 Mercoledì	23 Giovedì	25 Martedì	25 Giovedì
* 26 Domenica	25 Lunedì	24 Mercoledì	24 Sabato	* 25 Domenica	25 Mercoledì	24 Giovedì	* 24 Domenica	26 Giovedì	24 Venerdì	26 Mercoledì	26 Venerdì
27 Lunedì	26 Martedì	25 Giovedì	* 25 Domenica	26 Lunedì	<i>Ann. della liberazione</i>	25 Venerdì	25 Lunedì	27 Venerdì	25 Sabato	25 Sabato	27 Sabato
28 Martedì	v 27 Mercoledì	26 Venerdì	26 Lunedì	27 Martedì	28 Mercoledì	26 Sabato	26 Martedì	28 Sabato	* 26 Domenica	* 28 Venerdì	* 28 Domenica
29 Mercoledì	v 28 Giovedì	27 Sabato	27 Martedì	28 Mercoledì	26 Giovedì	* 27 Domenica	27 Mercoledì	29 Martedì	29 Domenica	<i>Ann. insurr. popolare di Napoli</i>	29 Lunedì
30 Giovedì	v 29 Venerdì	* 28 Domenica	28 Mercoledì	29 Giovedì	27 Venerdì	28 Lunedì	28 Giovedì	30 Martedì	30 Lunedì	28 Martedì	30 Martedì
	v 30 Sabato	29 Lunedì	29 Giovedì	30 Venerdì	28 Sabato	29 Martedì	29 Venerdì	31 Martedì	29 Mercoledì	29 Mercoledì	31 Mercoledì
	* 31 Domenica	30 Martedì	30 Mercoledì	31 Sabato	* 29 Domenica	30 Mercoledì	* 29 Venerdì		30 Giovedì	30 Sabato	
		31 Mercoledì			30 Lunedì	* 31 Giovedì	<i>SS. Pietro e Paolo</i>		31 Venerdì	* 30 Domenica	
						<i>Ascensione</i>	30 Sabato				

# PROGRAMMI DI INSEGNAMENTO

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

SCUOLA DI ING. AEROSPAZIALE

CORSO DI PERFEZIONAM. IN ELETTROTECNICA

SCUOLA DI SPEC. NELLA MOTORIZZAZIONE

CORSO DI PERFEZIONAM. IN INGEGNERIA NUCLEARE

CORSO DI PERFEZIONAM. NELL'ING. DEL TRAFFICO

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA.



# FACOLTÀ DI INGEGNERIA

PROGRAMMI D'INSEGNAMENTO



# BIENNIO PROPEDEUTICO

## ANALISI MATEMATICA - I

(Prof. SILVIO NOCILLA - corso A)

(Prof. VINCENZO CAPRA - corso B)

### *Nozioni preliminari:*

Il concetto di insieme.

Corrispondenze fra insiemi.

Numeri reali.

Massimo, minimo, estremi.

Intervalli, intorni.

Il numero  $e$ .

### *Generalità sulle funzioni di una variabile:*

Il concetto di funzione.

Diagrammi cartesiani.

Estremi - Monotonia - Inversione.

Grafici fondamentali.

Funzioni iperboliche.

Funzioni composte - Funzioni elementari.

### *Limiti e continuità:*

Variabili associate.

Definizione di limite.

Teoremi sui limiti.

Limiti fondamentali - Continuità.

Limiti di funzioni monotone.

Altri limiti fondamentali.

Confronto di infinitesimi ed infiniti.

Asintoti di diagrammi cartesiani.

Proprietà delle funzioni continue.

Singolarità di funzioni continue.

### *Derivate e differenziali:*

Definizione di derivate.

Incrementi e differenziali.

Derivate di funzioni elementari.

Regole di derivazione.

Quadro delle derivate fondamentali.

Derivate successive.

*Teoremi del calcolo differenziale e applicazioni:*

Massimi e minimi: definizione.  
Teoremi di Rolle, Cauchy e Lagrange.  
1° metodo per la determinazione dei massimi e minimi.  
Regole di De l'Hospital.  
Zeri di una funzione e loro molteplicità.  
Radici reali di un'equazione algebrica.  
Formula di Taylor.  
Formula di Mac Laurin e applicazioni.  
Concavità - Flessi.  
2° metodo per la determinazione dei massimi e minimi.  
Derivate di punti e vettori.

*Primi elementi di calcolo integrale:*

L'integrale come funzione primitiva.  
Quadro degli integrali fondamentali.  
Regole d'integrazione.  
Calcolo di integrali notevoli.  
Quadrature e cubature per mezzo di integrali.  
Lunghezza di un arco di curva.

*Funzioni di più variabili:*

Funzioni di punto.  
Derivate parziali e differenziali.  
Derivazione composta - Piano tangente.  
Formula di Taylor - Massimi e minimi.  
Intersezione di una superficie col piano tangente.  
Funzioni omogenee.  
Funzioni implicite.  
Campi scalari - Gradiente.  
Campi vettoriali - Divergenza - Rotore.

*Elementi di analisi numerica:*

L'approssimazione nei calcoli numerici.  
Formula generale per gli errori.  
Differenze finite.  
Formule di approssimazione lineari.  
Formule di approssimazione non lineari.  
Formule empiriche.  
Risoluzione grafica di equazioni.  
Metodo delle tangenti.  
Metodo delle corde.  
Derivazione numerica.  
Formule di quadratura.  
Integrazione grafica.

## GEOMETRIA - I

(Prof. FRANCO FAVA - corso A)  
(Prof. CARMELO LONGO - corso B)

Numeri complessi - Il teorema fondamentale dell'algebra: sue conseguenze.  
Algebra lineare: matrici, determinanti, risoluzione dei sistemi lineari.  
Coordinate cartesiane nel piano e nello spazio - Coseni direttori di una retta.

Vettori: operazioni lineari, prodotto scalare, prodotto vettoriale e prodotto misto - Base e cambiamento di base.

Rappresentazione della retta nel piano: parallelismo, perpendicolarità tra rette - Distanze - Area di un triangolo.

Rappresentazione di rette e piani nello spazio.

Problemi affini e metrici.

Circonferenza - Sfera - Altri sistemi di coordinate.

Coni - Cilindri.

Cambiamento di riferimento nel piano e nello spazio.

Introduzione degli elementi impropri nel piano e nello spazio.

Ascissa proiettiva sulla retta ampliata e suo significato mediante birapporti.

Cenni sulle coordinate proiettive nel piano e nello spazio.

Ampliamento complesso nel piano e nello spazio.

Proiettività fra rette - Involuzione.

Proprietà elementari di coniche e quadriche.

La popolarità definita da una conica e da una quadrica.

Proprietà proiettive, affini e metriche delle coniche e delle quadriche.

## FISICA - I

(Prof. GIUSEPPE LOVERA - corso A)

(Prof. FILIPPO Odone - corso B)

Principi della Meccanica:

Grandezze fisiche; loro misurazione.

Cenni sui vettori.

Cinematica - Statica - Dinamica.

Campi vettoriali - Gravitazione universale.

Meccanica dei corpi deformabili:

Statica dei corpi deformabili; elasticità.

Statica dei fluidi - Fenomeni superficiali.

Dinamica dei fluidi.

Calore:

Termometria - Calorimetria - Termodinamica.

Cenni di teoria cinetica dei gas.

Onde elastiche ed acustica:

Propagazione delle onde elastiche.

Generazione e ricezione di onde elastiche.

Campo sonoro indefinito.

Misura delle grandezze.

Grandezze fondamentali e grandezze derivate.

Sistemi di unità di misura.

Cinematica.

Dinamica: principi e teoremi fondamentali.

Statica: riduzione dei sistemi di forze.

Campi vettoriali; esempi.

Semplici casi di deformazioni elastiche.

Statica e dinamica dei fluidi.

Termometria.  
Calorimetria.  
1° e 2° principio della termodinamica: conseguenze.  
Cenni sulla teoria cinetica dei gas.  
Moti oscillatori.  
Propagazione di una vibrazione (caso delle onde piane).  
Questioni di acustica.

*Esercitazioni di laboratorio di Fisica I:*

- 1) Bilancia per analisi e picnometro.
- 2) Bilancia di Archimede.
- 3) Bilancia di Mohr-Westphal e viscosimetro di Ostwald.
- 4) Volumenometro - Sferometro.
- 5) Pendolo doppio di Righi.
- 6) Momento di inerzia.
- 7) Elasticità di allungamento.
- 8) Elasticità di torsione.
- 9) Pendolo di torsione.
- 10) Taratura di un vuotometro.
- 11) Tubo di Venturi.
- 12) Innalzamento di un liquido in un tubo capillare.
- 13) Tubo di Kundt.
- 14) Temperatura di fusione.
- 15) Calorimetro delle mescolanze.
- 16) Equivalente meccanico della caloria.

## CHIMICA

(Prof. VITTORIO CIRILLI - corso A)

(Prof. CESARE BRISI - corso B)

*Chimica generale.* — Stati di aggregazione della materia - Sistemi omogenei e eterogenei - Fasi - Frazionamento di un sistema eterogeneo nelle fasi omogenee costituenti - Frazionamento dei sistemi omogenei - Sostanze pure - Decomposizione dei composti chimici definiti - Distribuzione degli elementi chimici in natura.

Leggi fondamentali della chimica - Ipotesi atomica - Comportamento della materia allo stato gassoso - Determinazione dei pesi atomici secondo Cannizzaro - Regola di Dulong e Petit - Isomorfismo e regola di Mitscherlich - Calcoli stechiometrici e concetto elementare di valenza.

Equazione di stato per i gas ideali - Il calore specifico dei gas - Principio della conservazione dell'energia - Teoria cinetica dei gas.

Lo stato liquido e le soluzioni - Legge di Raoult - Pressione osmotica - Crioscopia ed ebullioscopia.

Sistema periodico degli elementi - Raggi X e numero atomico - I cristalli come reticoli di diffrazione di raggi X - Legge di Bragg - Analisi röntgenografica - Il modello atomico di Rutherford e di Bohr - Gli isotopi - La radioattività - Disintegrazione artificiale e struttura del nucleo - La teoria elettronica della valenza.

Equilibrii chimici - Legge dell'azione di massa - Rapporti tra  $k_p$  e  $k_c$ .

Termochimica.

Influenza della temperatura sulla velocità di reazione, sugli equilibri chimici e sulla tonalità termica di una reazione.

I solidi - Sistemi eterogenei - Regola delle fasi - Struttura dei cristalli.

Soluzioni di elettroliti - Conduttanza elettrica delle soluzioni di elettroliti - Applicazione della legge delle masse alle soluzioni di elettroliti - La generazione della corrente elettrica nelle pile voltaiche - Serie elettrochimica degli elementi.

Sistemi colloidali.

*Chimica inorganica.* — Idrogeno e suoi metodi di preparazione.

Elementi del primo gruppo - Sodio; ossido, idrossido e carbonato sodico - Potassio; idrossido e carbonato di potassio - Rame - Argento.

Elementi del secondo gruppo - Magnesio - Calcio - Zinco - Mercurio.

Elementi del terzo gruppo - Terre rare - Boro - Alluminio.

Elementi del quarto gruppo - Silicio - Composti alogenati - Silice - Acidi ossigenati - Silicati - Carbonio - Ossido di carbonio - Anidride carbonica - Carbonati - Carburi - Solfuro di carbonio - Acido cianidrico - Cianuri - Stagno - Piombo.

Elementi del quinto gruppo - Azoto - Aria - Nitruri - Ammoniaca - Sali ammoniaci - Idratzina - Idrossilammia - Composti ossigenati dell'azoto - Acido nitrico - Acido nitroso - Fosforo - Fosfina - Composti alogenati - Composti ossigenati - Acidi ossigenati del fosforo - Arsenico - Antimonio.

Elementi del sesto gruppo - Cromo - Ossigeno - Ozono - Combustione - Acqua - Acqua ossigenata - Ossidi e perossidi - Solfo - Solfuri - Idrogeno solforato - Composti ossigenati del solfo - Acidi ossigenati - Acido solforoso - Acido solforico - Metodi di preparazione - Acidi persolfurici.

Elementi del settimo gruppo - Manganese - Alogeni - Fluoro - Acido fluoridrico - Cloro - Acido cloridrico - Composti ossigenati del cloro - Acidi ossigenati del cloro - Ipcloriti - Clorati e perclorati - Bromo - Acido bromidrico - Acido bromico - Iodio - Acido iodidrico - Iodati.

Elementi dell'ottavo gruppo - Ferro - Ossidi di ferro - Sali ferrosi e ferrici - Ferricianuri - Cobalto - Nichel - Sali complessi.

Gas rari.

*Chimica Organica.* — Idrocarburi saturi e insaturi - Derivati alogenati.

Alcali - Aldeidi - Chetoni.

Acidi organici monocarbossilici - Acido formico e acetico - Acidi grassi superiori e grassi naturali - Acidi insaturi - Ossiacidi - Acidi bicarbossilici - Acidi lattici e tartarici e loro stereoisomeria - Acido citrico.

Zuccheri - Monosi - Formula di Fischer e di Tollens - Poliosi.

Ammine - Ammidi - Nitrili - Amminoacidi e legame peptidico.

Benzolo e suoi omologhi - Fenoli - Nitroderivati - Ammine aromatiche - Fenoli polivalenti - Serie benzoica - Acido salicilico - Naftalina - Acido ftalico - Antracene - Fenantrene.

Composti eterociclici - Caucciù - Sintesi dei butadiene e sua polimerizzazione.

Resine sintetiche - Processi di polimerizzazione e di condensazione.

### *Esercitazioni di Chimica.*

Sistemi omogenei e eterogenei - Loro frazionamento - Distillazione - Decomposizione termica.

Materia allo stato gassoso - Determinazioni di densità - Calcoli stechiometrici sui gas.

Soluzioni - Concentrazione percentuale, molare, normale - Variazione della solubilità con la temperatura - Cristallizzazione.

Pressione osmotica e determinazioni del peso molecolare per via tensimetrica - Ebulloscopia e crioscopia.

Reazioni chimiche - Calcoli stechiometrici - Acidi, basi, indicatori.

Soluzioni di elettroliti - Calcolo del grado di ionizzazione.

Elettrolisi - Leggi di Faraday - Serie elettrochimica degli elementi.

Reazioni di ossido-riduzione - Soluzioni normal ossidanti e normal riducenti.

Idrogeno - Ossigeno - Alogeni - Preparazioni e reazioni caratteristiche.

## DISEGNO

(Prof. GUALTIERO RUSSO - corso A)

(Prof. SILVIO MANZONI - corso B)

*Disegni di carattere tecnico fatti a mano libera o con l'uso del tecnigrafo.*

Le norme per i disegni tecnici - Le proiezioni ortogonali di tipo europeo ed americano - Le sezioni e tratteggi - I ribaltamenti - Le proiezioni ausiliarie - Indicazioni sulle lavorazioni - Misure - Filettature - Tolleranze - Rilievo dal vero di organi meccanici - Disegno di complessivi meccanici semplici - Diagrammi diversi.

## ANALISI MATEMATICA - II

(Prof. PIETRO BUZANO)

(Prof. VINCENZO CAPRA)

*L'Integrazione nell'ambito delle funzioni elementari:*

Integrazione delle funzioni razionali nel campo complesso.  
Integrazione delle funzioni razionali nel campo reale.  
Integrazione di funzioni irrazionali.  
Integrali di funzioni trascendenti.  
Formule di riduzione.

*I fondamenti della nozione di integrale:*

L'integrale come limite di somme.  
Casi notevoli di funzioni integrabili.  
Proprietà fondamentali degli integrali definiti.  
Funzioni integrali e loro derivate.  
Integrali generalizzati.  
Integrali dipendenti da un parametro.  
Integrali curvilinei.  
Integrazione di forme differenziali.

*Tipi elementari di equazioni differenziali:*

Equazioni del 1° ordine: considerazioni introduttive.  
Equazioni a variabili separabili.  
Equazioni omogenee.  
Equazioni lineari e di Bernoulli.  
Equazioni del tipo  $dU = 0$  - Fattore integrante.  
Famiglie di curve piane e loro equazioni differenziali.  
Traiettorie ortogonali.  
Casi di risoluzione in forma parametrica.  
Equazioni del 2° ordine riducibili al 1°.

*Generalità sulle equazioni differenziali:*

Sull'esistenza e unicità delle soluzioni.  
Integrazione grafica di equazioni differenziali.  
Integrazione numerica di equazioni differenziali.  
Involuppi e integrali singolari.  
Sistemi di equazioni differenziali: integrali primi.

*Equazioni differenziali lineari:*

Generalità - Equazioni omogenee.  
Equazioni omogenee a coefficienti costanti.

Equazioni complete: metodo di Lagrange.  
Equazioni complete a coefficienti costanti.  
Oscillazioni di sistemi a un grado di libertà.  
Sistemi di equazioni lineari del 1° ordine.  
Oscillazioni di sistemi a più gradi di libertà.  
Problemi con dati agli estremi - Autovalori.

*Integrali multipli:*

Integrali doppi come limiti di somme.  
Gli integrali doppi e la misura delle aree piane.  
Formule di riduzione per integrali doppi.  
Integrali doppi in coordinate curvilinee.  
Integrali tripli - Misura dei volumi.  
Integrali tripli in coordinate curvilinee.  
Area di una superficie curva.  
Integrali superficiali.  
Lemmi di Gauss.  
Teoremi del gradiente, della divergenza e del rotore.

*Proprietà fondamentali delle serie:*

Generalità sulle serie a termini costanti.  
Serie a termini positivi - Assoluta convergenza.  
Serie a termini di segno alterno.  
Serie di funzioni: convergenza uniforme.  
Serie di potenze - Raggio di convergenza.  
Teoremi d'integrazione e derivazione per serie.  
Integrazione di equazioni differenziali per approssimazione successive.

*Sviluppi in serie e applicazioni:*

Serie di Taylor e di Mac Laurin.  
Serie binomiale.  
Serie logaritmica e serie ciclotomiche.  
Calcolo di integrali mediante sviluppi in serie.  
Integrazione per serie di equazioni differenziali.  
Sviluppi in serie di Fourier.  
Approssimazione mediante polinomi trigonometrici.  
Esempi di analisi armonica.

## GEOMETRIA - II

(Prof. GIUSEPPE TANTURRI)

L'omologia piana.

Il metodo delle *proiezioni ortogonali*: problemi grafici e metrici - Rappresentazione di poliedri e sezioni piane.

*L'assonometria cavaliera*: problemi grafici e cenni su problemi metrici - Rappresentazione di poliedri e problemi relativi.

*Proiezioni quotate*: problemi grafici e metrici.

*Complementi teorici su linee e superficie*: proiezioni piane di linee sghembe - Superficie rigate, con particolare riguardo alle sviluppabili - Elemento <sup>1°</sup>neare di una superficie; superficie applicabili; superficie applicabili sul piano.

Cenni di cartografia della sfera.

Curvatura delle linee di una superficie uscenti da un suo punto: teoremi di Meusnier e di Euler. Indicatrice di Dupin.

*Rappresentazione di linee e superficie notevoli*; elica ed elicoidi; coni e cilindri; superficie di rotazione; superficie topografiche.

*Cenni di nomografia*: nomogrammi cartesiani; anamorfoosi; scale funzionali; abbachi rettilinei; nomogrammi ad allineamento.

## FISICA - II

(Prof. GIUSEPPE RUFFINO)

Il Campo Elettrico nel vuoto.

La Corrente Elettrica - Legge di Ohm - Effetto Joule.

Il Campo Magnetico nel vuoto.

Induzione elettromagnetica - Legge della circuitazione magnetica - Equazione di Maxwell.

Strumenti elettrici di misura.

Autoinduzione - Correnti nei circuiti in condizioni transitorie - Circuiti oscillanti - Onde elettromagnetiche.

Materia nei campi - Campo elettrico con dielettrico ponderabile - Campo magnetico con materiale ponderabile.

Meccanismo delle correnti elettriche - Modello di corrente elettrica - Corrente nei liquidi, nel vuoto, nei gas - Corrente nei metalli e semiconduttori.

Campo elettrico e differenza di potenziale tra strati liminari di due corpi.

Ottica geometrica - Formazione delle immagini - Strumenti ottici.

Fotometria.

Velocità della luce.

Interferenze - Diffrazione - Polarizzazione.

### *Esercitazioni di Laboratorio di Fisica Sperimentale II:*

Fotometro Bunsen.

Polarimetro di Laurent: determinazione della concentrazione di una soluzione zuccherina.

Determinazione della lunghezza d'onda con il reticolo di diffrazione.

Determinazione dell'indice di rifrazione (con spettrometro e microscopio).

Determinazione della lunghezza d'onda con lo spettroscopio (prisma di Pellin-Broca).

Caratteristica di una cellula fotoelettrica.

Caratteristica di un diodo termoelettrico.

Caratteristica di un raddrizzatore al germanio.

Determinazione dell'equivalente elettrochimico del Rame.

Calorimetro elettrico.

Taratura di una coppia termoelettrica.

Determinazione della sensibilità di un galvanometro.

Confronto di forze elettromotrici.

Ciclo di magnetizzazione.

Confronto di capacità col metodo del galvanometro balistico.

Ponte di Wheatstone: determinazione del valore di alcune resistenze.

## MECCANICA RAZIONALE

(Prof. RENATO EINAUDI)

*Cinematica.* — 1. Generalità sui vettori e loro operazioni - Derivata e integrale di un vettore variabile - Derivata di un punto variabile - Vettori applicati - Momento polare e momento assiale di un vettore applicato - Risultante e momento risultante di un sistema di vettori applicati - Teorema di Varignon - Equivalenza di sistemi di vettori applicati e loro riduzione.

2. Cinematica del punto: velocità e accelerazione - Moti piani in coordinate polari - Velocità areolare - Moti ad accelerazione costante - Moto circolare - Moto armonico - Moti centrali - Moti kepleriani - Moto elicoidale uniforme.

3. Cinematica dei sistemi rigidi - Moti traslatori - Moti rotatori - Moti composti - Moti rototraslatori - Moti rigidi generali e loro riduzione al moto elicoidale tangente istantaneo - Determinazione delle velocità e delle accelerazioni - Applicazioni.

4. Moti assoluti e moti relativi - Teorema del Coriolis; applicazioni.

5. Moti rigidi piani - Teorema di Eulero e centro di istantanea rotazione - Polare mobile e polare fissa - Profili coniugati - Teorema di Savary - Distribuzione delle velocità e delle accelerazioni nel moto piano - Circolo di stazionarietà e circolo dei flessi - Centro delle accelerazioni.

6. Moti rigidi intorno ad un punto fisso - Moto di una figura sferica sulla sua sfera - Polo di istantanea rotazione - Poloide ed erpoloide - Moto alla Poincot - Coni di Poincot - Precessione regolare.

*Statica.* — 1. Premesse sul concetto di forza - Postulati fondamentali della statica - Composizione delle forze concorrenti in un punto - Forze parallele - Centro di un sistema di forze parallele - Teoria delle coppie - Composizione di sistemi di forze complanari - Teoria del poligono funicolare - Composizione di un sistema di forze nello spazio e sua riduzione a una forza risultante e a una coppia risultante.

2. Statica dei solidi - Postulato caratteristico dei solidi - Condizioni necessarie e sufficienti per l'equilibrio di un solido - Equilibrio dei solidi vincolati e determinazione delle reazioni vincolari - Indeterminazioni statiche - Applicazioni.

3. Il principio dei lavori virtuali e statica generale - Lavoro di una forza - Lavoro di un sistema di forze applicate ad un sistema materiale - Principio dei lavori virtuali e sua fondamentale importanza per tutta la meccanica - Osservazioni sui postulati già ammessi nella statica - Applicazione del principio dei lavori virtuali allo studio delle macchine semplici - Statica dei sistemi olonomi a quanti si vogliono gradi di libertà - Condizioni di equilibrio in coordinate lagrangiane - Metodo dei parametri indipendenti e metodo dei moltiplicatori di Lagrange - Calcolo delle reazioni dei vincoli - Applicazioni - Caso delle forze conservative.

4. La stabilità dell'equilibrio - Statica dei sistemi pesanti - Principio del Torricelli.

5. Le resistenze di attrito - Equilibrio limite.

6. La statica dei sistemi articolati - Travature reticolari staticamente determinate - Determinazione degli sforzi nelle aste col metodo del diagramma Cremoniano, col metodo di Cullman, col metodo di Ritter e con quello degli spostamenti.

7. La statica dei fili flessibili e inestensibili - Equazioni intrinseche dell'equilibrio dei fili e loro applicazioni: catenaria omogenea, catenaria dei ponti pensili - Equilibrio di un filo teso sopra una superficie - L'attrito nelle funi e sue applicazioni.

*Dinamica.* — 1. Concetti e postulati fondamentali della dinamica - L'idea dinamica di forza, il concetto di massa - Leggi di Newton - Impulso e forze istantanee - Unità derivate e principio di omogeneità - Similitudine dinamica.

2. Dinamica del punto libero - Integrali primi delle equazioni del moto - Moto verticale dei gravi con riguardo alla resistenza dell'aria - Moto di un punto soggetto a forza centrale - Interpretazione dinamica delle leggi di Keplero - Legge della gravitazione universale.

3. Caratteristiche dinamiche e cinematiche dei sistemi: lavoro-potenza; energia cinetica o forza viva - Teorema del König - Forza viva di un solido libero, o con un punto fisso o con un asse fisso; forza viva di un sistema olonomo in coordinate lagrangiane - Quantità di moto e momento della quantità di moto di un sistema.

4. Teoremi generali del moto dei sistemi: teoremi della quantità di moto, del moto del baricentro, del momento della quantità di moto - Equazioni cardinali del moto di un sistema qualsiasi - Riferimento ad assi mobili con legge qualsiasi.

5. Principio di D'Alembert - Equazione simbolica della dinamica e sue conseguenze - Moto relativo al baricentro.

6. Equazione ed integrale delle forze vive - Caso delle sollecitazioni conservative - Potenziale.

7. Equazioni di Lagrange - Equazioni di Hamilton.

8. Nozione dinamica di stabilità dell'equilibrio dei sistemi olonomi - Regola del Dirichlet - Piccole oscillazioni nell'intorno di una configurazione di equilibrio.

9. Applicazioni: moto di un punto materiale sopra una traiettoria stabilita - Pendolo ideale - Pendolo di Huygens.

Dinamica dei sistemi a un solo grado di libertà; moto di un corpo rigido attorno ad un asse fisso - Pendoli fisici verticali ed orizzontali - Asse di oscillazione e sue proprietà - Moto di una figura piana nel suo piano con traiettoria stabilita di due suoi punti - Cenni di cinetostatica - Sollecitazioni dinamiche dei vincoli - Equilibramento statico ed equilibramento dinamico.

Dinamica dei sistemi a due e a più gradi di libertà - Pendolo sferico - Bipendolo - Moto di un solido intorno ad un punto fisso, intorno al baricentro.

Equazioni di Eulero - Solidi in rapida rotazione e fenomeni giroscopici.

Moto alla Poincaré - Giroscopio pesante.

Moto di un solido completamente libero da vincoli - Il problema fondamentale della balistica esterna.

10. Moto relativo - Influenza della rotazione terrestre sull'equilibrio e sul moto di un grave, sul pendolo sferico, sul giroscopio.

11. Teoremi fondamentali sugli effetti delle forze istantanee - Urti.

12. Elementi della dinamica dei mezzi continui.

*Elementi di statica grafica.* — 1. Integrazione grafica delle aree.

2. Composizione grafica delle forze.

3. Baricentri: determinazione dei baricentri di linee, di superficie, di volumi.

4. Geometria delle masse - Momenti di primo e di secondo ordine - Ellissoide d'inerzia - Assi principali - Momenti di inerzia di corpi, di superficie, di linee materiali - Determinazione grafica dei momenti di secondo ordine di figure piane - Determinazione grafica della ellisse centrale di inerzia di figure piane - Nocciolo centrale.

5. Travature reticolari - Diagrammi Cremoniani.

## DISEGNO EDILE

(Prof. ETTORE PITTINI)

1° *Cenni di metodologia della rappresentazione grafica.*

Varie grafie usate dalla tecnica; strumenti e materiali connessi - Richiami di geometria descrittiva e proiettiva - Cenni sulla modellistica ed i materiali da essa usati

- Il disegno e le tinte giature - Il disegno e l'arte tipografica - Procedimenti di riproduzione elio-foto-cinematografica nella prassi professionale - Organizzazione e produttività del disegno tecnico nello studio professionale e nell'industria.

2° *Cenni di metrologia e di simbologia.*

Modulazioni formali e misure tradizionali ed attuali - Trasposizioni di scala metrica - Correlazioni tra disegno meccanico, rilievo topografico e geografico, rilievo dei monumenti - Riflessi nel disegno delle unificazioni tecnologiche - La simbologia catastale.

3° *Disegno geometrico applicato all'edilizia.*

Uso pratico delle proiezioni ortogonali - Avviamento al disegno esecutivo tecnico, con la rappresentazione di elementi costruttivi, distributivi, di arredamento ed urbanistici.

4° *Prospettiva applicata all'edilizia.*

Richiami di teoria geometrica ed ottica - Guida alla prospettiva con ausilio strumentale - Utilizzazione del documento fotografico e pittorico - Relazioni tra disegno tecnico ed arti figurative.

5° *Disegno a mano libera.*

Guida allo schizzo dal vero e richiami, con applicazioni, di teoria delle ombre - Lo schizzo quotato - Lo schizzo di rilievo formale e di qualità - Lo schizzo architettonico applicato alla caratterizzazione stilistica e richiami storico-artistici.

*Oggetto delle esercitazioni.*

Elaborati vari ad applicazione dei capitoli della disciplina, con particolare riguardo ai commi 3°, 4°, 5°, in sede e fuori sede per il rilievo e lo schizzo dal vero.

## CHIMICA ORGANICA

(Prof. ELENA MARCHETTI)

Storia chimica organica.

Ottenimento prodotti puri: soluzione frazionata, cristallizzazione frazionata, estrazione con solventi, distillazione frazionata, cromatografia.

Analisi elementare - Analisi quantitativa C, N, S, H, Alogeni.

Determinazione formula bruta.

Determinazione peso molecolare.

Isomerie.

Nomenclatura: metodi di preparazione e proprietà chimiche di: idrocarburi paraffinici, etilenici, acetilenici, aromatici, aliciclici, alogeno derivati, alcoli, fenoli, eteri, perossidi, ammine, mercaptani, chetoni, acidi, ateri, anidridi, ammidi, nitrilli, cloruri degli acidi, eterociclici.

Modelli atomici da Thomson, Rutherford, Sommerfeld, Bohr, principio esclusione di Pauli, equazione di Schrödinger.

Legame chimico.

Stereochimica - Isomeri cis- trans.

Relazioni fra la struttura e le proprietà fisiche: punti di transizione, solubilità, adsorbibilità, momento dipolare, polarizzabilità.

Relazione fra la struttura e la reattività: variazione delle costanti ionizzazione coll'introduzione di sostituenti, effetto solvente.

Cinetica - Reazioni completamente spostate e reazioni equilibrio.

Andamento reazioni organiche.

Tautomerismo - Trasposizione allilica, pinacolonica, benzidinica, degradazione Curtius, Hofmann, inversione Walden, trasposizioni sistemi ciclici.

Composti a valenza insolita - Radicali e composti di addizione.  
Le grandi famiglie dei composti naturali ed artificiali: carboidrati, lipidi, peptidi, aminoacidi, polimeri naturali e sintetici, prodotti petroliferi, coloranti.

## DISEGNO MECCANICO

(Prof. PIERO CAMPANARO)

*Progettazioni (ragionate) di organi meccanici eseguite a mano libera, sotto forma di schizzi, e completate con l'uso del tecnigrafo.*

Trasformazione di disegni meccanici fatti nelle proiezioni ortogonali americane in proiezioni ortogonali europee - Conversione delle misure da pollici e frazioni di pollice in millimetri e calcolo delle tolleranze (arrotondamenti). - Organi di collegamento: viti - bulloni - chiavette ecc. - Indicazioni per le saldature - Organi di trasmissione del moto: rotismi e giunti - Progettazione (ragionata) di semplici complessi meccanici: comandi idraulici agenti su macchine utensili, su pompe, su morse e vari - Notizie tecnologiche sui materiali metallici e sulle lavorazioni.

# TRIENNIO D'APPLICAZIONE

## CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

### I ANNO

#### SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. PLACIDO CICALA)

*Lo stato di deformazione.* — Le sei componenti di deformazione e loro relazioni con gli spostamenti - Condizioni di congruenza - Cambiamento di riferimento.

*Lo stato di tensione.* — Componenti di tensione - Condizioni di equilibrio - Cambiamento di riferimento - Tensioni principali - Cerchi di Mohr.

*Lavori virtuali.* — Lavoro interno e lavoro esterno - L'equazione dei lavori virtuali e suo uso con spostamenti o forze virtuali.

*Corpo elastico.* — Relazioni generali d'elasticità lineare - Conseguenze della reversibilità - Teorema di reciprocità di Betti - Lavoro di deformazione ed energia potenziale elastica - Teoremi sul lavoro di deformazione (Clapeyron, Castigliano, Menabrea) - Il corpo elastico isotropo: costanti elastiche e loro relazioni - Deformazione isotropa e deformazione a volume costante - Limiti di elasticità e deformazioni plastiche - Teorie sui limiti di elasticità e di resistenza; loro rappresentazione nello spazio delle tensioni principali e nel piano di Mohr.

*Teoria di St. Venant.* — Risoluzione del problema elastico nel cilindro omogeneo, con tre componenti di tensione nulle.

*Trazione (o compressione) e flessione.* — Trazione semplice, flessione retta e deviata, sollecitazioni combinate - Asse neutro - Nocciolo - Riferimento ad assi non principali - Sezione eterogenea - Sezione parzializzata - Calcolo delle tensioni in sezioni simmetriche di travi in calcestruzzo armato.

*Torsione.* — Tensioni e deformazioni nel caso di sezioni circolari - Torsione della sezione rettangolare allungata, con estensione alle sezioni sottili aperte - Sezioni cave: formule di Bredt.

*Taglio.* — Relazione fra flussi di tensioni tangenziali e sforzi di flessione - Sezioni simmetriche - Sezioni sottili aperte - Centro di taglio.

*Teoria delle travi nell'applicazione tecnica.* — Il principio di St. Venant - Le sollecitazioni combinate: tensioni ideali - Lavoro di deformazione nella condizione generale di carico.

*Sistemi reticolari.* — Diagrammi di Cremona, sezioni di Ritter, metodo dell'asta sostituita - Deformazioni delle travature reticolari - Diagramma di Williot.

*Sistemi piani di travi.* — Vincoli - Schemi isostatici: procedimenti di risoluzione - Analisi delle deformazioni: relazioni generali, caso della trave rettilinea, equazione della linea elastica e relativa risoluzione - Sistemi iperstatici: risoluzione col metodo degli sforzi incogniti - Linee d'influenza di spostamenti - Linee d'influenza di sforzi nei sistemi isostatici - Teorema di Colonnetti - Linee d'influenza di sforzi nei sistemi iperstatici - Deformazioni anelastiche.

*Travi in condizioni generali di carico.* — Vincoli nello spazio - Schemi isostatici o iperstatici - Uso dell'equazione dei lavori nel calcolo di deformazioni.

*Il carico di punta.* — Analisi schematica dell'instabilità elastica - Pressoflessione della trave di sezione costante - Carico critico nelle varie condizioni di vincolo - Le aste di piccola snellezza: espressioni semiempiriche del carico critico e teoria di Engesser-Shanley.

## FISICA TECNICA

(Prof. CESARE CODEGONE)

### *I - Termodinamica applicata.*

1. Richiami sul principio dell'equivalenza fra calore e lavoro.
2. Leggi fondamentali dello stato gassoso - Energia interna e calori specifici - Miscele di gas.
3. Richiami sul principio di Carnot-Clausius - Entropia ed Entalpia dei gas e delle loro miscele.
4. Esempi di cicli termodinamici nel caso dei gas - Cicli rigenerativi - Cicli di quattro politropiche - Cicli inversi.
5. Rappresentazioni grafiche - Diagrammi entropici ed entalpici.
6. Vapori saturi - Proprietà dei vapori saturi e loro rappresentazione grafica.
7. Cicli diretti e inversi nel caso dei vapori.
8. Equazioni di stato.
9. Trasformazioni isentalpiche - Variazioni dei calori specifici e relative conseguenze sul rendimento dei cicli.
10. Relazioni termodinamiche generali - Relazioni contenenti i calori specifici - Inclinazione delle linee principali nei diagrammi più comuni - Estensione delle relazioni generali ad altri fenomeni, in particolare ai fenomeni termoelettrici.
11. Miscele di aria e vapore d'acqua - Il diagramma di Mollier per l'aria umida - Trasformazioni delle miscele - Psicometria - Applicazioni al condizionamento dell'aria ed all'essiccazione.

### *II - Moto dei fluidi nei condotti.*

1. Equazioni del moto - Tipi di movimento - Numero di Reynolds - Resistenze passive continue e locali - Condotte di gas - Condotte di vapore saturo e surriscaldato.
2. Efflusso degli aeriformi - Efflusso da un orificio in parete sottile - Condotte De Laval - Ritardo alla condensazione nell'efflusso dei vapori.
3. Applicazioni alla misura della portata - Deduzione della portata da una caduta di pressione - Metodi di misura con apparecchi a contrazione della corrente fluida.
4. Iniettori ed eiettori - Caso dei fluidi incompressibili - Caso dei vapori - Condensatori-eiettori.

5. Reti di condotti negli impianti di riscaldamento ad acqua calda - Effetto del raffreddamento dell'acqua lungo i tubi - Calcolo dei circuiti.

6. Camini - Andamento delle pressioni nel sistema caldaia-camino - Calcoli di proporzionamento.

### *III - Trasmissione del calore.*

1. Conduzione, convezione, irradiazione, mescolanza e leggi relative - Regime stazionario e regime variabile.

2. Trasmissione del calore tra due fluidi stagnanti separati da una parete - Casi della parete piana e della parete cilindrica - Pareti composte - Effetto delle intercapedini d'aria - Pareti ad alette.

3. Trasmissione fra fluidi in circolazione - Circolazione semplice, doppia, incrociata.

4. Isolamento termico - Disposizioni costruttive.

5. Circostanze che influiscono sui valori dei coefficienti di trasmissione - Effetto della velocità.

6. Ordine di grandezza di alcuni coefficienti globali di trasmissione.

7. Teoria del Nusselt sulla trasmissione tra vapore che si condensa e parete.

8. Trasmissione da una parete ad un liquido che evapora.

9. Analogie con altri fenomeni fisici - Analogia del Reynolds.

10. Leggi della similitudine e loro applicazione - Parametri adimensionali per la correlazione dei risultati sperimentali.

11. Relazioni dedotte dall'analisi dimensionale - Applicazioni alla convezione termica libera e forzata.

### *IV - Caldaie a vapore.*

1. Indicazioni generali - Rendimento specifico - Accessori di sorveglianza e di sicurezza.

2. Caldaie a grandi corpi.

3. Caldaie a tubi da fumo fisse, marine e per locomotive.

4. Caldaie verticali.

5. Caldaie a tubi d'acqua suborizzontali ed a tubi d'acqua ripidi.

6. Caldaie a serpentine.

7. Caldaie recenti ad alta pressione ed a circolazione forzata - Caldaie Velox.

8. La circolazione interna delle Caldaie.

9. Camere di combustione - Surriscaldatori - Economizzatori.

10. Trattamenti dell'acqua di alimentazione - Preriscaldatori d'aria.

11. Apparecchi di combustione - Focolai per governo a mano - Focolai meccanici, graticole a catena, graticole sub-alimentate - Combustione di carbone polverizzato - Combustione di nafta - Combustione di gas.

12. Calcoli relativi alla combustione - Masse e volumi dell'aria e dei gas della combustione - Apparecchi industriali di misura.

13. Aspirazione naturale e aspirazione forzata dei fumi.

14. Temperatura dei gas prodotti dalla combustione.

15. Trasmissione del calore nelle caldaie - Irradiazione delle fiamme e dei gas combustibili - Convezione termica per fasci di tubi.

16. Perdite termiche nelle caldaie.

17. Servizi ausiliari - Pompe - Ventilatori - Accumulatori di vapore - Regolazioni automatiche.

18. Resistenza organica delle caldaie - Involucri cilindrici premuti dall'interno: caso delle pareti di notevole spessore - Criteri di proporzionamento e calcolo degli spessori.

19. Involucri cilindrici premuti dall'esterno.
20. Tensioni di discontinuità - Sollecitazioni termiche.
21. Unioni a chiodatura.
22. Collettori, focolai interni lisci e ondulati, fondi curvi - Pareti piane e rinforzi.

*V - Riscaldamenti centrali.*

1. Indici di benessere fisiologico e strumenti di misura.
2. Fabbisogno di calore degli edifici.
3. Riscaldamento ad acqua calda - Circuiti - Caldaie - Riscaldatori - Impianti a circolazione naturale ed a circolazione forzata.
4. Riscaldamento a pannelli.
5. Riscaldamento a vapore a bassa ed a alta pressione - Accessori.
6. Riscaldamento ad aria calda - Applicazioni civili e industriali.
7. Riscaldamento a distanza.

*VI - Tecnica frigorifera.*

1. Schemi di attuazione di cicli inversi delle macchine frigorifere e delle termopompe.
2. Fluidi impiegati nelle macchine a ciclo inverso.
3. Sistemi di refrigerazione.
4. Compressori alternativi e rotativi - Eiettori - Evaporatori - Condensatori - Rubinetti di regolazione.
5. Magazzini frigoriferi.
6. Ghiaccio artificiale.
7. Sistemi ad assorbimento.
8. Liquefazione dei gas.
9. Condizionamento termoigrometrico dell'aria - Sistemi locali e centrali ad uno o a più circuiti - Filtri; camere e apparecchi di condizionamento - Calcoli di proporzionamento relativi.

*VII - Illuminazione.*

Unità fotometriche e relazioni fondamentali - Sorgenti luminose puntiformi e loro indicatrici di emissione - Sorgenti estese - Costruzioni grafiche per la determinazione dell'illuminamento e per il tracciamento delle curve isolux - Caratteristiche costruttive e fotometriche delle sorgenti luminose: lampade ad incandescenza, lampade a luminescenza - Apparecchi di illuminazione: riflettori, rifrattori, diffusori - Impianti di illuminazioni per esterni e per interni; sistemi diretti ed indiretti e calcoli relativi - Illuminazione decorativa.

*VIII - Acustica applicata alle costruzioni.*

Intensità energetica dei suoni e sensazioni uditive - L'audiogramma normale - Proprietà acustiche dei materiali usati nelle costruzioni - Fattori di assorbimento apparente - Proprietà acustiche degli ambienti - Riflessioni multiple - Riverberazione acustica e sua durata convenzionale - Caso dei grandi locali di riunione; mezzi grafici e sperimentali per lo studio delle loro proprietà acustiche - Attenuazione dei disturbi acustici e isolamento acustico.

*IX - Esercitazioni di Fisica Tecnica.*

*Esercitazioni grafiche.* — Diagrammi di compressori di gas a più stadi - Tubo di efflusso di De Laval - Cicli termodinamici nei diagrammi entropici ed entalpici - Caldaie cilindriche - Disegno e calcoli strutturali - Caldaie in ghisa ad elementi (per allievi Civili) - Impianti di riscaldamento (per allievi Civili).

*Esercitazioni di Laboratorio.* — Taratura di manometri metallici con l'apparecchio di Amsler - Taratura di micromanometri differenziali - Misure di controllo della combustione nella Centrale termica del Politecnico - Determinazione della portata di un ventilatore elicoidale - Curve caratteristiche di un ventilatore centrifugo - Taratura di anemometri a mulinello - Determinazione dell'umidità relativa mediante uno psicrometro di Assmann - Misure di efficienza di un impianto frigorifero - Misure di irradiazione con una pila di Moll - Misura del titolo del vapore saturo - Misure su un compressore d'aria polifase a 200 atmosfere e su un impianto di liquefazione e di distillazione frazionata dell'aria.

## ELETTROTECNICA

(Prof. GIUSEPPE BIORCI)

Circuito elettrico in regime stazionario - Corrente e tensione.

Bipolo elettrico - Caratteristica e convenzioni di segno - Classi di bipoli (normali e anomali, attivi e passivi, ideali) - Equazione di Ohm.

Reti di bipoli - Collegamenti tipici (serie e parallelo); legge dei nodi e legge delle maglie; correnti cicliche; teorema di Thévenin.

Lavoro e potenza elettrici: definizione, misura, proprietà - Bilancio energetico di un bipolo.

Correnti variabili, regime quasi stazionario - Condensatori, induttori ed induttori accoppiati - Transitori.

Circuiti in corrente alternata: rappresentazione vettoriale e complessa.

Energetica dei circuiti in corrente alternata: potenza attiva, reattiva ed apparente. Rifasamento.

Sistemi trifasi - Distribuzione dell'energia elettrica - Misure di potenza ed energia.

Campi stazionari di corrente, dielettrici e magnetici - Componenti di circuito: materiali e criteri di proporzionamento.

Campi magnetici variabili, induzione.

Circuiti magnetici con nuclei dolci e crudi - Applicazioni.

Azioni meccaniche nei campi - Applicazioni.

Macchine elettriche - Trasformatore, alternatore, motore asincrono, macchine a corrente continua - Di ciascuna macchina: principio di funzionamento, cenni costruttivi, circuito equivalente, caratteristiche esterne elettriche e meccaniche.

## TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA

(Prof. VITTORIO CIRILLI)

*Acque potabili e industriali.* — Criteri di potabilità di un'acqua - Filtrazione - Sterilizzazione - Deferrizzazione - Acque di rifiuto - Acque industriali - Durezza temporanea e permanente - Processi alla calce soda e al fosfato - Depurazione mista - Processo alla permutite e con resine scambiatrici di ioni - Fragilità caustica - Metodi industriali per la distillazione dell'acqua: effetti multipli, termocompressione.

*Combustibili.* — Temperatura di accensione ed infiammazione - Limiti di infiammabilità - Potere calorifico - Bomba Mahler e calorimetro di Junkers - Aria teorica per la combustione completa - Analisi elementare e immediata dei combustibili - Analisi dei gas - Combustione - Composizione dei fumi - Temperatura teorica di una fiamma - Misurazione della temperatura - Combustibili solidi e combustibili gassosi - Gas illuminante: produzione e depurazione - Gas di gassogeno, gas d'aria, gas d'acqua, gas misto - Combustibili liquidi - Petroli: estrazione e lavorazione - Carburanti - Raffinazione dei carburanti - Combustibili liquidi vari: alcoli, benzolo - Lubrificanti - Viscosità.

*Laterizi.* — Materie prime: argille - Origine - Costituzione, analisi, plasticità, disidratazione delle argille - Formatura e cottura dei laterizi - Classificazione e saggi tecnici.

*Prodotti ceramici.* — A pasta prosa e compatta - Terrecotte, maioliche - Vetrinatura - Porcellana - Grès.

*Materiali refrattari.* — Classificazione - Refrattari argillosi e alluminosi - Silice - Refrattari Dinas - Refrattari magnesiaci e dolomitici - Analisi dilatometrica e prove di refrattarietà sotto carico.

*Cementanti aeree.* — Calci aeree - Analisi del calcare - Forni a calce - Malte di calce - Presa e indurimento - Gesso - Presa e indurimento - Aggressività delle malte di gesso - Mastici.

*Cementi idraulici.* — I sistemi fondamentali della chimica dei cementi:  $\text{CaO-SiO}_2$ ;  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ;  $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  - Calci idrauliche - Cemento Portland - Preparazione e costituzione del clinker - Caratteristiche e composizione di un cemento Portland - Effetti delle acque dilavanti e delle acque solfatiche sul calcestruzzo - Cementi bianchi - Cementi ferrici - Proprietà e resistenza chimica - Cementi alluminosi; costituzione e proprietà - Cementi di miscela: di scorie, pozzolanici - Prescrizioni ufficiali e saggi tecnici sui leganti idraulici - Calore di idratazione dei cementi e suoi riflessi sulla temperatura dei getti - Analisi dei calcestruzzi.

*Il vetro.* — La materia allo stato vetroso - Classificazione, preparazione, costituzione chimica dei vetri - Vetro comune - Vetri speciali e vetri d'ottica.

*Metalli ferrosi.* — Minerali di ferro - Riduzione agli ossidi di ferro - Preparazione della ghisa - Altoforno - Produzione dell'acciaio - Affinazione in convertitore e su suola - Processi al forno elettrico, produzione diretta del ferro - Diagramma di stato Fe-C - Struttura e trattamenti termici degli acciai - Cementazione - Nitrurazione - Classificazione degli acciai - Acciai al carbonio - Acciai speciali - Ghise speciali - Trattamenti di malleabilizzazione della ghisa - Ferri per calcestruzzi armati e fili di acciaio per cemento armato precompresso - Loro caratteristiche meccaniche e di impiego - Fenomeni di corrosione su materiali ferrosi - Prove di resistenza alla corrosione in nebbia salina - Protezione dei materiali ferrosi.

*Alluminio.* — Minerali - Processi Bayer e Haglund per la produzione di allumina - Elettrolisi dell'allumina - Alluminio di prima fusione e raffinal - Leghe leggere da getto e trattamento termico - Resistenza alla corrosione delle leghe di alluminio - Trattamenti di ossidazione anodica.

*Rame.* — Minerali - Metallurgia ignea - Raffinazione termica ed elettrolitica - Ottoni - Bronzi - Bronzi speciali - Resistenza alla corrosione delle leghe di rame - Protezione galvanica delle leghe di rame.

*Zinco.* — Cenni sulla metallurgia dello zinco - Raffinazione dello zinco - Resistenza alla corrosione dello zinco - Protezione anodica dei materiali ferrosi - Zincatura.

*Piombo.* — Cenni sulla metallurgia del piombo - Caratteristiche meccaniche e di impiego e resistenza alla corrosione del piombo - Leghe a base di piombo.

#### *Esercitazioni.*

*Analisi delle acque.* — Determinazione della durezza con il metodo di Boutron Boudet e con l'uso di complessanti - Calcoli relativi all'eliminazione della durezza delle acque - Saggi chimici relativi ai criteri di potabilità.

*Combustibili.* — Determinazione del potere calorifico di combustibili solidi e gassosi - Analisi dei gas - Saggi sui combustibili liquidi e sui lubrificanti.

*Argille, calci e laterizi.* — Analisi chimica delle argille - Analisi delle calci e del calcare - Calcimetro - Saggi tecnici sui laterizi.

*Cementi.* — Analisi chimica dei cementi - Calcolo dei moduli - Saggio di pozzolanicità - Prove di resistenza alle acque aggressive - Determinazione del calore di idratazione con il metodo adiabatico e con il metodo di dissoluzione - Determinazione del quantitativo di acqua dell'impasto normale e del tempo di inizio e fine di presa - Prove di resistenza a compressione e a trazione.

*Materiali metallici.* — Analisi degli acciai: dosamento del carbonio, dello zolfo, del fosforo e del manganese - Osservazioni al microscopio metallografico - Misure di durezza.

## ARCHITETTURA TECNICA - I

(Prof. AUGUSTO CAVALLARI MURAT)

1° *Metodologia attinente all'architettura come tecnica o come arte.* — Classificazioni dei materiali da costruzione (secondo Seidl, Lambertz ed altri) in base a concetti di individualità architettonica, geometrica, meccanica, ecc.).

Relazioni tra gli stili storici, le forme strutturali ed i problemi distributivi attuali; cenni sulle teorie estetiche delle proporzioni armoniche e del linguaggio architettonico; relazioni tra l'azione tecnica e l'azione artistica; unificazioni.

2° *L'evoluzione formale nelle principali tecniche costruttive in relazione alla intuizione meccanica ed a esigenze razionali-funzionali.* — Architetture lignee (strutture portanti, strutture di chiusura e protezione; elementi decorativi per l'esterno e per l'interno; armature di servizio in impianti di cantiere, ecc.) - L'architettura del ponte in legno.

Costruzioni lapidee e laterizie (strutture portanti con particolare riguardo agli archi, alle volte, alle cupole; strutture di chiusura e divisione; sovrastrutture di rivestimento protettivo e decorativo con particolare riguardo a paramenti e tegole; elementi decorativi ed accessori in ceramica, maiolica, porcellana; ausili del laterizio e della pietra ad altre tecniche, ecc.) - Ponti in pietra.

Architetture in materiali metallici (cenni sulle strutture portanti preferite dall'edilizia; strutture di chiusura e protezione, con particolare riguardo agli infissi e serramenti ed alle lamiere stampate per pannellature; curtain-walls; elementi complementari di guarnizione ed arredamento) - L'architettura del ponte metallico.

Architettura in cemento armato ordinario e precompresso con particolare riguardo alla prefabbricazione per l'edilizia di strutture portanti, con cenni intuitivi sulla evoluzione delle grandi coperture a volta o cupola sottile; la pratica nella tecnica delle fondazioni in calcestruzzo semplice ed armato; prefabbricazione di elementi di finitura - L'architettura dei ponti in cemento armato.

Strutture architettoniche sfruttanti altre tecnologie e teniche (Cenni sulle utilizzazioni delle materie plastiche, dei vetri, dei tessuti, pellami, cartoni e carte, ecc.).

3° *Commento all'inserimento nei fabbricati di particolari strutture tipiche.* — L'accordo fra le differenti deformazioni degli elementi strutturali in composizione per effetto di azioni deformanti di natura meccanica, termica, igroscopica, ecc.; le schematizzazioni ideali e la strutturazione di congruenza realizzativa; concetti di condizioni vincolari e l'esperienza; concetti di giunti di dilatazione localizzati.

L'accordo tra le deformazioni di strutture maestre portanti e sovrastrutture; concetto di giunto di dilatazione diffuso più o meno localizzato; il perlinaggio, la pannellatura; le stratificazioni compensate dei manti impermeabilizzanti e dei setti coibenti, ed altre strutturazioni di congruenza deformativa.

Accordo tra le strutture di elevazione e strutture di fondazione, specialmente nei riguardi di concetti intuitivi della meccanica dei terreni; riepilogo sulla tecnica delle fondazioni con particolare riguardo all'evoluzione del macchinario di cantiere.

La regolazione termica dell'edificio con accorgimenti di natura architettonica; evoluzione delle strutture murarie oltrechè come membrature portanti, come membrature di chiusura; cenni sul soleggiamento, cenni sui materiali e alle strutture coibenti.

La illuminazione naturale ed i collegati problemi architettonici; tecnica degli infissi e serramenti sotto tale riguardo; problemi decorativi delle pareti vetrate.

La difesa dell'edificio dall'umidità atmosferica e sotterranea (neve e pioggia; stravento; acque superficiali e falde freatiche; acque di condensazione e nebbie; umidità trasmigrante per capillarità; gelo e disgelo; l'intercettazione e la raccolta delle acque; ventilazione di spazi vuoti e di masse porose - Esemplicazioni (tetti e falde, tetti piani, grondaie e pluviali, condutture di raccolta d'acqua bianca, drenaggi, intercapedini, infernotti, vespai, canne e camini di ventilazione, bonifiche di edifici umidi, ecc.).

Il problema della ventilazione naturale negli edifici; particolari costruttivi - Il ricambio di aria - Il vento e le sue azioni sull'edificio - Gli spifferi e la tecnica per la loro eliminazione nei serramenti antichi e attuali; le guarnizioni di tessuto e di gomma - Relazioni tra condizionamenti naturale e artificiale.

La difesa dell'edificio dai rumori; materiali e strutture coibenti - Correzioni acustiche di ambienti.

4° *Commento all'inserimento nei fabbricati di particolari impianti tecnici in base ad esigenze di architettura.* — Le vie interne di comunicazione e trasporto; scale fisse e mobili, ascensori, montacarichi, posta pneumatica, nastri trasportatori, ecc.; cenni storico-evolutivi; materiali e forme determinate dell'architettura o determinanti nell'architettura; unificazione e regolamentazione ufficiale, specialmente per gli ingombri.

Concetti del coordinamento architettonico dei servizi idraulico-igienici; di approvvigionamento idrico; di fognatura; di raccolta ed eliminazione delle spazzature; di ventilazione ausiliaria.

Concetti per il coordinamento architettonico degli impianti termici e di condizionamento dell'aria; cenni storico-evolutivi in riferimento all'architettura tradizionale e all'edilizia nuova ad essi prevalentemente informata; canne e condotti murari; regolamentazione ufficiale specialmente in tema di benessere fisiologico e di ingombri di servizio.

Problemi architettonici connessi agli impianti elettrici e di altre sorgenti energetiche; cenni sull'architettura della luce.

5° *Illustrazione di norme pratiche in tema di progettazione e di direzione dei lavori.* — Coordinamento del progetto con la direzione dei lavori e con i problemi della contabilità; delle analisi edilizie; dell'etica professionale - Gli imprenditori e l'organizzazione dell'impresa e del cantiere come fattori determinanti particolari ideazioni artistiche.

6° *Argomenti monografici variabili di anno in anno* (per integrazione culturale e per aggiornamento con l'evoluzione della tecnica).

*Oggetto delle esercitazioni.*

Rilievo antologico di particolari esecutivi e di schemi costruttivi negli argomenti illustrati dal corso di lezioni - Loro raccolta sotto forma di « Schedario Tecnico Antologico ».

Prove estemporanee di invenzione da eseguirsi in aula.

Progettazione e disegno di elaborati del tipo « esecutivi ».

## LITOLOGIA E GEOLOGIA APPLICATA

(Prof. LUIGI PERETTI)

*Parte I. - Litologia generale e applicata.*

*Fondamenti mineralogici della litologia.* — Stato cristallino - Anisotropia dei cristalli - Struttura reticolare - Simmetria dei reticoli e degli individui cristallini - Proprietà fisiche dei cristalli: densità; proprietà elettriche e magnetiche; proprietà relative all'elasticità e alla coesione; proprietà organolettiche - Polimorfismo e isomorfismo - Processi minerogenetici naturali; paragenesi - Minerodiagnosi.

*Richiami di mineralogia descrittiva* per la specie minerali d'interesse petrografico.

*Litologia generale.* — Definizione di roccia - Stadio petrografico ottico delle rocce; psammografia - Leggi fisico-chimiche del consolidamento magmatico; differenziazioni magmatiche - Classificazione e descrizione dei tipi di rocce intrusive ed effusive; paleovulcaniche e neovulcaniche.

Processi litogenetici esogeni: alterazione, erosione, sedimentazione, diagenesi: classificazione e descrizione dei tipi di rocce sedimentogene.

Processi fisico-chimici del metamorfismo - Classificazione e descrizione dei tipi di rocce metamorfogene.

*Litologia applicata alle pietre da costruzione.* — Requisiti applicativi delle pietre da costruzione in rapporto alle loro caratteristiche litomineralogiche, generali e specifici per le diverse categorie: da muratura ordinaria, da taglio, da pavimentazione, da massciata stradale e ferroviaria, da decorazione, per inerti da agglomerati cementizi, ecc. - Criteri e metodi di determinazione sperimentale.

Ricerca, prospezione e valutazione metrica dei giacimenti di materiali litoidi - Apertura e gestione delle cave a giorno: cave in roccia, in terreni incoerenti o semi-coerenti - Lavorazioni delle pietre fino alla messa in opera.

Giacimenti di pietre tipiche della regione italiana: impieghi e produzione.

## *Parte II. - Geologia applicata.*

*Fondamenti geologici delle opere dell'ingegneria civile.* — Ipotesi e metodi di lavoro delle scienze geologiche.

Struttura fisica del geoide e della litosfera in particolare - Meccanica della litosfera: isostasi e orogenesi; cicli orogenetici della Regione italiana.

Fenomeni vulcanici e perivulcanici: geomorfologia delle regioni vulcaniche - Distretti vulcanici recenti e attuali nelle Venezie, nel versante tirrenico dell'Appennino, in Sicilia e Sardegna.

Cicli magmatici - Intrusioni magmatiche e loro configurazione - Formazioni intrusive dei cicli ercinico e alpino nella Catena alpina, in Calabria e Sardegna.

Fattori geofisici, climatici, morfologici e biologici del modellamento esogeno - I processi e i paesaggi erosivi nelle regioni montane e di pianura - Forme e paesaggi d'accumulo: conoidi detritiche, colmate alluvionali di varia origine, depositi morenici ed eolici, con particolare riferimento al bacino geografico del Po.

Cenni di stratigrafia e paleogeografia - Stratigrafia delle formazioni alpine ed appenniniche.

Evoluzione profonda delle rocce: metamorfismo regionale e dinamometamorfismo - Metamorfismo progressivo e regressivo - Migmatizzazione dei sedimenti.

Elementi di tettonica: regioni e stili tettonici a comportamento plastico e rigido: strutture a tavolati, a pieghe, a ricoprimenti, a faglie - Tettonica delle catene alpina ed appenninica.

Elementi di geoidrologia: origine e movimento delle acque sotterranee - Geoidrologia della pianura padana.

*Geologia pratica.* — Metodi e tecnica del rilevamento geologico - Elaborazione e raccordo dei dati d'osservazione - Redazione della carta geologica - Lettura e interpretazione delle carte geologiche - Problemi di stratimetria - Costruzione di profili geologici - Ricostruzioni paleogeografiche.

Assaggi e sondaggi per la ricognizione geognostica del sottosuolo. La prospezione geofisica applicata alle opere dell'ingegneria civile.

*Geologia delle costruzioni e delle vie di comunicazione.* — Fattori geologici (litologici, tettonici, geomorfologici) che determinano o influenzano il comportamento meccanico delle rocce e dei terreni in posto. - Caratteri geomeccanici delle rocce: deformabilità, resistenza meccanica, fratturazione naturale, lavorabilità, impregnabilità e permeabilità alle acque - Cenni sui metodi di misura in posto.

Caratteri geotecnici dei terreni: granulometria, coesione, deformabilità, resistenza meccanica, comportamento in rapporto alle acque d'imbibizione - Cenni sui metodi di misura in posto e su provini.

Stabilità dei versanti in rapporto ai fattori geologici: bonifiche di terreni franosi.

Problemi geologici relativi alla scelta e alla progettazione, di massima e di dettaglio, dell'imposta: di costruzioni edilizie, di laghi artificiali, di ponti, di argini, dighe di ritenuta e altre costruzioni idrauliche; di cimiteri - Geolitologia applicata allo stadio del condizionamento artificiale delle rocce e dei terreni di fondazione - Costruzioni in aree sismiche.

Problemi geologici relativi allo studio e alla esecuzione di: strade in pianura, montagna, regioni litoranee; autostrade; linee ferroviarie; gallerie stradali e ferroviarie; canali navigabili; aeroporti; costruzioni portuali.

Ricerca e captazione d'acque del sottosuolo a scopo potabile, irriguo o industriale.

## DISEGNO EDILE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

### II ANNO

## MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE E MACCHINE

(Prof. GIOVANNI JARRE)

Analisi delle forze statiche nelle macchine: vari tipi di gru, scavatrici e elevatori.

Analisi delle forze nelle macchine rotative: equilibramento statico e dinamico; effetti elastici; velocità critiche.

Analisi delle forze nelle macchine alternative: l'equilibramento; le vibrazioni; il volano.

Le azioni di attrito radente e volvente; la lubrificazione; i cuscinetti a rotolamento.

Trasmissioni a ingranaggi; il cambio di velocità e il differenziale.

Trasmissioni a cinghie e nastri trasportatori.

I freni a ceppi e a nastro.

Le funi metalliche; tecnologia e impiego.

Azioni fluodinamiche; il vento sulle costruzioni civili.

Principi di funzionamento delle macchine a fluido.

Macchine motrici rotative: le turbine a vapore; le centrali termoelettriche; gli impianti di condensazione; le turbine a gas con cenni sulla propulsione a reazione.

Macchine motrici alternative: i motori a carburazione ed a iniezione; descrizione; bilanci energetici; il carburatore; l'apparato di iniezione; impiego aeronautico, automobilistico, ferroviario e navale dei motori a combustione interna.

Macchine operatrici interessanti l'ingegnere civile: i ventilatori elicoidali e centrifughi; i compressori frigoriferi.

## IDRAULICA

(Prof. BRUNO GENTILINI)

1. *Introduzione.* — Cenni su alcune proprietà dell'acqua e dei liquidi in genere - Sforzi nei sistemi continui.

2. *Idrostatica.* — Equazioni dell'equilibrio dei liquidi (in forma locale e in forma globale).

Statica dei liquidi pesanti: misura delle pressioni.

Spinta su superficie piane e curve.

3. *Dinamica dei liquidi perfetti.* — Equazioni dell'equilibrio locale ed equazione di continuità - Linee di flusso, traiettorie - Equazione di continuità riferita a tubi di flusso - Teorema di Bernoulli e sue applicazioni: processi di efflusso.

Correnti - Potenza di un filetto e di una corrente.

4. *Dinamica dei liquidi viscosi.* — Equazioni dell'equilibrio in forma locale e globale. Applicazioni al moto uniforme.

5. *Dinamica dei liquidi viscosi in regime turbolento.* — Movimenti turbolenti - Equazioni dell'equilibrio in forma locale e globale.

Moto uniforme turbolento.

6. *Correnti in pressione.* — Correnti uniformi; caratteri generali e formule pratiche per il calcolo delle perdite di carico continue.

Moto permanente: perdite di carico localizzate.

Problemi relativi alle lunghe condotte e alle reti.

Cenno ai problemi di moto vario nelle correnti in pressione.

7. *Correnti a pelo libero.* — Correnti uniformi - Moto permanente: profili di rigurgito.

Risalto idraulico.

Cenno ai problemi di moto vario nei canali.

8. *Idrometria.*

9. *Macchine idrauliche.* — Equazioni fondamentali delle macchine idrauliche rotative - La similitudine nelle macchine idrauliche.

Pompe: tipi e caratteristiche.

Turbine: tipi e caratteristiche.

10. *Moto delle acque filtranti.* — Sistemi filtranti - Determinazioni pratiche relative a pozzi e trincee.

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI - I

(Prof. GUIDO OBERTI)

### Parte I. - Premesse e richiami.

Oggetto del corso; progetto strutturale di una costruzione - Posizione del problema: dati e incognite - Scelta del tipo di struttura, dimensionamento degli elementi resistenti e verifica della stabilità; procedimenti di calcolo e metodi sperimentali; realizzazione costruttiva.

Stato di tensione e di deformazione nel punto generico di una struttura; tensioni e deformazioni principali; rappresentazione grafica del Mohr. - Richiami sulle condizioni al contorno e sui vincoli.

Condizioni di equilibrio delle tensioni interne, tensore degli sforzi - Iperstaticità del problema generale; continuità delle deformazioni e relazioni generali indefinite - Tensore di deformazione come derivato dal vettore spostamento - Tensore isotropo e tensore tangenziale.

Prove statiche sui materiali da costruzione e sulle strutture; elasticità, plasticità, limite elastico, carico di snervamento, rottura - Lavoro di deformazione - Fenomeni di fluage e di rilassamento - Prove dinamiche e a fatica (Wöhler) sui materiali e sulle strutture.

Raffronti tra il comportamento dei vari materiali sottoposti a tensioni omogenee, mono-, bi- e tridimensionali: fragilità e duttilità - Verifica locale del grado di sicurezza e criteri sulla rottura dei materiali: ipotesi di Navier, Guest, Beltrami, Mises; curva intrinseca (Mohr); tensioni principali ideali (Grashof).

Verifica del grado di sicurezza nel caso di tensioni non omogenee - Comportamento statico delle strutture oltre il limite elastico - Adattamenti anelastici - Criteri di verifica a rottura e di stabilità globale, esperienze su elementi strutturali e su modelli sino alla rottura.

*Parte II. - La progettazione: proporzionamento del complesso strutturale (statica esterna).*

I dati del problema: forze in gioco (di volume, di superficie, di linea); peso proprio, carichi permanenti; carichi accidentali: effetto della neve, del vento, della spinta idrostatica, della spinta delle terre - Azioni ripetute (fatica) - Azioni sismiche.

Le azioni esterne indipendenti dai carichi: effetti della temperatura, del ritiro e della stagionatura dei materiali - Tempera e laminazione dei metalli: effetti della saldatura; adattamenti di montaggio - Autotensioni conseguenti.

La realizzazione dei vincoli; vincoli interni (compresa la continuità) ed esterni; effetto degli attriti - L'appoggio semplice - La biella e gli appoggi pendolari - La cerniera, nel piano e nello spazio - L'incastro e sue effettive possibilità di realizzazione - Reazioni concentrate e distribuite: superfici di contatto (cenni al problema di Hertz).

Fondazioni: caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce - Il problema di Boussinesq e le formule di Vogt - Cedimenti per rifluimento o per assestamento del terreno; cedimenti elastici (costante di Winkler) e anelastici.

Cenni sulla spinta delle terre - Teoria e prove sperimentali sulle terre e sulle rocce - I tipi di fondazioni: superficiali e profonde - Il risanamento del terreno (iniezioni) - Fondazioni su pali e su cassoni.

La trave su suolo elastico continuo; caso limite della trave galleggiante.

Strutture monodimensionali (travi ed archi) piane e spaziali - Caratteristiche della sollecitazione esterna ( $N, M, T, M_r$ ), relative alla generica sezione normale. - Richiami sul problema di B - De S. Vénant: sua estensione alle travi soggette a carichi continui e a sezioni variabili - Condizioni integrali di equilibrio (relazioni tra  $p, M, T$ ).

Strutture isostatiche ed iperstatiche nel piano; equilibrio e congruenza - Scelta della travatura principale ai fini della progettazione - Richiami di applicazione del principio dei lavori virtuali al calcolo degli spostamenti e delle incognite iperstatiche, anche in presenza di cedimenti anelastici (interni ed esterni), effetti della plasticità del materiale.

Richiami sulle linee d'influenza relative a reazioni vincolari, a sollecitazioni e spostamenti per elementi strutturali isostatici a parete piena e reticolari.

*Parte III. - La progettazione: proporzionamento degli elementi resistenti (statica interna).*

Il legno come materiale da costruzione - Le prove su detto materiale - Solidi in legno caricati assialmente - La trave lignea inflessa con particolare riguardo al momento flettente ed al taglio - Giunzioni (chiodate, bullonate, collate).

Gli acciai normali da costruzione; caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili - Criteri di verifica per strutture mono e bidimensionali. Riduzioni per effetti di fatica.

Dimensionamento delle sezioni resistenti nelle strutture metalliche - Elementi tesi e inflessi nelle costruzioni chiodate - Effetto dei fori nello stato di tensione uni e bidimensionale - Elementi compressi; verifica al carico di punta di elementi ad anima piena e reticolari; metodo; formule di Engesser - Pressoflessione di travi snelle - Effetto delle deformazioni di taglio nel carico di punta dei tralicci metallici e nelle travi composte (con calastrelli) - Instabilità delle pareti sottili nelle travi ad anima piena; formule del Timoshenko.

Svergolamento delle travi a I - Travi inflesse ad asse curvilineo o spezzato.

La torsione nelle travi metalliche; richiami all'analogia idrodinamica - Torsioni di travi a cassone, travi a parete sottile (formula di Bredt) - Tensioni secondarie nella torsione di profilati sottili.

Proporzionamento delle chiodature nei vari tipi di giunzione - Funzionamento statico delle giunzioni per sovrapposizione, a semplice, a doppio coprigiunto - Chiodature correnti e chiodature di forza nelle travi composte ad anima piena e loro calcolo - Chiodature per travi ad asse curvo - Giunzioni di cantonali e di piattabande e loro proporzionamento - Giunzioni di travi chiodate ad anima piena; giunzioni dell'anima (longitudinali e trasversali) - Travi reticolari chiodate, realizzazione dei nodi e loro proporzionamento - I bulloni ad alta resistenza e verifica dei collegamenti a bulloni.

Le strutture saldate - Cenni sulle saldature; pregi e difetti delle costruzioni saldate - Giunzioni; cordoni di testa, cordoni d'angolo (frontali e longitudinali) - Giunzioni correnti e giunzioni di forza nelle strutture saldate; proporzionamento e verifica di calcolo - Travi a parete piena e reticolari saldate, realizzazione dei nodi.

Cenni alle norme (CNR) per la costruzione di strutture metalliche - Realizzazione degli appoggi delle travi metalliche; scorrevoli, a rulli, pendolari - Appoggi di colonne e di pilastri - Realizzazione dell'incastro alle fondazioni - Particolari costruttivi per travi chiodate e saldate.

Strutture in cemento armato; caratteristiche generali; evoluzione della tecnica; criteri di costruzione - Confezione del calcestruzzo - Caratteristiche fisico-meccaniche del calcestruzzo e influenza sul regime degli sforzi e delle deformazioni nelle strutture in c. a. - L'aderenza; il rapporto « n ».

Cemento armato ordinario; progetto e verifica a sollecitazioni normali - La compressione semplice; pilastri cerchiati; pilastri sottili presso-inflessi; carico di punta; calcolo delle deformazioni per aste tese e compresse - Proporzionamento delle sezioni tese.

Flessione semplice (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> stadio) - Studio delle deformazioni e criteri di verifica. Proporzionamento di sezioni rettangolari e a T; effetto della doppia armatura - Caso di sezione di forma qualsiasi; flessione deviata.

Flesso-pressione - Criteri di progetto e verifica della stabilità per sezioni rettangolari e a T - Metodi grafici per casi generali (Guidi e Spangenberg).

Flessione composta (flessione e taglio); proporzionamento delle armature per il taglio; ferri piegati e staffe - Travi ad altezza variabile; disposizione razionale delle armature.

Torsione semplice; armature a elica con staffe e ferri longitudinali; armature longitudinali e staffe.

Le coazioni conseguenti al ritiro del calcestruzzo o alle variazioni termiche anche non uniformi.

La precompressione - Realizzazione delle travi isostatiche precomprese a cavi aderenti o scorrevoli - Le tubazioni precomprese.

Plinti di fondazione, in calcestruzzo e in c. a., fondazioni su travi rovescie - Il calcolo delle fondazioni su pali - Muri di sostegno in c. a.

Sulle norme italiane per il progetto e l'esecuzione delle opere in cemento armato e cenni su quelle estere.

Proporzionamento delle sezioni con altri materiali costruttivi - Le murature con volte di mattoni - Travi in laterizio armato - Travi composte in calcestruzzo-acciaio - Strutture in leghe leggere.

#### *Parte V. - Problemi speciali.*

Problemi bidimensionali piani - Il problema biarmonico (Airy) e accenni alla sua trattazione, teorica e sperimentale; la fotoelasticità e sue applicazioni (semipiano soggetto a forze concentrate e problemi derivati; cerniere e rulli d'appoggio dei ponti).

Le membrane e le lastre curve - Giustificazioni intuitive delle forme usate nella tecnica moderna - Strutture resistenti per « forma » - Regime di tensione membrana - Le volte sottili cilindriche - Le lastre a doppia curvatura (cupole) di rivoluzione - Cenni sul calcolo a resistenza flessionale.

Indagini sperimentali sulle costruzioni, a mezzo di modelli - I metodi sperimentali adottati per i modelli strutturali (statici e dinamici).

## TOPOGRAFIA

(Prof. FRANCO MAGGI)

#### *Premesse e richiami.*

Unità di misura - Misure lineari ed angolari - Trasformazioni.

Richiami di calcolo logaritmico - Sviluppi in serie più ricorrenti.

Richiami di ottica geometrica - Specchi, prismi, lenti - Aberrazioni - Diaframmi  
- Campo.  
Occhio umano - Acuità visiva - Principio della visione stereoscopica.  
Microscopio semplice - Microscopio composto - Cannocchiali.

#### *Elementi di geodesia.*

Campo gravitazionale terrestre - Geoide ed ellissoide - Verticale - Deviazioni della verticale - Riferimenti planimetrici ed altimetrici per i punti.

Coordinate sull'ellissoide.

Raggi di curvatura in un punto dell'ellissoide - Raggio medio di curvatura - Sfera locale.

Misura di archi di meridiano - Formula di Andrae - Misura di archi di parallelo.

Determinazione delle costanti ellissoidiche - Metodi degli archi e delle aree.

Campo geodetico e campo topografico - Limiti - Sviluppi di Puiseux-Weingarten - Teorema di Legendre - Applicazioni alla risoluzione dei triangoli geodetici.

I problemi del trasporto e della trasformazione delle coordinate - Casi generali e particolari.

La rete geodetica - Triangolazioni geodetiche dei vari ordini - Concetti informativi - Misura della base e suo collegamento con la rete.

Determinazioni altimetriche - Influenza della rifrazione atmosferica.

Il problema delle stazioni ex centro - Riduzioni al centro planimetriche ed altimetriche.

#### *Gravimetria.*

Misure di gravità - Scopi - Misure assolute e relative.

Modalità esecutive e precisioni richieste nelle misure di gravità.

Cenni descrittivi sugli apparati pendolari e sui gravimetri.

Riduzioni e correzioni delle misure di gravità.

Correzioni di Faye e di Bouguer - Correzione topografica - Ipotesi isostatica - Cenni sulla determinazione del geoide attraverso le misure di gravità.

#### *Teoria degli errori.*

Errori sistematici ed errori accidentali - Proprietà degli errori accidentali - Scarti - Diagramma di frequenza degli errori accidentali e leggi relative.

Concetto di probabilità - Classifica delle osservazioni.

Osservazioni dirette - Principio della media - Scostamenti - Principio dei minimi quadrati - Scostamento medio - Errori medi.

Caso delle grandi funzioni di quantità direttamente osservate.

Osservazioni di diverso peso - Media ponderata - Error medio.

Osservazioni indirette o mediate - Equazioni degli errori, normali e risolvibili - Errori medi - Caso dei pesi diseguali.

Osservazioni dirette condizionate - Equazioni di condizione, correlate e normali

- Metodo dei coefficienti indeterminati - Error medio dell'unità di peso.

Equazioni di condizione non lineari - Errori medi.

#### *Apparecchiature topografiche.*

Accessori per il rilievo topografico.

Parti elementari degli strumenti topografici - Cannocchiale astronomico - Sistemi obbiettivi ed oculari - Teleobbiettivo: posizione del problema - Vari tipi di oculari - Cannocchiale a lunghezza costante.

Mezzi per frazionare e leggere le graduazioni - Cerchi graduati.

Nonio - Approssimazione.

Microscopi a stima ed a vite micrometrica - Approssimazioni - Micrometri ottici - Approssimazioni.

Esame critico dei sistemi di lettura dei cerchi graduati.

Apparecchiature per controllare l'orizzontalità di un piano o la verticalità di un asse.

Livella, sensibilità, valore di una parte - Esaminatore di livelle - Livelle a coincidenza - Approssimazioni - Livella sferica.

Misura di piccoli angoli con la livella - Filo a piombo - Piombini ottici ed a bastone. Strumenti per la misura degli angoli.

Prismi - Squadro agrimensorio semplice e graduato - Approssimazioni conseguibili.

Teodoliti: parti costitutive - Tipologia - Uso, verifiche e rettifiche del teodolite - Teodoliti ripetitori e reiteratori.

Generazione angolare - Procedimenti di orientamento - Misure azimutali elementari - Errori sistematici nelle misure azimutali - Regola di Bessel - Errori accidentali nelle misure azimutali - Metodi di ripetizione e reiterazione.

Misure zenitali elementari - Errori sistematici nelle misure zenitali - Livella di spia e sua funzione - Errore d'indice - Correzione.

Teodoliti topografici - Tacheometri - Orientamento magnetico con bussola o declinatore - Moderni teodoliti - Caratteristiche principali - Bussole topografiche a traghetti ed a cannocchiale - Rettifiche ed uso.

Strumenti per la misura delle distanze.

Distanza topografica fra due punti - Riduzioni all'orizzonte ed al livello del mare - Correzione per la temperatura - Precisioni conseguibili nelle misure di distanze.

Misure dirette di distanze - Apparato a sbarre di Bessel - Apparato Jäderin a filo o a nastro di invar.

Approssimazioni conseguibili.

Apparati radar: tellurometro e geodimetro (cenni descrittivi).

Misura indiretta delle distanze - Metodi per intersezione - Telemetri - Cannocchiale distanziometrico - Equazione della stadia - Teorema di Reichembach - Cannocchiale anallattico - Misure ad angolo parallattico costante e ad angolo parallattico variabile - Mire in invar a lunghezza costante - Tarature - Cause di errore nella misura ottica delle distanze.

Strumenti per determinazioni altimetriche.

Livelli a visuale diretta ed a cannocchiale - Livelli inglesi senza e con vite di elevazione - Livelli speciali - Livelli autocentranti - Livelli moderni - Dispositivi micrometrici a lastra piano-parallela.

Rettifiche ed uso dei livelli - Livellazione geometrica: da un estremo, reciproca e dal mezzo - Metodo delle due stazioni.

Livellazioni di alta precisione, di precisione e di carattere tecnico.

Livellazione trigonometrica - Errori di sfericità e di rifrazione - Clisimetri a visuale diretta ed a cannocchiale.

Livellazione termo-barometrica.

Precisioni conseguibili nelle livellazioni - Livellazioni di regioni molto estese - Quote ortometriche, dinamiche e geopotenziali - Correzioni relative - Compensazione delle reti di livellazioni.

### *Rilevamento del terreno.*

Metodi di rilevamento per punti - Metodo degli allineamenti e metodi per coordinate - Metodi per intersecazione: diretta, mista ed inversa (problema di Snellius) - Problema di Hansen - Soluzioni grafiche ed analitiche - Precisioni conseguibili.

Metodi di rilevamento d'insieme: poligonazioni e triangolazioni - Rilievo, calcolo e compensazione - Rilevamento per via grafica - Tavoletta pretoriana.

Rilevamento celerimetrico - Collegamento delle stazioni - Strumenti autoriduttori. Casi speciali di rilevamento.

### *Cartografia.*

Rappresentazione planimetrica del terreno - Scale di proporzione - Errore di graficismo - Errore grafico probabile nelle rappresentazioni grafiche.

Rappresentazione altimetrica del terreno - Pendenza - Scarpa - Piani quotati ed a curve di livello - Scale clivometriche - Trattaggio - Lumeggiamento - Tinte ipso-metriche.

Sistemi di proiezione - Classifiche - Principi fondamentali per la costruzione delle carte - Direzioni principali - Moduli di deformazione lineare, superficiale ed angolare - Formule di corrispondenza.

Proiezioni prospettiche e per sviluppo - Descrizione di alcuni sistemi di proiezione - Proiezioni policentriche.

La carta d'Italia al 100.000 in proiezione policentrica.  
La rappresentazione conforme di Gauss-Boaga ed il Sistema U.T.M.  
Suddivisione in fusi - Convergenza dei meridiani - Riduzione delle coordinate -  
Reticolato chilometrico - Risoluzione dei triangoli sul piano - Studio e lettura delle carte.

#### *Agrimensura.*

Misura delle aree - Procedimenti numerici grafici e meccanici - Planimetro polare - Teoria ed uso - Precisioni conseguibili.

Divisione delle superfici agrarie - Casi di ugual valore unitario e di diverso valore unitario - Divisione di incrementi fluviali - Rettifiche di confine.

#### *Fotogrammetria.*

Principi generali - Fotogrammetria terrestre ed aerofotogrammetria - Presa dei fotogrammi - Camere fotogrammetriche di presa - Fototeodolite - Obbiettivi per le camere di presa aeree - Dispositivi ausiliari per la presa dei fotogrammi - Voli fotogrammetrici - Piani di volo.

Restitutori fotogrammetrici - Principi fondamentali - Tipi universali e per fotogrammetria aerea - Descrizione di alcuni tipi.

Orientamento dei fotogrammi - Parallasse di altezza - Inclinzioni - Sbandamento - Variazione della base e orientamento assoluto - Triangolazione aerea - Compensazione - Restituzione analitica - Stereocomparatori - Sistemi di compensazione per strisciare e per blocchi - Precisioni conseguibili nella restituzione fotogrammetrica.

#### *Rilevamenti in sotterraneo.*

Rilevamenti planimetrici ed altimetrici in miniera - Operazioni in sotterraneo - Rilevamenti magnetici e col teodolite - Poligonal sotterranee - Collegamento con i rilievi a giorno.

Trasporto delle quote e livellazioni in miniera - Piani di miniera - Caratteristiche - Legislazione relativa.

## COMPLEMENTI DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. FRANCO LEVI)

#### *Teoria dell'ellisse di elasticità.*

Esistenza dell'ellisse degli spostamenti elastici terminali - Teoremi di Cullmann - Ellisse del solido prismatico ad asse rettilineo - Effetto del taglio sulla linea elastica - Solido incurvato a sezione variabile - Applicazione al tracciamento di deformate e linee d'influenza di spostamenti - Forze lungo l'asse - Vari gradi di approssimazione - Applicazioni analitiche della teoria dell'ellisse di elasticità - Composizione di ellissi in parallelo - Applicazioni - Richiami sul secondo principio di reciprocità - Ellisse degli spostamenti elastici relativi - Applicazione al tracciamento di linee d'influenza di caratteristiche della sollecitazione - Linee di influenza delle reazioni dei vincoli.

#### *Teoria degli archi.*

Curva delle pressioni - Arco a tre cerniere - Trave equivalente - Tracciamento e dimensionamento degli archi - Spinta addizionale - Effetti termici e di ritiro - Compensazione - Effetto di cedimenti - Calcoli grafici e calcoli numerici.

#### *Complementi sulla teoria delle travi e relative estensioni.*

Solidi a grande curvatura.

Travi nello spazio - Esempi pratici - Travi curve.

Travi Vierendeel.

Travi su appoggio elastico - Equazione differenziale della linea elastica - Travi di lunghezza infinita - Interpretazione intuitiva del comportamento - Travi di lunghezza finita - Analogia con i tubi cilindrici; calcolo dei coefficienti elastici di bordo; serbatoi diversamente vincolati; influenza dei vari parametri sulle condizioni di smorzamento delle sollecitazioni.

#### *Instabilità dell'equilibrio elastico.*

Introduzione - Richiami sulla teoria di Eulero - Importanza dei fenomeni di instabilità - Metodo diretto (geometrico o statico) - Applicazione alla flessione di una asta circolare - Asta ideale, asta imperfetta - Instabilità degli archi e dei tubi compressi dall'esterno - Metodo energetico - Concetti dei metodi di Bryan Timoshenko e di Ritz - Applicazione alla trave rettangolare alta e stretta.

#### *Teoria delle coazioni.*

Stati di tensione da deformazioni non compatibili - Stati di coazione naturali ed artificiali - Esempi.

Distorsioni - Cenni sui teoremi generali.

Travi precomprese a fili aderenti e a cavo - Vantaggi della precompressione - Compensazione dei carichi permanenti nelle travi isostatiche a cavo.

Metodi di calcolo delle strutture precomprese - Effetto della precompressione e dei carichi esterni - Effetti del ritiro - Effetti del fluage nelle strutture omogenee e nelle strutture eterogenee - Altre cadute di tensione - Attrito lungo i cavi - Verifiche al taglio - Zone di ancoraggio.

Travi parzialmente precomprese.

Strutture precomprese iperstatiche - Nozione di cavo concordante - Trasformazioni lineari.

#### *Nuovi orientamenti per la verifica delle condizioni di sicurezza.*

Calcoli in fase di servizio e « a rottura ». Concetti probabilistici.

Applicazione al cemento armato - Richiami sulla verifica classica a flessione e a taglio - Verifica a rottura per flessione - Cenni sulla verifica a rottura per taglio - Moderna teoria della fessurazione

Applicazione al cemento armato precompresso - Verifica a fessurazione e a rottura - Verifica a taglio.

Fenomeni di adattamento a calcoli a rottura delle costruzioni iperstatiche.

#### *Basi della teoria delle volte sottili.*

Teoria membranale, superfici di rivoluzione e volte cilindriche.

Effetti di bordo - Equazione di Schörrer - Metodi tabellati.

Metodi approssimati di calcolo - Esame critico.

## ARCHITETTURA TECNICA - II

(Prof. AUGUSTO CAVALLARI MURAT)

### *1° I principali fattori della caratterizzazione degli edifici e degli aggregati urbani.*

— Distribuzione programmatica dello spazio nell'edificio civile ed industriale, cenni nell'aggregazione urbana e nel territorio geografico.

Dimensionamento dello spazio programmato in relazione alle funzioni.

Schematizzazione funzionale e vincoli geografici, topografici, geoidrologici, climatologici, demografici, strutturali (strutture portanti, di chiusura, di servizio), economici (di primo impianto e di manutenzione, di esercizio).

Problemi di metodo (rapporti tra architettura ed urbanistica, tra scienza e tecnica; tra arte e tecnologia; tra critica d'arte e progettazione architettonica; tipizzazione, unificazione, normalizzazione, prefabbricazione).

2° *Cenni elementari su l'aggregato urbano.* — Struttura della città e del territorio intercomunale - Unità autosufficienti e unità satelliti.

Le vie urbane di lottizzazione, di traffico locale e di raccordo con la regione - Piazze e crocevia.

Gli isolati in generale; gli isolati specializzati - Il verde urbano (pubblico e privato, protettivo).

Cenni storici e criteri restaurativi dei borghi storici - Cenni di legislazione relativa alla pianificazione urbanistica.

3° *Cellule d'abitazione unifamiliare e plurifamiliare e gli aggregati residenziali.* — Schema generale funzionale dell'alloggio; suo adattamento ai casi estremi; case lussuose e case economiche; aggruppamento in complessi edilizi con impianti comuni; aggruppamenti di complessi in aggregati residenziali specializzati.

La zona di soggiorno e rappresentanza, con particolare riguardo alle attività professionali annesse - La zona di riposo notturno - Le zone di servizio.

Statistiche modulari e strutture tipiche per l'edilizia economica - Caratteristiche specifiche della regolamentazione ufficiale - Costi - Evoluzione dell'abitazione uni- e plurifamiliare nell'antichità classica, medioevale e barocca; e oggi.

4° *Gli edifici per l'ospitalità.* — Classificazioni; regolamentazioni ufficiali; schemi funzionali; schemi degli impianti; schemi edilizi e forme architettoniche; distribuzione geografica.

Il blocco del riposo; con particolare riguardo alle cellule elementari; il blocco dei servizi di portierato e della rappresentanza; strutturazioni caratteristiche.

I ristoranti e le grandi cucine con riferimento anche ad altri edifici tipici - I bar - Cenni storici.

5° *Gli edifici ospedalieri e le zone ospedaliere.* — Classificazioni; rapporti tra edilizia per l'ospitalità ed edilizia ospedaliera; le zone cittadine ospedaliere; la regolamentazione ufficiale; schemi funzionali degli impianti; orientamenti nel passato ed attuali anche in relazione alla distribuzione regionale e nazionale - Cellule di degenza; cellule speciali quali reparti operatori, reparti di cura, reparti speciali; strutturazioni caratteristiche e differenziatrici (ad esempio le verande solari per i sanatori).

Il servizio di lavanderia, di incenerimento e disinfezione ed il loro accoppiamento con le centrali termiche; possibilità di autonomia per esigenze non ospedaliere (stazioni di disinfezione e di disinfestazione). - Il servizio religioso negli ospedali; cenni sull'architettura sacra indipendentemente dall'argomento specifico; architettura dei cimiteri e la relativa regolamentazione ufficiale italiana in tema di campi, loculi, ossari e cinerari - Cenni storici.

6° *Gli edifici e le zone per il lavoro intellettuale e manuale.* — I palazzi degli uffici; schemi funzionali in riferimento agli orientamenti nell'organizzazione in serie del lavoro intellettuale - Spazi necessari per tale lavoro a tavolino - Strutture tipiche nelle ossature portanti e nelle attrezzature di chiusura, generalmente prefabbricate e montabili - Arredamento degli archivi e strutture portanti.

Cenni sui palazzi per uffici con particolari esigenze; municipi, palazzi di giustizia, sedi di sindacati, banche, ecc.; cenni sui centri direzionali.

L'edilizia industriale; orientamenti nell'urbanistica industriale e nella organizzazione del lavoro in serie; strutture tipiche per capannoni, specialmente nei riguardi della illuminazione e del sostegno dei mezzi di trasporto - Dimensionamenti e articolazioni nell'edilizia industriale. - La decorazione coi colori e altri problemi di ambientazione.

L'edilizia rurale - Fattorie, stalle, fienili, sili, caseifici, concimaie, ecc.

7° *L'edilizia per l'istruzione e la sua distribuzione nel territorio.* — Definizioni e classificazioni degli edifici scolastici - Indirizzi generali teorici in rapporto alla pedagogia ed all'economia sociale.

Indirizzi tecnici - La regolamentazione ufficiale italiana ed estera in tema di urbanistica, di igiene, di prevenzione infortuni, di fisica applicata (ottica, acustica, condizionamento dell'aria).

Scuole preelementari ed elementari; scuole medie - Schemi funzionali; aule, spazi esterni, corridoi e scale; servizi generali; il problema degli spogliatoi - Fisiologia architettonica - Palestre, campi sportivi; cenni sulle attrezzature sportive anche in campo non specifico - Strutture tipiche per tribune e piscine - Bagni pubblici - Influenza del problema scolastico nella struttura dell'aggregato urbano e nella circolazione viaria.

Istituti universitari e scuole di specializzazione - Composizione generale; tipologia dell'aula in riferimento alle esperienze in tema di sale per pubblici spettacoli - Aggruppamenti di aule in strutturazioni tipiche - I laboratori.

Le biblioteche ed i musei - Schemi funzionali; cellule basilari, locali per il pubblico e locali di servizio; strutture portanti ed arredamenti specialmente in relazione alla ampliabilità e trasformabilità degli impianti - Cenni storici.

8° *Gli edifici per pubblici spettacoli.* — Classificazioni dei teatri, auditori, cinematografi, studi radiofonici e cinematografici.

Cenni storici - Schemi funzionali.

Modellazione della sala da teatro; da cinematografo, da auditorio; richiami somari di fisica tecnica circa l'acustica e l'ottica; i materiali acustici attuali.

Le strutturazioni tipiche in funzione delle particolari forme delle platee e dei soffitti; ed in funzione dell'accostamento di più sale in pianta ed in elevazione.

Cenni storici specialmente per i teatri.

9° *Gli edifici ed i centri per il commercio ed i trasporti.* — (I negozi, i centri commerciali; schemi funzionali, strutture tipiche, arredamento).

I mercati di merci, le borse valori; classificazioni; schemi funzionali e strutture tipiche. Cenni molto sommarî sugli edifici di stazione marittima, fluviale, ferroviaria, automobilistica, di aeroporti; classificazioni, schemi funzionali, strutture tipiche, arredamento - Pensiline; biglietterie - Autorimesse.

10° *Argomenti monografici variabili di anno in anno* (per integrazione culturale e per aggiornamento sull'evoluzione della tecnica e dell'architettura).

*Oggetto delle esercitazioni.*

Rilievo antologico dei progetti di edifici tipici contemplati nel programma; continuazione dell'allestimento dello « schedario tecnico antologico » iniziato nel corso precedente specialmente nei riguardi degli elementi strutturali specializzati e della regolamentazione ufficiale.

Prove estemporanee di composizione attinente ai principali argomenti del corso.

Progetto completo di un edificio condotto sino ai grafici per l'esecuzione.

Visite a cantieri, ad edifici tipici ed ai monumenti architettonici della città e regione.

### III ANNO

## COSTRUZIONI IDRAULICHE

(Prof. GIOVANNI TOURNON)

*Idrologia.* — Generalità - Genesi, caratteristiche e misure degli afflussi meteorici - La rete pluviometrica italiana - Gli afflussi meteorici su un'area: curva isoietografica, altezza ragguagliata - Precipitazioni normali annue e mensili - I tipi di regime pluviometrico in Italia - Precipitazioni massime - Curve delle massime possibilità pluviometriche relative ad un punto e ad un'area - Le precipitazioni minime.

Bacini imbriferi, reti idrografiche - Circolazione superficiale e sotterranea - Misure delle portate dei corsi d'acqua - Stazioni idrometriche - Scale delle portate - Diagramma cronologico delle portate in una sezione e relativi valori normali - Regimi tipici dei corsi d'acqua italiani - Bilanci idrologici - Coefficienti di deflusso - Le massime portate prevedibili e loro determinazione - Metodo della corrvazione - Metodi statistici.

Elaborazioni idrologiche - Diagrammi dei deflussi - La regolazione delle portate - Curva delle durate delle portate e caratteristica di una utilizzazione.

*Opere per la regolazione, la derivazione e la condotta delle acque.* — Generalità - Laghi artificiali - Sbarramenti di ritenuta - Sbarramenti murari: Dighe a gravità massicce e alleggerite - Dighe a volta - Dighe a volta multiple ed a lastre - Sbarramenti in materiali sciolti: Dighe in muratura a secco - Dighe in pietrame alla rinfusa - Dighe in terra - Opere complementari degli sbarramenti di ritenuta: prese, scarichi. Traverse fluviali fisse e mobili - Paratoie - Opere di presa e di dissabbiamento. Canali a pelo libero - Condotte forzate.

*Acquedotti.* — Generalità - Fabbisogni di acqua potabile: privati, industriali, pubblici - Fabbisogni eccezionali - Dotazioni unitarie - Durata degli acquedotti - Previsione della popolazione massima da servire - Variazioni annuali, settimanali e giornalieri dei consumi.

Requisiti delle acque potabili - Norme per il giudizio della potabilità - Potabilizzazione delle acque.

Fonti di approvvigionamento e relative opere di presa - Sorgenti - Falde freatiche falde artesiane - Gallerie filtranti - Pozzi - Approvvigionamenti da acque superficiali.

Schemi tipici di acquedotti - Acquedotti a gravità - Acquedotti con sollevamenti. Opere di adduzione - Studio dei tracciati, criteri e modalità di progettazione - Problemi di minima passività - Opere di regolazione e di riserva - Tipi diversi di serbatoi - Criteri di proporzionamento - Particolari costruttivi.

Le reti di distribuzione - Schemi di reti - Dati topografici ed anagrafici di base per il progetto e criteri di proporzionamento delle reti - La verifica idraulica delle reti: il metodo di Cross.

Materiali per acquedotti - Tubi - Pezzi speciali - Apparecchi e manufatti - Posa e prova delle condotte.

Impianti interni - Modalità di consegna dell'acqua - Schemi di impianti interni - Criteri di proporzionamento - Apparecchi di misura - Contatori - Apparecchi di erogazione.

*Fognature.* — Generalità - Effluenti urbani: acque pluviali, acque nere, acque industriali - Sistemi di fognatura - Tipi di spechi - Determinazione delle portate fecali - Determinazione delle portate pluviali.

Calcoli di progetto e di verifica delle fognature - Metodo cinematico - Metodo del volume d'invaso.

Criteri e norme per la costruzione e l'esercizio delle fognature - Materiali - Manufatti ed apparecchiature - Lavaggio e ventilazione delle fogne - Impianti elevatori - Fognature domestiche.

Smaltimento ed epurazione delle acque di rifiuto - Diluizione - Bilancio dell'ossigeno - Trattamenti dei liquami.

## COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE E AEROPORTI

(Prof. CARLO BECCHI)

1. *Introduzione.* — L'evoluzione, lo sviluppo e la tipizzazione delle vie e dei veicoli per i trasporti terrestri.

Patrimonio viabile e parco veicoli.

2. *La tecnica del traffico e della circolazione nei suoi riflessi sul proporzionamento delle vie extraurbane.* — Ricerche e dati statistici sul traffico e sugli incidenti.

Le caratteristiche veicolari per strada ordinaria e per ferrovia.

Le resistenze al movimento.

La prestazione del motore animale.

Lo studio grafico del moto dei veicoli motorizzati - La determinazione delle pendenze convenienti in rapporto al tipo medio di utente; considerazioni economiche sui valori delle pendenze ferroviarie.

Il problema del frenamento su strada; attrito radente ed aderenza; il frenamento in ferrovia.

La capacità di smaltimento di traffico di una pista; rendimenti di più piste; larghezza del piano viabile. La portata di una via ferrata.

Il transito in curva; allargamento, sopraelevazione, curve di transizione e limite di visibilità per le strade ordinarie; raccordi altimetrici; la velocità di base - Particolarità dell'armamento ferroviario in curva di raccordo e di transizione.

Incroci e biforcazione di strade a traffico intenso.

3. *Criteri generali di progettazione.* — Considerazioni economiche, geologiche, topografiche, climatiche, ecc.

Soluzioni particolari ed eccezionali in terreno accidentato.

Differenziazione fra tracciati stradali e ferroviari.

Lo studio della zona di influenza; il problema del nodo.

Confronto fra diversi tracciati; il problema delle lunghezze virtuali; criteri di confronto; cenni sulla influenza della tortuosità.

4. *I progetti ed i loro allegati.* — Progetti preliminari, di massima e definitivi.

Studio particolareggiato dei movimenti delle terre, del piano parcellare e delle analisi dei prezzi unitari; il capitolato speciale di appalto. Tipi normali di tombini e ponticelli.

5. *Esecuzione dei lavori stradali.* — Problemi di tracciamento.

Scavo, trasporto e messa a dimora delle terre; mezzi d'opera ordinari e meccanizzati; organizzazione dei lavori in terra.

Opere di imboschimento a cielo scoperto.

Lo scavo in roccia e le attrezzature di perforazione e di marinaggio; cenni sugli esplosivi e sugli inneschi.

L'organizzazione d'assieme di un cantiere stradale.

Opere di consolidamento e di bonifica dei terreni instabili; drenaggi; opere in verde; opere di rivestimento; descrizione dei diversi tipi di opere di sostegno (muri, palificazioni, speroni).

La spinta delle terre e la verifica di stabilità delle opere resistenti.

Le gallerie: artificiali ed a foro cieco; esempi; la perforazione, l'imboschimento ed il marinaggio; mezzi d'opera ordinari e meccanizzati.

L'organizzazione dei lavori in galleria; metodi di attacco a piena sezione ed a sezione ridotta; le velocità di avanzamento e gli attacchi intermedi.

Gallerie in presenza d'acqua.

Ventilazione in galleria e mezzi di trasporto per approvvigionamento dei lavori.

La soprastruttura delle strade ordinarie e delle piste aeroportuali. Pavimentazioni.

Pavimentazioni a più strati; loro funzione; altre soluzioni.

Prove normali sui materiali d'impiego e norme di accettazione.

Preparazione del sottofondo e stabilizzazione delle terre; proporzionamento degli strati.

Modalità esecutive ed accorgimenti costruttivi; opere di rifinitura.

Macchine per l'esecuzione delle pavimentazioni; organizzazione di cantiere.

Le opere di civilizzazione per le strade ordinarie: segnaletica, ventilazione ed illuminazione in galleria, edifici particolari, ecc.

La soprastruttura delle strade ferrate; i diversi tipi di armamento; mezzi e modalità di esecuzione - Soluzioni particolari.

6. *Fondazioni delle opere d'arte.* — Fondazioni dirette ed indirette; in terreno asciutto: a pozzi, ecc.; in presenza d'acqua: su pali od in aria compressa. Prove sulla capacità portante dei terreni.

7. *La manutenzione ed il rifacimento delle opere stradali.* — Opere soggette ad esaurimento: loro ripresa.

Opere lesionate ed in assestamento: loro consolidamento.

Opere insufficienti: loro bonifica (lavorazioni particolari).

Opere soggette a logorio: manutenzione e relative attrezzature di cantiere.

#### *Esercitazioni.*

Studio del tracciato piano altimetrico di un asse stradale.

Studio dei movimenti delle terre e del piano delle espropriazioni per una tratta d'asse.

Disegno di un'opera d'arte; calcoli giustificativi.

Qualche esercizio numerico sui problemi della tecnica del traffico.

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI - II

(Prof. GUIDO OBERTI)

### *Parte I. - Premesse e richiami.*

Evoluzione costruttiva delle strutture (in legno, in muratura, in ferro e in c. a.) - Criteri generali di progetto e applicazione dell'analisi dimensionale - Il progetto preliminare e quello esecutivo - Organizzazione del lavoro di progetto tenuti presenti i mezzi di calcolo disponibili; uso delle macchine calcolatrici.

Richiami di teoria dell'elasticità: legame tra tensore degli sforzi e di deformazione (legge di Hooke generalizzata) - Coefficienti elastici - Soluzione teorica del problema elastico, in condizioni di omogeneità e di isotropia, e soluzione sperimentale (modelli strutturali).

Richiami sulla applicazione del P.L.V. al calcolo degli spostamenti di una struttura isostatica - Coefficienti d'influenza.

Il calcolo delle strutture iperstatiche; equazione di Müller Breslan o applicazione diretta del P.L.V.

Richiami sul metodo delle deformazioni; calcolo delle ossature degli edifici (metodi di Cross e di Gehler) - Grattacieli, in acciaio e in c. a.

Richiami sul II principio di reciprocità e sul tracciamento, anche sperimentale, delle linee d'influenza per strutture piane (influenzografi) e spaziali (con l'ausilio di modelli).

### *Parte II. - I ponti.*

Generalità sui ponti - Forze da considerare nel calcolo - Treni di carichi prescritti - Ponti stradali e ferroviari - Coefficienti dinamici e a fatica - Riferimenti alle norme italiane e straniere - Ponti a travate semplicemente appoggiate - Diagrammi delle massime sollecitazioni con riferimento al taglio ed al momento flettente - Momento massimo dei massimi per un determinato treno di carichi - Carico uniforme equivalente - Tracciamento approssimato del diagramma dei momenti massimi.

Ponti a travatura reticolare - Linee di influenza degli sforzi nelle aste - Relazione fra diagramma delle massime e minime sollecitazioni e sforzi nelle aste.

Ponti a trave appoggiata con sbalzi e ponti tipo Maillard - Ponti tipo Gerber - Linee di influenza; diagramma delle massime sollecitazioni.

Ponti a travate iperstatiche (continue).

Ponti sospesi; isostatici e iperstatici (ponti sospesi con trave irrigidente) catene - o funi di sospensione - Poligonale d'aste con trave irrigidente.

Ponti ad arco; strutture isostatiche (con e senza catene) e iperstatiche (a 2 cerniere incastrate); reticolari e a parete piena - Influenza dei cedimenti e delle variazioni termiche - Ponti in c. a. di grande luce a momento d'inerzia variabile; ponti ribassati (tipo Risorgimento).

Viadotti; studio delle pile di notevole altezza; sistemi solidali.

L'impalcato dei ponti; studio della ripartizione dei carichi accidentali, effetto dei trasversi.

### *Parte III - Problemi speciali.*

Le lastre piane, intuizione del comportamento statico come estensione del problema della trave - Metodi approssimati di calcolo - L'equazione di Sofia-Germain - Applicazioni alle lastre in c. a. rettangolari e circolari - Le pareti dei silos; i solai a fungo.

La statica delle dighe ad arco semplice - Il calcolo per archi indipendenti, l'effetto dei cedimenti della roccia d'imposta - Il comportamento tridimensionale; contributo delle mensole. Dighe ad arco-gravità e dighe a cupola.

Sui problemi statici offerti dalle grandi gallerie stradali e dalle condotte in roccia - Prerivestimenti e rivestimenti in c. a. e misti.

### *Parte IV. - Applicazioni costruttive e collaudo.*

Procedimenti costruttivi; la prefabbricazione e il varo delle travi - Le centine e le operazioni di disarmo - Esecuzione e getto delle strutture in c. a.

Prove e collaudo delle strutture; misura delle frecce, delle deformazioni globali, locali e degli sforzi dovuti ai carichi permanenti e accidentali - Controlli su modelli strutturali.

## **Per la Sezione Edile:**

# ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA

(Prof. AUGUSTO CAVALLARI MURAT)

1° *Metodologia attinente alla composizione.* — Relazioni tra pretesti compositivi e schematizzazioni critiche - I pretesti tecnici strutturali e distributivi ed i pretesti formali stilistici nelle schematizzazioni fondamentali (greco-romane, gotiche, rinascimentali, barocche, contemporanee ed attuali) - I nuovi pretesti compositivi nell'*industrial design* e nella forma architettonica delle strutture dell'ingegneria - La sezione aurea, il numero  $\Phi$  ed altri rapporti di proporzionalità canonici (il *Modulor*, ecc.).

2° *Metodologia attinente alla critica.* — Le teorie estetiche dell'architettura e le indagini retrospettive delle loro influenze nella valutazione critica - Richiami alle teorie estetiche generali dell'arte ed ai problemi delle arti applicate - Gli schemi di Wölflin, la teoria Schopenhauriana, l'*Einführung* di Vischer e Lipps, la « pura visibilità » e la « vividezza » di Scott, il « *Geheraum* » di Schmarsow, relatività della validità delle armonie canoniche auree.

3° *Cenni di storia dell'architettura e della tecnica.* — Le maggiori personalità e scuole stilistiche dall'antichità ad oggi - Indagini critiche, bibliografiche e rilievi antologici a mano libera, come allenamento alla lettura e valutazione e come stimolo alla invenzione.

4° *Guida alla composizione estemporanea.* — Richiami di elementi strutturali e di caratteri distributivi - Allenamento alla rapida formulazione di idee compositive mediante extempore - Completamento dello « schedario professionale » su modelli e con visite a cantieri e monumenti.

5° *Guida alla progettistica pratica.* — Svolgimento quadrimestrale di un progetto dettagliato, redatto in Istituto, completo di indagini preliminari e di risoluzioni pratiche, integrate anche in campo statico, urbanistico, impiantistico, organizzativo - Tale progetto può assumere il rango di *tesi di laurea* se idoneamente approfondito e sviluppato.

6° *Argomenti monografici variabili di anno in anno* (per integrazione culturale e per aggiornamento con l'evoluzione dell'architettura).

*Esercitazioni.* — Hanno svolgimento particolarmente redigendo elaborati previsti nei commi 3°, 4°, 5°.

### **Per la Sezione Idraulica:**

## **IMPIANTI SPECIALI IDRAULICI**

(Prof. GIOVANNI TOURNON)

*Irrigazioni.* — Cenni storici e statistici - Funzioni dell'acqua irrigua - Consumi idrici unitari - Diagrammi udoproduttivi.

Caratteristiche fisico-meccaniche di terreni agrari - Caratteristiche idriche dei terreni: limite di saturazione capillare, equivalente di umidità, coefficiente di appassimento, coefficiente igroscopico - Permeabilità: determinazioni in campo ed in laboratorio - Fenomeni di capillarità.

Idrologia agraria - Apporti idrici naturali - Perdite per ruscellamento, percolazione, evaporazione - Coefficienti di efficacia delle piogge - Nozioni di evaporimetria - Evaporazione dalla superficie del terreno - Bilanci idrologici.

Le acque irrigue - Caratteristiche fisico-chimiche delle acque irrigue - Ammendamento dei terreni.

Modalità distributive dell'acqua irrigua - Portata continua fittizia, corpi d'acqua, turni, orari - I diversi sistemi e metodi irrigui - Sistema per scorrimento naturale e artificiale - Metodo per fossatelli, ali semplici, ali doppie, spianate - Sistema per sommersione, per infiltrazione superficiale o laterale, per infiltrazione sotterranea - Sistema per aspersione - Irrigazioni fertilizzanti - Irrigazioni con acque di fogna.

Le opere irrigue - Opere di immagazzinamento e di presa delle acque irrigue - Serbatoi per irrigazione, serbatoi collinari, serbatoi a corona - Prese da corsi d'acqua naturali ed arginali - Prese da sorgenti, da falde acquifere - Fontanili - Gallerie filtranti - Pozzi - Opere di adduzione e reti di distribuzione a pelo libero - I canali irrigui, norme di progettazione, modalità costruttive - Problemi di minima passività - Opere d'arte: ponti-canali, sifoni rovesci, tombe a sifone, salti, sfioratori, scaricatori - Opere di adduzione e reti di distribuzione in pressione - Stazioni di pompatura - Impianti di irrigazione per aspersione - Particolari costruttivi - Apparecchiature mobili, irrigatori.

Misura regolazione e partizione delle acque irrigue nelle reti a pelo libero - Tipi diversi di modellatori - Moduli - Semimoduli - Misuratori a stramazzo - Misuratori a risalito - Modellatori a luce rigurgitata, modellatori a venturimetro, canali Venturi - Partitori - Misura e regolazione delle portate nelle reti in pressione.

*Bonifiche.* — Cenni storici e statistici - Tipi diversi di bonifiche, bonifica idraulica, integrale, di trasformazione, di conservazione.

Bonifiche idrauliche a scolo naturale continuo, a scolo intermittente, ad esaurimento meccanico.

Le basi per lo studio di una bonifica idraulica - La situazione topografica: comprensorio di bonifica, rilievi, livellazioni, canali ed argini circondariali, punti di recapito delle acque, acque alte, acque basse - I terreni e le colture: franco di buona coltivazione, franco di costipamento, franco di bonifica - Il clima: previsioni delle massime precipitazioni, curve di possibilità climatica e loro determinazione.

Calcolo delle portate di massima piena in una rete di bonifica e dimensionamento dei canali di bonifica - Metodo della corrivazione - Metodo dell'invaso.

Bonifiche e scolo intermittente - Criteri di progettazione - Casse di espansione - Bonifiche ad esaurimento meccanico - Criteri di progettazione - Impianti idrovori - Bonifiche per colmata - Modalità di realizzazione - Studio delle torbide - Coefficienti limimetrici - Calcolo dei tempi di colmata.

Bonifiche idrauliche speciali - Drenaggio dei terreni - Tipi diversi di opere di drenaggio - Criteri di progettazione e dimensionamento di una rete di drenaggio - Drenaggi speciali.

*Sistemazioni montane.* — Generalità - Bacini montani - Compensori di sistemazione - Corsi d'acqua montani - Velocità limiti di trascinamento, pendenze di compensazione - Sistemazione dei torrenti - Modalità costruttive e stabilità delle briglie - Rinsaldamento delle falde montane - Rimboschimento.

*Sistemazioni fluviali.* — Generalità - Cenni di idraulica fluviale - Criteri generali per la sistemazione - Arginature, pennelli, opere di presidio contro le erosioni, drizzagni, diversivi.

### **Per la Sezione Trasporti:**

## **TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI**

(Prof. VITTORINO ZIGNOLI)

### **1. Economia dei trasporti.**

Comunicazioni e trasporti - Strade ordinarie e ferrate - Navigazione interna e marittima - Ingerenza dello Stato - Demanio Pubblico - Servizi gratuiti e servizi a pagamento - Forme miste.

Concorrenza perfetta e monopoli - Monopolio imperfetto - Monopolio di fatto - Monopolio di posizione - Zone di influenza.

Valore e utilità di un trasporto - Utilità lorda, netta, economica e industriale - Suddivisione delle spese.

Tariffe e teoria relativa.

Dati statistici ed economici sui trasporti per strade ordinarie e ferrate, per via d'acqua, per vie aeree.

### **2. Tecnica dei trasporti.**

I veicoli e la via - L'aderenza.

La trazione - Sforzi di trazione - Potenze assorbite - Velocità massime - Velocità economiche.

La frenatura - Le vie di frenatura - I freni.

I regimi transitori.

I moti anormali.

I casi particolari.

### **3. La tecnica costruttiva.**

I veicoli ad attrito radente - Le slitte, il varo, l'alaggio.

I veicoli per strada ordinaria - I telai, le sospensioni, le ruote, la sterzata, la stabilità, i moti anormali - Le prestazioni e le lunghezze virtuali - Autoveicoli e filobus.

I veicoli per la strada ferrata - Influenza della strada ferrata - Scartamento, curve, scambi - La resistenza al moto - La velocità - Le locomotive a vapore, elettriche, Diesel, a turbina - Le automotrici - La sperimentazione - La stabilità durante il moto - Le sollecitazioni dinamiche - La potenza installata e la potenza stabilizzata - I rendimenti - Le prestazioni - Le lunghezze virtuali - Confronto tecnico ed economico fra i vari sistemi di trazione - L'avvenire.

I natanti - Caratteristiche costruttive della via e dei veicoli per la navigazione interna - La navigazione lacuale - La navigazione marittima - La navigazione oceanica - Le navi - I piroscafi e le motonavi - La resistenza al moto, la velocità, la stabilità - La robustezza degli scafi.

I porti - Le attrezzature portuali.

La navigazione aerea - I veicoli - Gli aeroporti - Caratteristiche tecniche ed economiche.

I trasporti speciali - Le funicolari aeree e terrestri - Gli ascensori - Servizio pubblico e servizio privato.

I trasporti interni di fabbrica - I trasportatori - Gli elevatori - Le gru - I trasportatori per il lavoro fluente - I trasportatori per i cantieri edili.

4. *Gli edifici e gli impianti per i trasporti.*

5. *La sicurezza dei trasporti.*

Visione d'avvenire - I veicoli su cuscino d'aria - I piani a rulli - Gli aliscafi - La propulsione nucleare.

### **A scelta:**

## ESTIMO ED ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE

(Prof. CESARE CASTIGLIA)

### *Generalità.*

Le attività dell'ingegnere, i suoi compiti e le sue responsabilità.

Gli elementi tecnici, estimativi e giuridici che intervengono nella progettazione. Il giudizio di stima.

Gli elementi di diritto nella vita professionale.

### *Parte Prima. - Il giudizio di stima.*

*Principi di estimo.* — Il metodo di stima - La stima analitica e la stima sintetica - Le stime fondiari, le stime legali e le stime industriali - Nozioni di matematica finanziaria.

*La previsione dei costi.* — Metodi per la determinazione preventiva dei costi nelle costruzioni - Analisi dei prezzi e computi metrici estimativi - I fattori che influiscono sui costi - L'impiego razionale dei materiali da costruzione - La scelta della soluzione statica e del procedimento costruttivo - L'estetica e l'economia - Dati statistici sui consumi - I piani economici - La stesura di capitolati e contratti.

*La determinazione dei valori.* — La stima delle aree fabbricabili - La stima dei fabbricati - Gli aspetti eccezionali del valore dei fabbricati - La stima censuaria - Nozione di stime rurali - La stima dei danni - La stima delle acque.

### *Parte Seconda. - Gli elementi di diritto nella vita professionale.*

*I problemi giuridici della progettazione civile.* — Le distanze nelle costruzioni - I muri di confine - Le costruzioni in aderenza - Distanze legali per opere diverse e per gli alberi - Sulla comunione - Luci e vedute - Immissioni - Cenni sulla disciplina urbanistica - Le strade pubbliche ed i trasporti - Le acque.

*Le norme relative al calcolo delle strutture.* — La vigente regolamentazione sulle opere in muratura ed in cemento armato - Circolari ministeriali - La regolamentazione sulle opere in acciaio - Il regolamento sulle opere in c. a. precompresso - Le norme per l'edilizia antisismica - Gli attuali orientamenti normativi.

*Il tecnico nella procedura civile.* — L'ingegnere quale Consulente Tecnico d'Ufficio - La nomina, l'attività e la stesura della relazione - Il Consulente Tecnico di parte - Il Giudice tecnico nella giurisdizione civile - Tribunali regionali e Tribunale superiore delle acque pubbliche - L'arbitrato - Il lodo arbitrale e suoi requisiti - L'Arbitrato irrituale e l'Arbitrato obbligatorio.

*Parte Terza. - Le norme sulle attività degli ingegneri.*

Responsabilità civile e penale dell'ingegnere nelle sue vesti di progettista, calcolatore e Direttore Lavori.

Le responsabilità del costruttore.

Appalti pubblici e privati.

Cenni sui problemi fiscali.

Norme penali interessanti gli ingegneri.

L'ordinamento e l'etica professionale.

**A scelta:**

**URBANISTICA**

(Prof. GIORGIO RICOTTI)

*I. - Introduzione storica.*

Breve rassegna di esempi di sistemazioni urbane nelle civiltà passate.

Interdipendenza dei fenomeni sociali e delle organizzazioni urbane nelle varie epoche.

L'urbanistica moderna: finalità organizzative e sociali, mezzi con i quali si esplica lo studio urbanistico.

*II. - Complementi di tecnica urbanistica con richiami da altre discipline* (Architettura tecnica, Composizione architettonica, Strade e traffico, Trasporti, ecc.).

*I fattori naturali.* — Il clima (soleggiamento, temperatura, pressione, precipitazioni) - Il terreno (topografia, geologia, idrografia, vegetazione naturale, industrie caratteristiche locali).

*I fattori umani.* — La natalità, la morbilità, la mortalità, la nuzialità, la famiglia e la sua composizione.

*I fattori statistici.* — La popolazione, movimenti naturali e movimenti migratori, bilancio, previsioni di incremento - L'edilizia, la consistenza edilizia, le abitazioni, le industrie, l'attività edilizia e le previsioni di increment - Il traffico, entità, natura, direzione, distribuzione, e le previsioni d'incremento.

*I fattori economici.* — Rapporti economici fra le aree - Economia complessiva del piano regolatore - I costi dei servizi pubblici - L'esproprio e la rilottizzazione - La proprietà pubblica e privata delle aree; i demani comunali delle aree.

*I fattori ambientali.* — Le usanze, le tradizioni, i costumi - La religione e la politica - Le arti e i sistemi costruttivi.

*I fattori legislativi.* — La legislazione urbanistica in Italia e all'estero - La protezione del paesaggio - I limiti amministrativi dei territori.

*III. - La composizione del piano regolatore.*

1° Il piano sociale.

*I fattori sociali.* — Il dislocamento della popolazione - Il lavoro e le professioni, la disoccupazione - La struttura della popolazione - Lo stato collettivo della popolazione - La produzione e i consumi: agricoltura e industria - Gli scambi.

*Le organizzazioni sociali.* — L'assistenza sociale: impianti per la vita collettiva, assistenza civile e religiosa, previdenza - L'assistenza sanitaria: assistenza generale e speciale, maternità e infanzia - L'educazione: asili nido, scuole materne, scuole elementari, medie e superiori - La ricreazione e il riposo: spazi pubblici per giuochi attivi, ricreazione passiva, centri e complessi collettivi.

*Il proporzionamento del piano nelle superfici e nelle distanze.* — Procedimenti diretti e indiretti; gruppi residenziali, commerciali, aree per scopi collettivi, per il verde pubblico, per le comunicazioni, per le industrie.

2° Il piano delle sedi.

*Le unità elementari residenziali e commerciali.* — Gli isolati, gli isolati come unità collettive, i superisolati, volumi costruiti e aree libere, la densità di fabbricazione - Le cellule urbane, residenziali, il disimpegno e i servizi collettivi, lottizzazione, volumi costruiti, la circolazione, l'ampiezza - Le cellule non residenziali - Le aree precinte - Le zone residenziali, commerciali, industriali, speciali, ampiezza e proporzioni.

*I raggruppamenti.* — I raggruppamenti unitari, a schema libero e a schema geometrico; a sviluppo libero e a sviluppo vincolato - I centri rurali - Il raggruppamenti a sistema lineare, stellare, misto.

*Le vecchie città.* — La sistemazione: l'isolamento, lo sventramento, il diradamento, il frazionamento - L'ampliamento: a macchia d'olio, per anelli concentrici, lineare, per settori, per elementi staccati.

3° Il piano delle strade.

Reti stradali a reticolo uniforme, a nodi accentratori di traffico, a linee di scorrimento - L'organizzazione: il transito esterno, le penetrazioni, l'arroccamento, il movimento locale - Le vie acquee.

4° Il piano dei servizi.

I servizi pubblici di trasporto su rotaia e su strada: a lungo, a medio, a piccolo raggio d'azione - I servizi pubblici di trasporto per via acqua e per via aerea - I servizi pubblici distributivi e il loro coordinamento.

## **A scelta:**

### **ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE**

(Prof. VITTORINO ZIGNOLI)

1. *I principi dell'organizzazione.* — Il metodo - Il sistema cartesiano e il pragmatismo - Il metodo dei casi.

F. W. Taylor e la sua scuola - H. Fayol e la scuola francese.

Il neotaylorismo.

Industria e commercio - Impresa industriale e impresa artigiana.

La legge di armonia - Il principio di continuità - Lo studio del prodotto.

2. *I fattori della produzione.* — L'economia classica, l'economia moderna e la realtà industriale.

3. *Il fattore umano.* — Il governo d'impresa - Le intese economiche - Il controllo permanente - Il concetto direttivo - La direzione - La funzione direttiva e il compito dei dirigenti.

Le relazioni umane.

La fisiologia del lavoro - La fatica e il riposo - La psicotecnica - I tests - Orientamento e selezione professionale.

L'igiene del lavoro - L'ambiente di lavoro - Il posto di lavoro - La prevenzione degli infortuni.

La teoria del salario - I sistemi salariali - La partecipazione ai profitti.

4. *Materie ed energie.* — Le materie prime - L'energia - Il fabbisogno di materiali e di energia - Gli approvvigionamenti - Il controllo dei materiali - La conservazione dei materiali - La tecnica del magazzino - La lotta contro gli sprechi - I recuperi.

5. *Il capitale.* — I mezzi di produzione - Il capitale fisso - Impianti immobili e generali - Impianti fissi e accessori - Impianti gestionali.

Il macchinario - La disposizione del macchinario - Confronti tecnici ed economici fra i vari metodi esecutivi - Gli ammortamenti e i rinnovi.

La produzione automatica - L'automazione - Il capitale circolante.

6. *Lo Stato come fattore economico.* — La legge - Le convenzioni - Le concessioni - Le partecipazioni statali - Le nazionalizzazioni.

7. *Progettazione della produzione.* — Scelta del prodotto - Quantitativo da produrre - Durata della produzione - I programmi - Il costo preventivo - Il progetto esecutivo dell'impresa - I diagrammi funzionali e gerarchici - I collegamenti - La direzione funzionale.

8. *L'esecuzione.* — La programmazione esecutiva - Il controllo dei progetti - Lo studio dei metodi - Lo studio dei tempi - Il cronometraggio e i tempi elementari - Il perfezionamento dei movimenti - Compiti dell'ufficio metodi - Il sistema MTM e derivati.

I fascicoli delle istruzioni - Il carico delle macchine dei reparti e dello stabilimento - La saturazione dell'operosità - Il controllo durante l'esecuzione - Il controllo al 100% - Il controllo statistico - Il controllo automatico - I risultati - Consuntivi - Indici di produttività.

9. *Il quadro di bordo della direzione aziendale.* — Il controller.

La ricerca operativa.

10. *I costi.* — I costi standard - I costi contabili - Il prodotto tipo - I costi dal punto di vista dell'industriale.

11. *I diagrammi come mezzo d'indagine e di controllo.*

La statistica e la probabilistica come mezzi di previsione.

## **A scelta:**

### **IMPIANTI SPECIALI TERMICI**

(Prof. CESARE CODEGONE)

#### *I. - Impianti speciali termici.*

Impianti di combustione.

Casi dei combustibili solidi, liquidi o gassosi.

Equazioni delle fiamme.

Irraggiamento termico delle fiamme.

Instabilità delle fiamme.

Caratteristiche dei bruciatori.

Camere di combustione - Profili di forni a riverbero.

Elementi costruttivi e dati sperimentali.

#### *II. - Impianti di riscaldamento degli edifici.*

Questioni recenti relative agli impianti di riscaldamento.

Impianti a radiazione.

Impianti a convezione forzata.  
Impianti a lunga distanza per il riscaldamento urbano.  
Centrali termiche e loro disposizioni più opportune.  
Parametri da valutare nelle prove di funzionamento.  
Gli impianti di riscaldamento nell'edilizia moderna.

*III. - Impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria.*

Dispositivi moderni di filtrazione, di trattamento termico ed igrometrico e di ricambio dell'aria.

Tipi recenti di ventilatori ad alto rendimento.

Recenti progressi negli impianti di condizionamento dell'aria, per sale di riunione, per edifici di civile abitazione e per stabilimenti industriali.

Parametri da valutare nelle prove di funzionamento.

Ventilazione di lunghe gallerie autostradali.

*IV. - Impianti di raffreddamento per la conservazione di derrate e per la elaborazione di materiali.*

Tendenze moderne nella concezione e nella disposizione degli elementi costruttivi.  
Grandi magazzini frigoriferi.

Mezzi di trasporto a bassa temperatura.

Il raffreddamento per effetto termoelettrico.

Impianti a vapore acqueo.

Impianti ad assorbimento.

*V. - Impianti per l'ottenimento di bassissime temperature.*

La liquefazione dell'aria, dell'idrogeno e dell'elio.

Processi e dispositivi adottati per tale liquefazione.

Dispositivi di smagnetizzazione adiabatica.

La depurazione dei fluidi e l'isolamento termico alle bassissime temperature, contenitori e tecniche di trasferimento.

## **CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA**

### **I ANNO**

#### **SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE**

(Prof. CARLO FERRARI)

(Per l'anno accademico 1961-62 l'insegnamento è stato impartito dall'Ing. Dott. ARIO ROMITI, nominato supplente del Prof. Ferrari, in congedo per studi all'estero).

(Gli insegnamenti del corso sono raccolti nel libro *Meccanica Applicata alle Macchine*, col. 1° e 2°, del Prof. Carlo Ferrari). Gli argomenti sono:

Nozioni fondamentali di cinematica applicata - Coppie cinematiche - Meccanismi - Cinematica applicata delle coppie rigide piane e dei meccanismi piani - Polari del moto - Profili coniugati; loro tracciamento - Geometria delle ruote dentate cilin-

driche - Ruote dentate con profili ad evolvente di cerchio - Ruote cilindriche a denti elicoidali - Cinematica applicata delle coppie rigide sferiche: giunto di Cardano - Studio geometrico-cinematico delle ruote coniche a denti dritti e spirali - Determinazione delle superfici coniugate corrispondenti ad una data legge del moto relativo per coppie rigide generiche - Accoppiamento vite senza fine-ruota elicoidale - Ruote ipoidali - Trasmissione del moto tra assi sghembi con ruote cilindriche a denti elicoidali - Classificazione delle forze operanti nelle macchine - Forze agenti negli accoppiamenti - Leggi di Hertz - Attrito di strisciamento e di rotolamento - Legge di Reye - Freni - Organi flessibili usati nelle macchine - Azioni di contatto per coppie costituite da un membro rigido ed un membro flessibile - Attrito tra superfici lubrificate: Coppia prismatica lubrificata; Coppia rotoidale portante lubrificata; Coppia rotoidale spingente lubrificata - Lubrificazione limite - Forze d'inerzia - Studio dinamico delle macchine: equazioni fondamentali - Bilancio energetico - Rendimento - Rotismi ordinari ed epicicloidali - Macchine a regime periodico: calcolo del volano - Problemi relativi alla regolazione di velocità nelle macchine - Tachimetri - Acceleramenti - Regolazione diretta ed indiretta - Regolazione isodromica - Regolazione statica - Stabilizzazione della regolazione isodromica - Moto perturbato - Curva di risposta in frequenza - Criteri di stabilità - Problemi di meccanica vibratoria - Vibrazioni libere e forzate di sistemi conservativi e dissipativi, ad uno o più gradi di libertà - Applicazioni.

## FISICA TECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## ELETTROTECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## CHIMICA APPLICATA

(Prof. VITTORIO CIRILLI)

*Acque industriali.* — Durezza temperanea e permanente - Processi alla calce soda e al fosfato - Depurazione mista - Processo alla permutite e con resine scambiatrici di ioni - Fragilità caustica - Metodi industriali per la distillazione dell'acqua: effetti multipli, termocompressione.

*Acque potabili.* — Criteri di potabilità - Filtrazione - Sterilizzazione - Deferrizzazione - Acque di rifiuto.

*Generalità sui combustibili.* — Temperatura di accensione e infiammazione - Limiti di infiammabilità - Potere calorifico - Bomba di Mahler e calorimetro di Junkers - Potere calorifico a pressione e volume costante; superiore e inferiore - Aria teorica per la combustione completa - Potenziale termico - Analisi elementare e immediata dei combustibili - Analisi dei gas - Combustione - Composizione dei fumi - Temperatura teorica di una fiamma - Misurazione della temperatura - Fenomeni di dissociazione e loro incidenza sulla temperatura di combustione.

*Combustibili solidi.* — Legno, torbe, ligniti, litantraci, antracite, agglomerati - Distillazione secca del legno e dei litantraci - Carbone di legna, coke, semicoke.

*Combustibili gassosi.* — Idrogeno - Acetilene - Gas illuminante: produzione e depurazione - Gas di gasogeno, gas d'aria, gas d'acqua, gas misto - Metodi particolari di gassificazione: con ossigeno, sotto pressione, gas doppio, gas carburato.

*Combustibili liquidi.* — Petroli: estrazione e lavorazione - Carburanti - Olii Diesel - Distillazione del petrolio - Processi di craking, idrogenazione, reforming - Benzine Fischer-Tropsch e Bergius - Raffinazione dei carburanti - Combustibili liquidi vari: alcoli, benzolo.

*Lubrificanti.* — Caratteristiche, lavorazione, analisi - Viscosità e sua determinazione.

*Teoria dei diagrammi di stato.* — Sistemi eterogenei - Regola delle fasi - Diagrammi binari e ternari.

*Laterizi.* — Materie prime: argille - Origine - Costituzione, analisi, plasticità, disidratazione delle argille - Formatura e cottura dei laterizi - Classificazione e saggi tecnici.

*Prodotti ceramici.* — A pasta porosa e compatta - Terrecotte, maioliche - Vetriatura - Porcellana - Grès.

*Materiali refrattari.* — Classificazione - Refrattari argillosi e alluminosi - Silice - Refrattari Dinas - Refrattari magnesiaci e dolomiti - Pigiante refrattarie - Refrattari cromitici - Refrattari carboniosi - Carborundum - Analisi dilatometrica e prove di refrattarietà sotto carico.

*Cementanti aerei.* — Calce aerea - Analisi del calcare - Forni a calce - Presa e indurimento - Gesso - Mastici.

*Cementi idraulici.* — Calci idrauliche - Cemento Portland - Preparazione e costituzione del clinker - Caratteristiche e composizione di un cemento Portland - Effetti delle acque dilavanti e delle acque solfatiche sul calcestruzzo - Cementi ferrici - Proprietà e resistenza chimica - Cementi alluminosi; costituzione e proprietà - Cementi di miscela: di scorie, pozzolanici - Prescrizioni ufficiali e saggi tecnici sui leganti idraulici.

*Il vetro.* — La materia allo stato vetroso - Classificazione, preparazione, costituzione chimica dei vetri - Vetro comune - Vetri speciali e vetri d'ottica.

*Materiali ferrosi.* — Minerali di ferro - Riduzione degli ossidi di ferro - Preparazione della ghisa - Altoforno - Produzione dell'acciaio - Affinazione in convertitore su suola - Processi al crogiolo, al forno elettrico, produzione diretta del ferro e dell'acciaio - Diagramma ferro-carbonio - Strutture e trattamenti termici degli acciai - Cementazione - Nitrazione - Acciai speciali e loro classificazione.

*Metalli non ferrosi.* — Preparazione dell'alluminio con i processi Bayer e Haglund - Elettrolisi dell'allumina - Leghe di alluminio - Metallurgia del rame per via ignea - Raffinazione termica ed elettrolitica - Bronzi - Ottoni.

#### *Esercitazioni di Chimica Applicata.*

*Analisi delle acque.* — Saggio idrotimetrico - Calcoli relativi alla eliminazione della durezza delle acque - Saggi chimici relativi ai criteri di potabilità dell'acqua.

*Combustibili.* — Determinazione del potere calorifico con bomba di Mahler, di Kröcker e calorimetro di Junckers - Calcolo del potere calorifico del calore di combustione - Calcolo dell'aria necessaria alla combustione e del potenziale termico - Misura delle alte temperature.

*Analisi dei gas.* — Apparecchio di Orsat - Determinazione della densità - Analisi dei fumi - Calcolo della temperatura teorica di combustione.

*Saggi sulle benzine e sui lubrificanti.* — Apparecchi di Martens-Pensky, Abel e Marcussou - Viscosimetri di Engler e di Höppler.

*Argille, refrattari, calce.* — Analisi chimica delle argille e dei refrattari argillosi - Analisi delle calci e del calcare.

*Leganti idraulici.* — Analisi chimica e prove tecnologiche sui cementi - Calcolo dei moduli.

*Metalli.* — Analisi dei minerali di ferro e dei prodotti siderurgici - Dosamento del carbonio, zolfo e fosforo negli acciai.

## TECNOLOGIA MECCANICA

(Prof. GIAN FEDERICO MICHELETTI)

### *Prove dei materiali metallici.*

I materiali indefiniti e definiti; prove normali: trazione statica, resilienza, durezza (metodi Brinell, Vickers, Rockwell, Shore), imbutibilità (metodi Erichsen, Siebel-Pomp).

Prove tecnologiche: fucinatura, saldabilità, ribaditura, prove sui tubi.

Prove complementari: analisi chimica, prova di durata, fatica (limite di fatica e fattori che la determinano), corrosione, lavorabilità, alla scintilla, dilatometriche, di smorzamento, ad alte e basse temperature.

Prove ed esami durante e dopo la lavorazione: esame macroscopico, micrografico, al rilevatore magnetico, stetoscopico, ultrasonico, macro e microradiografico, frattografico, spettroscopico.

### *Lavorazioni meccaniche ad asportazione di truciolo.*

#### *1. Principii generali sul taglio dei metalli e scelta delle condizioni di lavorazione.*

— L'utensile elementare monotagliante (forma, angoli caratteristici, materiali per utensili) - Teorie sul taglio dei metalli; la formazione del truciolo (forze, velocità, potenza nel taglio ortogonale); calore sviluppato durante il taglio e temperatura dell'utensile - Le forze applicate all'utensile durante il taglio; loro misura - Velocità di taglio; durata dell'utensile; profondità di passata, avanzamento - Studii ed esperienze di Ernst, Merchant, Klopstock - Finitura delle superficie - Potenza di taglio e determinazione delle condizioni di taglio opportune per una utilizzazione razionale della macchina - La lavorabilità dei materiali metallici - I fluidi da taglio - Utensili ad angolo di spoglia frontale negativo.

*2. I comandi delle macchine utensili.* — La trasmissione del moto alle macchine utensili: comando indiretto e diretto; organi meccanici. - Regolazioni di velocità - Cambi di velocità e loro calcolo: a) meccanici (a con i pulegge, a ruote dentate, continui ad attrito, riduttori); b) elettrici (con motori a corrente continua, a corrente alternata, gruppi Ward Leonard, raddrizzatori, gruppi elettronici; apparecchiature elettriche delle macchine utensili); c) idraulici (organi dei circuiti idraulici, gruppi per il comando del moto rotatorio e loro regolazione; gruppi per il comando del moto rettilineo alternativo; regolazioni); d) pneumatici.

*3. Tempi di lavorazione.* — Tempi di lavorazione e metodi di rilevamento - Calcolo dei tempi di macchina (nomogrammi logaritmici).

#### *4. Macchine utensili a moto di taglio rotatorio.*

*Torni.* — Caratteristiche fondamentali e classificazione - Torni paralleli (banco, supporti del pezzo e dell'utensile, cinematismi) - Utensili da tornio - Lavorazioni: preparazione del ciclo di lavorazione e determinazione delle condizioni di taglio - Dati caratteristici della macchina e rendimento.

Torni a torretta ed a tamburo; preparazione del ciclo di lavorazione; caratteristiche, utensili, registrazioni - Torni a copiare ed a spogliare - Torni frontali, verticale (a montante ed a portale) - Torni automatici ad uno ed a più mandrini - Confronto economico di convenienza all'impiego dei vari tipi di torni.

*Trapani.* — Caratteristiche generali e classificazione - Trapani sensitivi (da banco ed a colonna); trapani con avanzamento automatico (monomandrini, a montante ed a mandrini multipli) - Trapani radiali (comuni, universali, di precisione) - Trapani portatili - Macchine speciali a forare a teste operatrici multiple - Utensili per l'esecuzione dei fori: punta elicoidale - Sollecitazioni sulle punte elicoidali - Determinazione delle condizioni di taglio - Norme di lavorazione - Diagrammi di utilizzazione.

*Alesatrici.* — Caratteristiche generali e classificazione - Alesatrici universali a testa mobile; alesatrici per pezzi di piccole dimensioni; alesatrici per cilindri di grande diametro; alesatrici universali verticali - Gli utensili alesatori - Norme di lavorazione.

*Fresatrici.* — Caratteristiche generali e classificazione - Fresatrici semplici orizzontali - Fresatrici universali - Fresatrici semplici verticali - Fresatrici universali per attrezzisti - Fresatrici tipo piallatrici per pezzi pesanti - Fresatrici a tavola circolare rotante a copiare, a filettare - Frese (a denti acuti e di forma) - Calcolo delle forze di taglio e della potenza di fresatura - Norme di lavorazione - Fresatura periferica e frontale, in concordanza ed in opposizione; scelta della fresa; predeterminazioni delle condizioni di taglio.

#### 5. *Macchine utensili a moto di taglio rettilineo alternativo.*

Cenni sui mezzi meccanici in grado di realizzare detto moto.

*Limatrice.* — Caratteristiche generali - Limatrici con comando a glifo oscillante e con comando idraulico - Norme di lavorazione e registrazione della macchina - Gli utensili.

*Mortasatrici.* — Caratteristiche generali - L'utensile.

*Piallatrici.* — Caratteristiche generali - Piallatrici a portale ed a montante, Cinematismi, Utensili - Norme di impiego.

*Brocciatrici.* — Caratteristiche dei tipi orizzontali e verticali - La broccia - Norme di lavorazione.

#### 6. *Macchine per lavorazioni di finitura delle superficie.*

La finitura delle superficie (rugosità e sua misura).

*Rettificatrici.* — Caratteristiche generali e classificazione - Rettificatrici universali; rettificatrici per superficie piane (con mola ad azione periferica e frontale); rettificatrici senza centri e di tipo speciale - Mole - Studio dell'asportazione del truciolo effettuata con utensili ad infiniti taglienti - Forze e potenze di taglio - Scelta della mola e delle condizioni di taglio.

*Lisciatrici.* — (Honing) - Norme di impiego e scelta dell'utensile.

*Lappatrici e macchine a nastro abrasivo.*

*Affilatrici.* — Affilatura degli utensili monotaglienti ed a taglienti multipli - Tipi di affilatrici - Norme di impiego.

#### 7. *Metodi di filettatura e filettatrici.*

Filettatura al tornio; con maschi e filiere; alla fresatrice; per rullatura; mediante rettificatrici.

#### 8. *Troncatrici.*

Seghe alternative; a nastro; a disco; a frizione.

#### 9. *Il taglio delle ruote dentate.*

Costruzione delle ruote dentate cilindriche (dentatrici a creatore ed a coltello). Costruzione di ruote dentate coniche con il procedimento diretto e per inviluppo

- Fabbricazione delle ruote dentate coniche con dentatura a spirale - Finitura delle ruote dentate (rettifica, sbarbatura, levigatura).

10. *Lavorazioni con procedimenti di elettroerosione ed ultrasuoni.*

11. *Il comando e la regolazione « numerica » delle macchine utensili.*

Il concetto di programmazione. Programmatori a controllo numerico - Memorie a nastro perforato e magnetiche - Unità di calcolo.

Le macchine speciali a teste operatrici multiple (transfer) per produzioni a flusso continuo.

12. *Problemi complementari delle macchine utensili.*

Disposizione nello stabilimento; appoggio ed ancoraggio; allontanamento dei trucioli; collaudo della macchina utensile (norme Schlesinger a Salmon).

#### *Aspetti tecnologici del ciclo di produzione della ghisa e dell'acciaio.*

Produzione della ghisa greggia (alto forno) e sue trasformazioni in acciaio (convertitori, forni Martin-Siemens, forni elettrici) - Colata dell'acciaio.

#### *Lavorazioni plastiche dei metalli.*

1. *Studio delle lavorazioni a caldo.*

Fucinatura (mediante azione dinamica e statica) - Magli - Presse meccaniche e idrauliche.

Laminazione (calcolo della pressione e potenza di laminazione - Programmi di laminazione - Laminatoi, treni di laminazione).

Estrusione (determinazione della pressione di estrusione, temperatura e velocità) - Presse orizzontali.

Trafilatura di barre e tubi.

2. *Studio delle lavorazioni a freddo.*

Trafilatura a freddo (determinazione dello sforzo di trafilatura e lavoro di deformazione; coefficienti di trafilatura - Filiere, banchi di trafilatura) - Cicli di produzione dei fili.

Produzione e lavorazione delle lamiere - Laminazione a freddo; tranciatura, formatura (imbutitura) - Macchine per le lavorazioni sulle lamiere.

#### *Fonderia di ghisa.*

La ghisa: composizione e caratteristiche meccaniche e fisiche.

Materiali di produzione: ghisa in pani, ematiti, rottami (ghisa ed acciaio), boccamì, torniture, ferrino; correttivi (ferro-leghe; bricchetti; termocariche).

Materiali di consumo (coke e fondenti).

La fusione al cubilotto - Caratteristiche costruttive del cubilotto, condotta (dote, composizione e distribuzione delle cariche, pressione e volume dell'aria, carburazione, calcolo delle cariche) - Controllo del funzionamento.

Sabbie e terre da fonderia (requisiti, composizione, tipi di sabbia) - Neri da fonderia - Agglomerati.

Lavorazione delle sabbie e terre da fonderia (macchine impiegate per l'essiccazione, setacciatura, molazzatura, disintegrazione, aerazione) - Formatura: trattamento dei materiali per formatura a verde ed a secco - Preparazione delle forme (a mano, a macchina, per terra, su sagoma) - Modelli e casse d'anima: preparazione delle anime - Composizione e completamento delle forme (canale, attacchi e bacinelle di colata, montanti, tirate d'aria, materozze, raffreddatori).

La colata: tipi di colata - Difetti dei getti - Controlli.

Distaffatura e finitura dei getti.

Ciclo di lavorazione nelle fonderie di ghisa.

### *Saldature.*

Generalità - Saldatura per fusione, per pressione, saldobrasatura, brasatura - La saldabilità dei metalli e delle loro leghe - La saldatura ossiacetilenica - La saldatura elettrica ad arco ed a resistenza - Ossitaglio.

### *Esercitazioni del corso di tecnologia meccanica.*

A complemento degli argomenti svolti nel corso di lezioni, gli allievi sono tenuti ad eseguire esercitazioni con strumenti di misura e macchine utensili. Tali esercitazioni comprendono: lettura di disegni tecnici, interpretazione delle indicazioni relative alle tolleranze, misure di lunghezze, filettature, angoli degli utensili; rilevamento dei dati e collaudo di macchine utensili; preparazione ed esecuzione di cicli di lavorazione.

Le esercitazioni sono le seguenti:

1. Misure di filettature con microscopio da officina.
2. Misure e controlli su ruote dentate.
3. Misure con micrometro pneumatico e su banco micrometrico.
4. Rilevamento e misura di angoli di utensili per tornire.
5. Rilevamento di utensili per forare, alesare e brocciare.
6. Rilevamento di utensili per fresare.
7. Tracciamento di un diagramma di utilizzazione di un tornio parallelo.
8. Interpretazione di un disegno tecnico e studio del sistema di tolleranze ISA.
9. Studio di una catena di tolleranze.
10. Tracciamento del profilo di una camma per tornio automatico.
11. Calcoli per la esecuzione di filettature al tornio parallelo.
12. Collaudo di un tornio parallelo (secondo le norme Schlesinger).
13. Studio e rilievi su circuiti pneumatici.
14. Rilevamento di tempi di lavorazione ed elaborazione dei risultati.
15. Preparazione ed esecuzione di un ciclo di lavorazione al tornio parallelo.
16. Esecuzione e finitura del pezzo sbizzato nella esercitazione precedente.
17. Determinazione delle condizioni di taglio.
18. Preparazione del ciclo di lavorazione di un pezzo al tornio a torretta.
19. Esecuzione di saldature elettriche ad arco.
20. Esecuzione del ciclo di lavorazione di una ruota dentata su dentatrice a creatore.
21. Costruzione di ruote dentate sulla fresatrice universale.
22. Attrezzaggio di un tornio a torretta per la esecuzione di un pezzo.
23. Esecuzione di un ciclo di lavorazione su limatrice e fresatrice.
24. Misurazioni di forza di taglio e di avanzamento in operazioni di trapanatura.

## DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo avessero già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

## II ANNO

## IDRAULICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

# MACCHINE - I

(Prof. GIUSEPPE FERRARO BOLOGNA)

## MOTORI A VAPORE E COMPRESSORI

### *Parte I. - Generalità sugli apparati motori a vapore.*

Classificazioni delle macchine a fluido in generale e delle motrici termiche in specie - Rendimenti; consumi specifici; caduta termica - Cicli ideali delle motrici a vapore: surriscaldamento semplice e ripetuto; condensazione; rigenerazione; cicli sovrapposti o sottoposti; semplici, binari, ternari.

### *Parte II. - Turbine a vapore.*

Classificazioni geometrica e funzionale delle turbomacchine - Equazioni fondamentali per lo studio delle turbine: continuità, energia, quantità di moto - Studio degli ugelli fissi: ugello de Laval - Elemento semplice assiale ad azione: condizioni ideali di funzionamento e perdite - Elemento assiale ad azione a più salti di velocità - Turbine ad azione a salti di pressione - Elemento semplice assiale a reazione: condizioni ideali, perdite, fughe di vapore - Limitazioni alle lunghezze minima e massima delle palette, alla velocità periferica, alla caduta elementare - Turbine miste e turbine a flussi multipli - Metodi per lo studio preliminare della divisione della caduta totale tra i vari elementi della turbina - Turbine radiali, uni- e bi-rotative - Limitazioni dell'umidità massima ammissibile del vapore e mezzi per rispettarle - Regolazione delle turbine a vapore: parzializzazione, laminazione e loro effetti sul rendimento - Regolazione di sicurezza - Impianti a ricupero totale e parziale - Turbine a estrazione, ad alimentazione a pressioni varie, ad accumulazione.

Problemi delle turbine marine - Particolari costruttivi delle turbine a vapore.

### *Parte III. - Motrici alternative a vapore.*

Definizioni e classificazioni relative alle motrici a stantuffo in generale ed alle motrici a vapore in particolare - Ciclo di lavoro della motrice a vapore: indicatore delle pressioni; perdite di rendimento - Mezzi per ridurre le condensazioni sulle pareti - Motrici Stumpf - Dimensionamento di massima della motrice a vapore ed espansione semplice, doppia con manovelle a 90° o a 180°, triplice - Distribuzioni a cassetto semplice, piano, diviso, multiplo, cilindrico, con piastra di espansione: meccanismi di comando del cassetto - Distribuzioni a valvole Lentz e Caprotti - Regolazione delle motrici a vapore - Cenni costruttivi sulle motrici orizzontali e verticali.

### *Parte IV. - Condensatori di vapore.*

Calcolo del calore da sottrarre - Condensatore a superficie; calcolazione della superficie di trasmissione - Condensatore a miscela e sistemazioni barometriche e ad eiettore - Impianti accessori dei condensatori: estrazione dell'aria, circolazione dell'acqua, eventuale refrigerazione dell'acqua.

### *Parte V. - Compressori di gas.*

Classificazioni e definizioni - Turbocompressori: coefficienti adimensionali e loro relazioni, controricupero; compressore centrifugo ad uno e più stadi; costituzione della macchina, caratteristica manometrica, numeri caratteristici, scelta degli elementi di progetto e calcolo del compressore, influenza della velocità e della temperatura; compressore assiale; regolazione dei turbocompressori - Compressori volumetrici: tipo alternativo a stantuffo ad uno o più stadi, ciclo reale, rendimenti, regolazione; tipo rotativo a palette e tipi ad ingranaggi.

Il Corso si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa. È integrato da esercitazioni pratiche, grafiche e di calcolo in un pomeriggio di ciascuna settimana, e quindi per complessive 22 tornate, circa. Le esercitazioni consistono nello studio e calcolazione di massima di un impianto a vapore, comprendente la caldaia, la motrice o parte di essa ed il condensatore, ed eventualmente nella calcolazione di un compressore di gas.

## COSTRUZIONI DI MACCHINE

(Prof. RENATO GIOVANNOZZI)

*Materiali e loro caratteristiche.* — Prove e caratteristiche dei materiali impiegati nella costruzione di macchine - Materiali metallici unificati - Ghise - Acciai comuni e speciali - Leghe del rame - Leghe leggere - Materiali artificiali - Gomma - Alcuni recentissimi materiali americani.

*La resistenza dei materiali alle sollecitazioni alternate.* — Le sollecitazioni di fatica - Vari sistemi di rappresentazione grafica della resistenza alla sollecitazione alternata - Gli elementi che influenzano la resistenza a fatica - Determinazione del grado di sicurezza per organi di macchine sottoposti a sollecitazioni alternate - Effetto d'intaglio: fattori di forma, di effetto d'intaglio, di sensibilità all'intaglio - Formula di Heywood - Recenti diagrammi americani per il calcolo dei fattori di effetto d'intaglio in numerosi casi d'intaglio - Viti e bulloni sollecitati a fatica - Lo smorzamento interno dei materiali - Macchine di prova per sollecitazioni alternate.

*Lo scorrimento a caldo dei materiali metallici.* — Generalità - Prove sotto carico a temperature elevate - Varie definizioni del carico limite di scorrimento - Caratteristiche di scorrimento delle leghe Nimonic.

*Le ipotesi di rottura.* — Sintesi dei vari criteri e loro applicazione per i vari casi di sollecitazione e per i vari materiali - La resistenza dei materiali alle sollecitazioni composte di fatica.

*Diametri normali, numeri di Renard, tolleranze.* — Tolleranze di lavorazione - Unificazione italiana, unificazione ISA - Scelta degli accoppiamenti ISA.

*La saldatura.* — Processi di saldatura, giunti saldati, forme di saldatura e relative indicazioni - Resistenza delle saldature e prove relative - Efficienza - Calcolo statico e a fatica delle saldature - Norme italiane ed estere.

*Collegamenti forzati a caldo e a freddo.* — Modo di funzionamento dei collegamenti forzati - Effetto dell'applicazione di un carico esterno: formule analitiche e rappresentazione grafica - Effetto di dilatazioni termiche e di cedimenti plastici in un collegamento forzato - Forzamento di un mozzo su un albero.

*La chiodatura.* — Norme legislative - Tipi di chiodatura - Modo di resistere delle chiodature a caldo e a freddo - Norme di dimensionamento e calcolo di verifica delle chiodature - Proposta di nuova regolamentazione dell'ANCC - Chiodature di apparecchi in pressione - Calcolo di resistenza statica e a fatica delle chiodature - Calcoli di chiodature correnti e di chiodature di piastre.

*Chiavette longitudinali, tangenziali e trasversali - Linguette, accoppiamenti scanalati - Dentature Hirth - Spine.* — Analisi del funzionamento e calcolo delle chiavette e delle linguette - Tipi unificati di chiavette e di linguette - Unificazione e calcolo dei profili scanalati - Accoppiamenti scanalati per il collegamento dell'elica all'albero del motore in motori aeronautici - Accoppiamenti con profili ad evolvente.

*Filettature, viti, bulloni ed accessori.* — Filettature unificate - Sistemi di tolleranze per filettature metriche - Viti prigioniere - Viti e dadi di forme particolari - Chiavi di manovra - Chiavi dinamometriche - Rosette e piastrine di appoggio - Dispositivi contro lo svitamento spontaneo - Costruzione di viti, dadi ed accessori - Sollecitazioni di trazione - Sollecitazioni di torsione - Sollecitazioni di flessione - Effetti di intaglio e accorgimenti per combatterli - Calcoli di resistenza per le varie sollecitazioni semplici e composte - Limitazione delle deformazioni permanenti - Calcolo a fatica.

*Molle.* — Materiali impiegati nella costruzione delle molle - Calcoli dei vari tipi di molle: molle a balestra, molle a spirale, molle a elica cilindrica e conica, molle ad anello, molle Belleville - Complessi di molle di torsione - Frequenze proprie delle molle ad elica e possibili effetti di risonanza.

*Supporti e cuscinetti portanti e di spinta.* — Parametri caratteristici del funzionamento di un supporto - Pressione specifica  $p$  e prodotto  $pv$ ; valori ammissibili per i vari materiali nei vari casi - Materiali usati nei cuscinetti e loro caratteristiche - Determinazione delle forme più comuni di cuscinetti e supporti - Vari sistemi di lubrificazione - Ingrassatori, oliatori, unificazioni relative - Distribuzione del lubrificante sulla superficie attiva del cuscinetto - Mezzi per ridurre le perdite di lubrificante - Supporti per trasmissioni e unificazioni relative - Supporti e cuscinetti reggispinga - Reggispinga Michell - Varie realizzazioni costruttive.

*Teoria della lubrificazione applicata ai cuscinetti di spinta e portanti.* — Calcolo dei cuscinetti di spinta Michell - Coppia perno-cuscinetto di allungamento infinito - Calcoli approssimati secondo Bosch e Schiebel per la coppia di allungamento finito - Lubrificazione forzata di cuscinetti di spinta a pareti parallele.

*Teoria di Hertz - Calcolo dei cuscinetti.* — La teoria generale di Hertz per il contatto sotto carico di superficie curve - Sviluppi e applicazioni della teoria di Hertz - Applicazione ai contatti nei cuscinetti a rotolamento.

*Cuscinetti a sfere e a rulli - Silem-blocchi.* — Tipi principali di cuscinetti unificati e non unificati - Costruzione, montaggio, lubrificazione dei cuscinetti a sfere e a rulli - Cenni sull'impostazione di calcoli di resistenza a tempo - La scelta dei cuscinetti in base alle norme dei cataloghi - Caso di carico e velocità variabili - Tipi, dimensionamento, montaggio dei silem-blocchi.

*Assi e alberi.* — Carichi agenti sugli alberi - Verifiche di resistenza degli alberi - Effetto degli intagli e degli organi calettati a caldo - Limitazione delle deformazioni massime - Campate degli alberi di trasmissione.

*Giunti rigidi.* — A manicotto, a gusci, a viti, ad anelli, a dischi, a flange, ecc. — *Giunti semielastici.* — A piuoli con guarnizioni elastiche, a blocchi elastici, ecc. — *Giunti elastici.* — Giunti con cinghie di cuoio a cinghia continua e a maglie separate - Giunti a molle. — *Giunti mobili.* — Giunti di dilatazione, di Cardano, di Oldham.

*Innesti.* — Innesti a denti - Innesti a frizione - Teoria della manovra di innesto - Innesti assiali a disco, a doppio disco, a lamine, a dischi e cono; innesti radiali a ceppi interni, a ceppi interni ed esterni, ad anello di espansione interno; innesto logaritmico - Collari di manovra - Innesti automatici - Innesti a forza centrifuga, di sopravanzamento, di slittamento - Dimensionamenti, calcoli di resistenza.

*Freni.* — Momento frenante - Tipi fondamentali di freni - Freni comandati ed automatici - Freni radiali a ceppi ed a ganasce - Pulegge, ceppi, leve, magneti - Freni a nastro semplice e differenziale - Particolari dei freni a nastro - Freni assiali - Arpionismi - Dimensionamenti, calcoli di resistenza.

## APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELL'ELETTROTECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso programma dell'insegnamento di Impianti Elettrici per il corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

# TECNOLOGIE DEI MATERIALI

(Prof. LENO MATTEOLI)

## *Generalità.*

Metalli ferrosi, non ferrosi, metalli poco comuni di impiego industriale.

## *Acciai e ghise.*

Classificazione generale.

Unificazione italiana e cenni comparativi sui criteri fondamentali delle più importanti unificazioni estere (ASTM, B.S.I., DIN, EURONORM).

## *Acciai comuni e speciali.*

Generalità e classificazione in base agli impieghi tecnologici.

Influenza dei vari elementi di alligazione sulle caratteristiche degli acciai.  
Trattamenti termici.

## *Acciai da carpenteria comuni e speciali.*

Classificazione e criteri di scelta.

Acciai comuni ed acciai ad alto limite di snervamento.

Saldabilità: criteri di saldabilità degli acciai da carpenteria.

Protezione delle strutture in acciaio dagli agenti atmosferici (pitture, vernici, zincatura termica, ecc.).

## *Acciai per caldaie comuni e speciali.*

Criteri di scelta e di valutazione.

Resistenza meccanica ad alta temperatura: limite di scorrimento.

Fragilità caustica e invecchiamento: acciai antiinvecchianti.

## *Acciai automatici.*

Criteri di scelta e di valutazione.

Influenza dello zolfo e del piombo.

## *Acciai da bonifica comuni e speciali.*

Classificazione e criteri di scelta.

La temprabilità.

Gli acciai H.

Resistenza a fatica degli acciai bonificati: influenza della composizione, della struttura, delle inclusioni, della decarburazione, del fattore forma.

## *Acciai da cementazione comuni e speciali.*

Classificazione, caratteristiche, impieghi.

Cementazione carburante.

Nitrurazione.

Altri trattamenti di diffusione: cromizzazione, sherardizzazione, calorizzazione -  
Criteri di scelta degli acciai.

## *Acciai per utensili comuni e speciali.*

Acciai per lavorazione a freddo.

Acciai per lavorazione a caldo.

Acciai rapidi: prove di durata di taglio.

Acciai per stampi.

*Acciai per usi speciali.*

Acciai per molle.

Acciai inossidabili - Corrosione, protezione e prove relative.

Acciai per impieghi a temperature elevate - Resistenza alla ossidazione - Valutazione della resistenza meccanica a temperature molto elevate.

Acciai e leghe magnetiche.

Acciai per cuscinetti - Inclusioni non metalliche.

*Acciai e ghise per getti.*

Acciai per getti comuni e speciali.

Trattamenti termici dei getti di acciaio.

Ghise comuni.

Ghise speciali.

Ghise malleabili.

Ghise sferoidali.

Trattamenti termici delle ghise.

*Metalli non ferrosi.*

Generalità.

*Rame e sue leghe.*

Rame.

Bronzi comuni e speciali.

Ottoni comuni e speciali.

Bronzi all'alluminio.

Leghe speciali di rame.

Tecnologie del rame e delle sue leghe.

Unificazione italiana delle leghe di rame.

*Alluminio e sue leghe.*

Alluminio.

Leghe di alluminio per getti.

Leghe di alluminio placcate.

Leghe di alluminio per lavorazione plastica.

Ossidazione anodica.

Tecnologia dell'alluminio e delle sue leghe.

Unificazione italiana.

*Magnesio e leghe di magnesio.*

Magnesio.

Elektron.

Trattamenti di passivazione delle leghe di magnesio.

Unificazione italiana.

*Zinco e leghe di zinco.*

Zinco.

Leghe di zinco (Zama, Alzen).

Processi di zincatura.

Unificazione italiana.

*Piombo e sue leghe.*

Piombo d'opera.

Piombo indurito.

Piombo per cavi.

Piombo per caratteri da stampa.

Piombo per usi chimici.

Piombo per usi vari.

Unificazione italiana.

*Stagno e sue leghe.*

Stagno.

Leghe per saldatura.

Metalli bianchi antifrizione.

Lamiere stagnata.  
Unificazione italiana.

*Nichel e sue leghe.*

Nichel.

Leghe di nichel aventi caratteristiche speciali: invar, permalloy, ecc.

*Cobalto e sue leghe.*

Leghe per alte temperature.

Leghe per riporti superficiali.

*Argento e sue leghe.*

Leghe per saldobrasatura.

*Tecnologie metallurgiche speciali.*

Metallurgia delle polveri.

per Metalloceramica: ferro e sue leghe, rame e sue leghe, bronzi porosi, leghe Alnico magneti permanenti, ecc.

Cermets.

Metalli duri sinterati (tipo Widia).

Microfusione.

Getti centrifugati.

Fusione nel vuoto.

*Difetti nei materiali metallici.*

Diagnosi, cause, rimedi, casistica, ecc.

*Materiali non metallici.*

*Materie plastiche.* — Classificazione caratteristiche e criteri di impiego delle più importanti materie plastiche usate nella industria meccanica.

*Gomma e derivati.* — Cenni sui più importanti tipi di gomma in relazione ai loro impieghi nelle costruzioni meccaniche.

### III ANNO

## IMPIANTI MECCANICI

(Prof. VITTORINO ZIGNOLI)

*Classificazione.*

Caratteri economici e tecnici degli impianti industriali.

Lo sviluppo di una nuova idea produttiva.

La raccolta dei dati: Il mercato, il prodotto, la produzione, la distribuzione ed i costi anche in relazione alla dimensione dell'impianto industriale.

*L'avamprogetto.*

Studio dei cicli di lavorazione.

Le possibili realizzazioni del ciclo e la migliore fra esse.

Scelta del macchinario.

Scelta degli impianti.

Personale produttivo necessario.

*Il progetto.*

Superfici dei vari reparti, magazzini e servizi, loro possibili posizioni reciproche  
- Studio del relativo flusso - Primi studi planimetrici teorici e flussi dei materiali e fabbisogni - Scelta della soluzione ideale.

Scelta dell'ubicazione e del terreno - Studio planimetrico relativo e studio del flusso dei materiali - Confronto con la soluzione ottima e considerazioni - Studio dei fabbricati, dei servizi, degli impianti generali e dei servomezzi.

Costi d'impianto e di esercizio - Capitali necessari - Il rapporto per la direzione - L'impianto pilota - Il planning.

*Presentazione dell'iniziativa al Consiglio di Amministrazione.*

Rapporti fra finanziamenti ed investimenti nel quadro dell'impresa.

Costi e ricavi.

Il progetto definitivo particolareggiato.

L'esecuzione:

I capitolati.

Gli appalti.

I contratti.

*La messa in funzione.*

I controlli.

I collaudi.

L'avviamento.

*La durata e la gestione degli impianti industriali.*

Gli ammortamenti - I rinnovi - I sistemi ed i costi di manutenzione.

## MACCHINE - II

(Prof. ANTONIO CAPETTI)

### MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA E TURBINE A GAS

*Parte I. - Motori a stantuffo a combustione interna.*

*Introduzione.* — Classificazione dei motori a combustione interna - Definizioni e relazioni fondamentali - Criteri per l'impostazione del progetto di massima di un motore - Cicli ideali e loro rendimenti - Dissociazione dei prodotti della combustione - Fasi di ricambio nei motori a due e a quattro tempi.

*Parte II. - Studio sommario dei principali motori a combustione interna.*

*Motori a carburazione veloci e leggeri.* — Particolari costruttivi della distribuzione, dei cilindri, incastellature, stantuffi, manovellismi - Lubrificazione, avviamento - Tipi a due tempi - Disposizioni dei cilindri a V e a stella - Motori per aeromobili.

*Motori Diesel lenti e pesanti.* — Particolari costruttivi dei cilindri, basamenti, incastellature, manovellismi - Distribuzione nei motori a quattro tempi - Distribuzione nei motori a due tempi - Motori a stantuffi opposti - Motori a doppio effetto a 2 e a 4 tempi - Pompe di lavaggio - Avviamento, inversione di marcia, lubrificazione - Motori ad iniezione a bassa compressione: a testa calda e policarburanti.

*Parte III. - Studio particolareggiato del funzionamento.*

Potenza e rendimento dei motori, in generale e nei singoli casi - Rendimento organico, indicato, volumetrico, di carica, di lavaggio; fenomeni di inerzia nelle fasi di ricambio - Influenza delle condizioni d'ambiente sulla potenza - Caratteristiche meccaniche dei motori a combustione interna - Combustione normale e accensioni o combustioni anormali: studio particolare della detonazione - Carburanti liquidi: volatilità e numero di ottano - Carburatori e loro accessori: compensatori, economizzatori, correttori altimetrici, pompe di ripresa, avviatori - Accensione a scintilla: sistemi a bassa e ad alta tensione; candele, magneti, spinterogeni - Gassogeni per motori e in particolare per automezzi; limitatori di pressione per gas compressi; mi-

scelatori; funzionamento « Diesel-gas » - Combustione ed iniezione nei motori Diesel e derivati; numero di cetano; misuratori del ritardo d'accensione - Apparatî d'iniezione: pompe, iniettori e loro eventuali comandi.

*Parte IV. - Notizie complementari sui motori a stantuffo.*

*Equilibramento.* — Coppia di reazione; forze centrifughe; forze alterne d'inerzia - Applicazioni ai diversi tipi di motori - *Refrigerazione dei cilindri:* a liquido, o ad aria; calcolo dei radiatori; efficienza delle alette - *Alimentazione forzata dei cilindri* per motori a due tempi e per motori a quattro tempi; turbocompressori a gas di scarico.

*Parte V. - Turbine a gas e reattori.*

Classificazione - Turbine alimentate a pressione costante: cicli semplici, a compressione interrefrigerata, a riscaldamenti ripetuti, a rigenerazione finale od intermedia; cicli aperti, chiusi, combinati; organizzazione meccanica e regolazione; comportamento a velocità variabile; caratteri costruttivi - *Turboreattori:* classificazione dei reattori in genere e dei turboreattori in particolare; cicli; prestazioni specifiche e globali in funzione delle condizioni di progetto e delle condizioni di impiego - *Turbine alimentate a pressione variabile* - *Motori composti a stantuffi ed a turbina* - *Auto-compressori a combustione interna* - *Impianti misti a gas e vapore.*

*Esercitazioni.*

Il Corso si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa.

È integrato da esercitazioni pratiche, grafico-analitiche e sperimentali che occupano due pomeriggi alla settimana e quindi per complessive 45 tornate circa. Le esercitazioni grafico-analitiche consistono nello studio e calcolo di massima di un motore alternativo a combustione interna a 4 tempi ed uno a 2 tempi, con particolare riguardo alle forze agenti sul manovellismo, alla distribuzione, ed alle fasi di ricambio, e nella calcolo termodinamica di un impianto di turbina a gas. Le esercitazioni sperimentali consistono in prove al banco di motori vari e nella determinazione del numero di ottano di carburanti.

## CALCOLO E PROGETTO DI MACCHINE

(Prof. PASQUALE CALDERALE)

*Ingranaggi cilindrici a denti diritti.* — Problemi speciali di progetto degli ingranaggi - Raccordo di piede e spoglia di testa - Taglio di denti con interferenza e calcolo della diminuzione di arco d'azione corrispondente - Espressione analitica della forma del dente - Calcolo delle dentature ad evolvente corrette - Unificazione sulle dentature corrette.

*Ingranaggi conici a denti diritti.* — Relazioni fondamentali - Dentature coniche ad evolvente e calcoli relativi - Proporzionamenti dei denti - Calcolo delle dentature coniche corrette - Spinte sui supporti.

*Ingranaggi cilindrici e conici a denti obliqui.* — Richiami e complementi sulla geometria degli ingranaggi elicoidali - Dentature elicoidali ad evolvente corrette - Spinte sui supporti - Le applicazioni più importanti degli ingranaggi elicoidali e bielicoidali - Ruote coniche a denti obliqui - Varie forme - Geometria e relazioni fondamentali - Spinte sui supporti.

*Il taglio delle ruote cilindriche e coniche a denti diritti e obliqui.* — Riassunto dei concetti e dei dispositivi applicati nel taglio per fresatura ed inviluppo dei vari tipi di ingranaggi e breve descrizione delle principali macchine dentatrici.

*Coppia vite senza fine-ruota elicoidale.* — Vite senza fine a spirale e ad evolvente - Geometria - Superficie dei contatti - Limitazione dei denti della ruota - Interferenza - Forze agenti sugli assi - Taglio e proporzionamento della vite e della ruota - Varie soluzioni costruttive nei riduttori a vite senza fine.

*Ruote elicoidali per trasmissioni tra assi sghembi.* — Possibilità di spostamenti arbitrari relativi degli assi - Calcolo delle coppie elicoidali - Forze agenti sugli assi - Dentature corrette per assi sghembi.

*Calcolo di resistenza degli ingranaggi.* — Vari metodi di calcolo: a flessione, a schiacciamento locale, al riscaldamento - Sollecitazioni dinamiche - Maggiorazione dinamica del carico secondo E. Buckingham - Diminuzione della tensione ammissibile con la velocità secondo le varie formule proposte - Metodo inglese B.S.S. - Calcolo di resistenza di ingranaggi cilindrici e conici a denti dritti e obliqui e della coppia vite senza fine-ruota - Ingranaggi in materiali sintetici - Vari procedimenti di costruzione degli ingranaggi e corrispondenti proporzionamenti.

*Trasmissioni a catena.* — Catene scomponibili, catene di trasmissione di precisione - Sollecitazioni e proporzionamento delle catene - Scelta delle catene in base ai cataloghi - Norme di montaggio e di manutenzione - Ruote dentate per catene.

*Calcolo dei dischi rotanti a forte velocità.* — Equazioni fondamentali di equilibrio e di congruenza - Disco di spessore costante, disco a profilo iperbolico, conico, di uniforme resistenza - Disco a profilo arbitrario: metodo di Grammel e altro metodo generale - Nuovo procedimento per tener conto della palettatura e della corona - Criteri per la verifica di resistenza dei dischi rotanti - Nuove tavole per il calcolo dei dischi conici.

*Velocità critiche degli alberi rotanti.* — a) Alberi con una sola massa - Chiarimenti sul concetto di velocità critica - Influenza sulla velocità critica di varie cause elastiche, meccaniche, idrodinamiche; dell'inerzia trasversale delle masse; di uno sforzo di trazione, di compressione, di taglio; dell'orizzontalità dell'albero - b) Alberi con più masse - Metodi analitici ed analitico-grafici - Formula di Dunkerley - Relazione di ortogonalità - Determinazione della prima velocità critica con procedimento di iterazione - Metodo di von Borowicz - Formule approssimate di Grammel e Koch - Determinazione della seconda velocità critica con i procedimenti di Koch e di Giovannozzi.

*Oscillazioni torsionali degli alberi.* — Riduzione ad un sistema equivalente costituito da un albero rettilineo con un certo numero di volani e relativa soluzione numerica - Soluzione esplicita per alcuni casi particolari (2 e 3 volani) - Sistemi in serie e in parallelo - Riduzione delle masse nei riduttori epicicloidali - Metodo di Biot per la determinazione delle frequenze di ordine superiore - Scomposizione in armoniche del momento motore - Composizione delle armoniche di uno stesso ordine in uno stesso gomito - Armoniche principali - Quadro completo delle possibilità di risonanza - Determinazione delle sollecitazioni in condizioni di risonanza.

*Tubi e loro giunzioni.* — Tubi: tipi, materiali e modi di costruzione - Diametri e pressioni nominali - Dimensionamenti e verifiche di resistenza - Unificazioni sui tubi - Giunti di dilatazione - Vari tipi di giunzioni - Giunzioni a flange: unificazioni, proporzionamento, calcoli di resistenza.

*Organi di intercettazione.* — Descrizione dei vari tipi di valvole e calcolo dei relativi elementi (casce, coperchi, anelli di tenuta, otturatori, steli di manovra, premistoppa) - Vari tipi di valvole automatiche idrauliche - Teoria del moto del piatto in esse - Valvole per soffianti e compressori - Valvole per macchine a vapore - Valvole per motori a combustione interna - Tipi speciali di valvole - Valvole a cerniera - Valvole a saracinesca e loro elementi - Unificazioni sulle valvole.

*Funi metalliche.* — Tipi principali di formazioni e loro designazione - Materiali impiegati e prove relative - Le sollecitazioni delle funi - Calcoli di resistenza - Fissaggi delle funi - Particolarità costruttive - Prove di fatica su funi.

*Pulegge e volani.* — I vari tipi di pulegge - Calcolo di resistenza approssimato usuale e calcolo perfezionato delle pulegge - Descrizione dei principali tipi di volani e loro calcolo.

*Bielle.* — Bielle per motori veloci - Forze agenti sulle bielle - Calcoli di resistenza del fusto, degli occhi, delle teste, dei bulloni del cappello - Bielle per motori lenti - Tipi e calcoli di resistenza relativi - Particolarità costruttive delle bielle.

*Alberi a gomito.* — Vari tipi di alberi a gomito e loro particolarità costruttive - Forze agenti sugli alberi a gomito e loro calcolo di resistenza - Trattamenti superficiali degli alberi a gomito - Equilibramento.

*Pistoni, fasce elastiche, spinotti.* — Vari tipi di pistoni e loro particolarità costruttive - Materiali e metodi impiegati - Forma delle fasce elastiche e calcoli relativi - Spinotti - Calcolo a flessione longitudinale e a schiacciamento.

*Alcuni problemi speciali di costruzione di macchine.* — Alcune questioni relative ai rotismi epicicloidali - L'arco d'azione di dentature intagliate per involuppo con interferenza - Metodi sperimentali per lo studio delle oscillazioni torsionali - Calcolo delle sollecitazioni termiche in un disco di profilo arbitrario - Oscillazioni torsionali forzate dovute ad armoniche di uno stesso ordine principali o secondarie - Oscillazioni torsionali dovute ad un unico momento eccitatore applicato in una sezione dell'albero - Principio di reciprocità nelle oscillazioni torsionali forzate.

## ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

### **Indirizzo a scelta: metrologico:**

#### METROLOGIA GENERALE E MISURE MECCANICHE

(Prof. ANTHOS BRAY)

Le unità di misura - Sistemi di unità fondamentali e tecnico - Equazioni di dimensioni - Conversione di un sistema di unità ad un altro.

La relazione tecnica - La maniera di impostare una esperienza, la scelta delle apparecchiature, come rappresentare in grafico i risultati sperimentali, la discussione dei risultati.

Le qualità metrologiche di uno strumento di misura di precisione - La sensibilità di una lettura, di una misura, di uno strumento e di un dispositivo - L'approssimazione della misura di una grandezza che sia somma e prodotto di più grandezze di diverso tipo o dello stesso tipo.

L'approssimazione della misura di una grandezza che sia quoziente o potenza di più grandezze di diverso tipo o dello stesso tipo.

Errore di una lettura - Errore di una misura - Errore medio - Errore quadratico medio e errore standard - Misure di eguale precisione - Errore medio della media.

La legge di Gauss - Esempio numerico sulla maniera di applicare tale legge e determinazione analitica della curva di Gauss.

Misure d'ineguale precisione - La pesata di una misura - L'errore medio della media pesata.

La precisione a priori e la precisione a posteriori di una grandezza da misurare - Errori di lettura, errori di zero, errori delle grandezze d'influenza, errori di taratura - Errore di reazione ed errore di ritardo.

La misura di grandezze dinamiche - La sensibilità quasi statica, la sensibilità dinamica - Il tempo di risposta, il ritardo, il rapporto delle ampiezze e la fase di una grandezza variabile nel tempo.

Classifica degli apparecchi: indicatori e registratori - Le scale con indici meccanici, ottici ed acustici - I tipi di registratori.

La dinamometria - I dinamometri per prove statiche ed i dinamometri per prove dinamiche - I dinamometri meccanici, i dinamometri elettrici - La taratura dei dinamometri.

La misura della deformazione - Gli estensimetri meccanici, gli estensimetri acustici e gli estensimetri ottici - Il rapporto di amplificazione e la sensibilità degli estensimetri.

Gli estensimetri di alta precisione: l'estensimetro ottico Tuckerman e l'estensimetro interferometrico - Gli estensimetri acustici (tipo Schaefer) e gli estensimetri pneumatici (tipo solex).

La taratura degli estensimetri - Il metodo A.S.T.M., il metodo dell'interferometro - Il banco di taratura della Huggenberger e il banco di taratura della Johansson.

Gli estensimetri elettrici a resistenza - Il filo dell'estensimetro: la resistenza elettrica, la sensibilità (fattore di taratura), il coefficiente di temperatura, la corrente, la resistenza meccanica e l'isteresi elastica.

Gli adesivi usati con gli estensimetri elettrici a resistenza. Gli adesivi alla cellulosa - I metodi per l'applicazione degli estensimetri: la preparazione della superficie, l'umidità ambiente, la resistenza dell'estensimetro verso terra e l'effetto della temperatura.

Gli adesivi fenolici ed epossilici - Gli adesivi ad azione rapida - Il supporto degli estensimetri elettrici - L'uso di un supporto secondario per il recupero degli estensimetri - I tipi di estensimetri a filo: a griglia piana, a griglia avvolta ed a zig-zag - I tipi di conduttori ed il loro effetto sulle prove di fatica.

La scelta degli estensimetri: dimensioni d'ingombro, temperatura, umidità ambiente, forma dell'organo di prova, durata della prova, sensibilità del circuito di misura, entità della deformazione, tipo di deformazione e la forma della deformazione.

Gli estensimetri TEPIC G-H a griglia a tratti - I tipi di estensimetri TEPIC - Gli estensimetri foto-incisi: gli estensimetri a spina di pesce, gli estensimetri a diaphragma e gli altri tipi.

Le misure di resistenza a temperatura elevata - I tipi di adesivi usati - Le variazioni del fattore di taratura, dell'isolamento verso terra e dello zero.

Le misure di resistenza: un metodo a lettura diretta, metodo di riferimento, metodo di azzeramento e metodo potenziometrico - La scelta dello strumento di misura.

L'effetto della variazione della temperatura sulla misura della deformazione - Circuiti di misura - Prove di trazione e compressione - Prove di flessione e prove di torsione - Metodo per aumentare l'uscita di un circuito di misura.

Le rosette estensimetriche - I tipi di rosette - L'interpretazione dei risultati rilevati con le rosette - La scelta delle rosette.

Circuiti per prove dinamiche - Il limite di rottura per fatica degli estensimetri elettrici - Circuiti potenziometrici - Circuiti a ponte alimentati in c. c. - Circuiti a ponte alimentati in c. a. - Il diagramma a blocchi del circuito delle centraline di tipo commerciale - Il metodo per le prove di fatica.

Gli strumenti di misura adoperati con gli «strain gages»: le centraline, i commutatori, i commutatori equilibratori e i ponti di misura digitali.

La taratura dei circuiti - La taratura elettrica - La taratura a mezzo dello estensimetro compensatore - Il metodo di Ruge - Il metodo della resistenza in parallelo - Il metodo della resistenza in serie.

La taratura diretta - La taratura delle forze - La taratura delle accelerazioni - La taratura delle pressioni statiche e dinamiche.

La taratura delle strisce estensimetriche - I metodi diretti ed i metodi indiretti - La precisione delle misure - La variazione del fattore di taratura: Influenza del senso della deformazione.

La variazione del fattore di taratura - Influenza del valore della deformazione massima - Influenza del segno della deformazione - Influenza della lunghezza della base di misura - Influenza del tipo di deformazione - Le prove di lunga durata con gli estensimetri.

La fotoelasticità - Le proprietà delle sostanze birifrangenti - Lo schema di un baco fotoelastico - I materiali usati per modelli - Le sorgenti luminose - La fotoelasticità tridimensionale.

La polarizzazione piana e la polarizzazione circolare - Le lamine quarto d'onda - Le linee isocline, isocromatiche e isostatiche.

Gli estensimetri fotoelastici - Il principio del «fotostress» - Campo di misura - Le applicazioni - Le misure statiche e dinamiche.

Le vernici fragili - La sensibilità di una vernice, la scelta di una vernice in base alla temperatura ed all'umidità - La taratura di una vernice - Come spruzzare le vernici.

La misura delle vibrazioni - I sistemi a tasto sonda: apparecchi meccanici ed elettrici - Determinazione teorica dei limiti d'impiego di un vibrometro: frequenza ed accelerazione limiti.

I sistemi sismici o sistemi elastici lineari a coefficienti costanti - Campo d'impiego di un sistema sismico come vibrometro - I sistemi sismici usati come accelerometri - Relazione tra accelerometro e vibrometro.

Caratteristiche di un vibrometro: la caratteristica di linearità; la sensibilità; la frequenza naturale; il rapporto degli smorzamenti.

Caratteristiche di un accelerometro: le prove statiche e le prove dinamiche - Linearità, sensibilità, frequenza naturale, curva di risposta all'ampiezza ed alla fase.

Descrizione degli accelerometri meccanici e di quelli elettrici - Gli accelerometri con « strain gages » - Gli accelerometri ad elevata sensibilità e gli accelerometri ad alta frequenza naturale.

#### *Temi delle esercitazioni.*

Determinazione della precisione di un nonio e di un calibro a cursore verticale.

La taratura di una macchina di prova.

La taratura di un dinamometro.

Gli estensimetri e la loro taratura.

La precisione delle misure estensimetriche.

La misura del coefficiente di Poisson con gli estensimetri elettrici.

Misure del momento torcente con gli estensimetri elettrici.

Determinazione delle tensioni principali di una struttura con le rosette.

La taratura di un vibrometro a palpatore della Philips.

Lo studio di un eccentrico con un vibrometro sismico.

La determinazione dello stato di tensione di una trave con il metodo foto-elastico.

## MISURE TERMICHE E REGOLAZIONI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per l'indirizzo termotecnico).

**Indirizzo a scelta: termotecnico:**

### IMPIANTI SPECIALI TERMICI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

**Indirizzo a scelta: termotecnico:**

## MISURE TERMICHE E REGOLAZIONI

(Prof. VINCENZO FERRO)

*I - Termometria industriale.*

Scale di temperatura.

Termometri a dilatazione.

Termometri a variazione di pressione.

Termometri a giunti termoelettrici.

Termometri a resistenza elettrica.

Pirometri a radiazione integrale e pirometri a radiazione specifica.

Limiti di applicabilità dei vari tipi.

Particolari costruttivi.

Regole di collocamento e di impiego.

Taratura dei dispositivi termometrici e tolleranze di misura.

## *II - Flussimetria industriale.*

Misuratori volumetrici.

Misuratori a contrazione della corrente.

## *III - Manometria industriale.*

Manometri a liquido, metallici ed elettrici.

Taratura dei manometri e vacuometri.

Criteri di collocamento e di impiego.

Manometri per bassissime o per altissime pressioni.

## *IV - Calorimetri industriali.*

Misure dei calori specifici.

Misura del titolo del vapore.

Valutazione delle variazioni di entalpia dei fluidi motori e dei fluidi ausiliari negli impianti termici.

Misure di conduttività termica di materiali da costruzione.

Metodi e apparecchi di misura.

Misura dei poteri calorifici dei combustibili.

Apparecchi a esplosione e apparecchi a flusso continuo.

## *V - Igrometria industriale.*

Psicrometri e loro caratteristiche.

Igrometri elettrici.

Criteri di collocamento e di impiego.

Taratura degli igrometri e tolleranze di misura.

## *VI - Dilatazione termica.*

Dilatometri termici.

Misure di laboratorio su materiali da costruzione.

Misure su apparecchi industriali.

## *VII - Misure e regolazioni negli impianti termici.*

Registrazione e trasmissione a distanza delle indicazioni.

Quadri di misura.

Metodi di regolazione automatica pneumatici, idraulici, elettrici.

Prove di funzionamento.

## *VIII - Apparecchi per il controllo della combustione.*

Misure occorrenti negli impianti di combustione.

Apparecchi automatici per il rilievo e la registrazione dell'anidride carbonica, dell'ossigeno e degli incombusti nei gas prodotti da una combustione.

Apparecchi meccanici, chimici, elettrici - Loro limiti di applicabilità - Loro collocamento, manutenzione e impiego - Apparecchi di presa dei gas combusti.

**Indirizzo a scelta: d'officina:**

## COMANDI E REGOLAZIONI

(Prof. RICCARDO GATTI)

*Premesse.* — Distinzione, ai fini didattici, tra apparecchiature elettromeccaniche ad alto livello di potenza e sistemi a basso livello di potenza che, associati alle macchine precedenti, conferiscono alle medesime la duttività richiesta per le applicazioni.

*Sistemi elettromeccanici.* — Considerazioni sulla spiccata flessibilità d'impiego propria del motore elettrico in funzione delle sue caratteristiche costruttive e del tipo di alimentazione - Motori ad induzione trifase con rotore in corto circuito; varie forme di caratteristiche meccaniche in relazione alla realizzazione delle cave: a) cave multiple con gabbia di alluminio per fusione; b) cave profonde; c) rotore a doppia gabbia.

Motori ad induzione trifase con rotore avvolto ed anelli per l'inserzione del reostato d'avviamento - Frenatura con controcorrente o con distacco del rotore dalla rete ed inserzione nel medesimo di corrente continua a tensione ridotta.

Motore asincrono trifase a doppia o plurima velocità mediante cambiamento del numero dei poli - Modulazione di velocità mediante resistenze inserite nel circuito rotorico.

Fattore di potenza del motore asincrono e rifasamento - Avviamento centrifugo - Applicazione del motore trifase ad organi di sollevamento attraverso giunto e frizione elettromagnetica: dispositivo Directronic Schindler.

Motore trifase a collettore: a caratteristica-serie; a caratteristica-derivazione; regolazione di velocità con sistema Schrage.

Motore monofase a collettore: a caratteristica-serie (trazione ferroviaria elvetica); a repulsione.

Motori a corrente continua con alimentazione a tensione costante; alimentazione a corrente costante.

La metadinamo ed il metamotore.

Alimentazione di motori a corrente continua mediante raddrizzatori a vapore di mercurio.

Il comando di griglia nei raddrizzatori a vapore di mercurio e la regolazione della tensione.

Comando di motori a corrente continua mediante raddrizzatori al silicio.

Il gruppo Ward-Leonard con controllo elettronico.

*Sistemi a basso livello di potenza.* — Tubi a vuoto - L'emissione termoelettronica - Leggi di Langmuir e Child - Il diodo a vuoto spinto - Sue caratteristiche e loro rilievo sperimentale - Impiego del diodo come raddrizzatore.

Esempi di circuiti raddrizzatori - Analisi del loro funzionamento - Filtri di spianamento - Alimentatori - Esame dei circuiti e del loro funzionamento - Dati caratteristici per l'ordinazione - Il tubo a tre elettrodi - Superficie caratteristica del triodo - Famiglie di caratteristiche - Circuiti e modalità per il rilievo delle caratteristiche statiche del triodo. Parametri caratteristici. Impiego del triodo come amplificatore - Retta di carico - Metodi grafici per lo studio di un amplificatore - Classi di funzionamento di un amplificatore - Esempi.

Circuiti equivalenti del triodo - Metodi analitici per lo studio di un amplificatore - Tetrodo a griglia schermo; pentodo - Caratteristiche e circuiti d'impiego.

Stabilizzazione delle sorgenti di alimentazione - Reattori saturabili - Tubi a scarica - Alimentatori stabilizzati - Alcuni esempi di circuiti - Tolleranze usuali.

Funzione di trasferimento di un blocco - Rappresentazione della funzione di trasferimento secondo Nyquist e secondo Bode. Reti di correzione - Circuiti derivatori - Rappresentazione della relativa funzione di trasferimento.

Circuiti integratori - Rappresentazione della relativa funzione di trasferimento - Studio della prontezza e della stabilità di un servo sistema.

Esame del comportamento della funzione di trasferimento al variare della frequenza - Costanti di tempo di un servosistema - Criterio di stabilità di Nyquist - Giustificazione intuitiva del criterio - Esempio di applicazione del criterio di stabilità di Nyquist - Criterio di stabilità di Bode - Giustificazione intuitiva del criterio - Esempio di applicazione del criterio di stabilità di Bode.

**Indirizzo a scelta: d'officina:**

## ATTREZZATURE DI PRODUZIONE

(Prof. PIERO CAMPANARO)

*I - Le trasformazioni plastiche dei metalli.*

Imbutiture - Trafilature - Rimbutiture e ritrafilature - Le matrici di imbutitura e di trafilatura - Le presse meccaniche e le presse idrauliche - Incrudimento e ricottura dei materiali metallici - Protezione dei metalli - I caricatori meccanici nelle

presse a imbutire - La estrusione inversa a freddo - Tranciatura delle pastiglie - Caricatori automatici - La estrusione diretta a caldo di barre e tubi in leghe leggere e di rame e ottone - La finitura dei prodotti estrusi.

*II - Fusioni e laminazione.*

La fusione delle placche in lega leggera - Le placche a fusione continua - La laminazione delle leghe leggere - Placche con fusione a livello - I placcati - La laminazione dei placcati.

*III - Lo stampaggio dei termoindurenti.*

La progettazione degli stampi e le attrezzature di produzione.

*IV - Lo stampaggio dei termoplastici.*

Le macchine di produzione con alimentatori automatici - La progettazione degli stampi - La produzione di serie - I collaudi.

*V - I comandi idraulici e pneumatici nelle macchine utensili.*

Le distribuzioni idrauliche - Le pompe - I distributori - I comandi pneumatici - I compressori.

*VI - I torni automatici.*

La progettazione delle piastre eccentriche nei torni automatici a fantina fissa ed a fantina mobile - Caratteristiche della produzione di serie e di grandissima serie.

*VII - Gli acciai ed i trattamenti termici per i vari tipi di attrezzature di produzione.*

**Indirizzo a scelta: automobilistico:**

**COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE**

(Prof. GIUSEPPE POLLONE)

Problemi di cinematica statica e dinamica del veicolo.

Sul moto dei veicoli in curva.

Il telaio.

Le molle e le sospensioni degli autoveicoli - Sospensioni pneumatiche - Stabilizzatori trasversali - Proporzionamento delle molle e delle sospensioni.

Gli assali, tipi e loro proporzionamento - Le ruote degli autoveicoli.

La frenatura degli autoveicoli - Tipi di freni - Costruzione e proporzionamento del sistema frenante - Servo freni.

La sterzata dei veicoli su ruote - Tipi di sterzata - Proporzionamento delle varie parti del comando di sterzata.

Servosterzi.

La trasmissione del moto dal motore alle ruote - Determinazione dei rapporti.

Cambi di velocità - Loro costruzione e proporzionamento.

Innesti a denti e sincronizzatori.

I differenziali ripartitori di coppia tra le ruote motrici.

Gli innesti a frizione degli autoveicoli.

Innesti per trasmissione del moto rotatorio in un solo verso (Ruote libere).

Giunti cardanici, semi-cardanici, ed omocinetici.

I veicoli cingolati e la loro sterzata.

Giunti a trasformatori di coppia idraulici.

Ruote e pneumatici.

**Indirizzo a scelta: automobilistico:**

## TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA ELETTROTECNICA

### I ANNO

#### SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

#### FISICA TECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### ELETTROTECNICA - I

(Prof. RINALDO SARTORI)

##### *Circuiti elettrici in regime stazionario.*

Definizione e proprietà della tensione e della corrente - Bipoli e caratteristiche tensione-corrente - Equazione di Ohm - Potenza elettrica e bilancio energetico dei bipoli - Resistori perfetti e generatori perfetti.

Carica elettrica, leggi elettrochimiche, pile e accumulatori.

Collegamento in serie e in parallelo di bipoli - Circuiti equivalenti di un bipolo - Inserzione degli strumenti elettrici; regolazione di tensione e corrente; distribuzione in serie e in parallelo; parallelo di generatori.

Reti di bipoli - Legge delle correnti e delle tensioni; tensioni e correnti indipendenti; equazioni delle reti; regole di dualità; potenziali e correnti cicliche - Principio di sovrapposizione; teorema di reciprocità; trasformazione stella-triangolo - Rete a ponte; potenziometro; collegamenti tra reti diverse.

Tripoli e doppi-bipoli - Caratteristiche, equazioni e parametri di funzionamento - Potenza assorbita e sistemi passivi - Tripoli ideali - Collegamenti e circuiti equivalenti - Linee omogenee.

### *Circuiti in regime quasi-stazionario.*

Grandezze elettriche variabili e lentamente variabili - Caratteristiche dinamiche e bilancio energetico di un bipolo - Bipoli perfetti; generatori, resistori, induttori e condensatori - Circuiti equivalenti.

Condensatori - Carica e scarica; capacità ed elastanza; energia elettrica; collegamento in serie e in parallelo - Comportamento con tensione sinusoidale.

Induttori - Carica e scarica; induttanze; energia magnetica; induttanza mutua e sue proprietà; collegamento di induttori in serie e in parallelo - Forze elettromotrici di auto e mutua induzione; macchine elettriche - Comportamento degli induttori con corrente sinusoidale.

Reti in regime quasi-stazionario - Transistori elettrici e loro calcolo.

Grandezze sinusoidali e circuiti in regime sinusoidale - Potenza attiva, reattiva e apparente e sua misura - Rappresentazione con numeri complessi e metodi di calcolo - Impedenza e ammettenza; diagrammi polari - Caratteristiche di un generatore - Risonanza.

Sistemi trifasi simmetrici ed equilibrati - Potenza; trasformazione stella-triangolo - Calcolo delle reti - Cenno ai sistemi asimmetrici e squilibrati e ai componenti simmetrici.

### *Campi elettrici e magnetici.*

Forza elettrica e densità di corrente - Strati di ugual tensione e tubi di ugual corrente - Resistività - Potenza specifica - Solenoidalità della corrente e irrotazionalità della tensione nel caso stazionario.

Induzione dielettrica, permittività e rigidità dielettrica - Irrotazionalità della tensione e carica elettrica nel caso stazionario - Energia specifica.

Forza magnetica e induzione magnetica - Permeabilità - Isteresi - Energia specifica - Solenoidalità del flusso e forza magnetomotrice - Circuiti magnetici.

Corrente dielettrica e corrente magnetica - Forze elettromotrici indotte - Energetica dei campi variabili.

## MATERIALI PER L'ELETTROTECNICA

(Prof. BRUNO LAVAGNINO)

1. Impiego dei materiali - Considerazioni generali - Reticoli cristallini - Legami ionici - Legami omopolari - Conduttori isolanti - Materiali magnetici.

2. Effetto del campo magnetico sul moto degli elettroni - Momento magnetico indotto - Suscettività magnetica - Diamagnetismo - Spin - Elettroni - Effetto giro-magnetico - Paramagnetismo.

3. Ferromagnetismo - Formula di Langevin - Campo magnetico molecolare - Domini - Muri di Bloch - Antiferromagnetismo - Ferrimagnetismo - Curva di magnetizzazione normale - Permeabilità normale - Permeabilità incrementale e permeabilità reversibile - Trattamenti - Leghe.

4. Il ferro - Altoforno - Forni elettrici - Ferro armco - Diagrammi di equilibrio delle leghe - Leghe ferro-carbonio - Forme allotropiche del ferro - Tempera.

5. Materiali magnetici dolci - Materiali di normale produzione - Materiali speciali - Effetto delle impurità - Leghe ferro-silicio - Leghe ferro-nichel - Trattamenti - Leghe ferro-cobalto.

6. Circuiti magnetici - Analogie con i circuiti elettrici - Elettromagneti - Calcoli relativi.

7. Perdite per correnti parassite e perdite per isteresi - Osservazioni su alcuni tipi di lamierini direzionali - Effetto della lavorazione meccanica - Trattamenti termici.

8. Materiali per alte frequenze - Materiali polverizzati - Permeabilità apparente - Ferriti - Sviluppo e impiego - Calcoli relativi.

9. Utilizzazione dei magneti permanenti - Condizioni di impiego - Cicli di ritorno - Magnetizzazione dei magneti permanenti - Coefficiente di smagnetizzazione - Calcolo delle dimensioni dei magneti.
10. Materiali per magneti permanenti - Acciai al carbonio - Leghe indurite per diffusione - Trattamenti termici e magnetici - Leghe indurite per precipitazione - Micropolveri - Ferriti.
11. Magnetostrizione - Effetto degli sforzi - Convertitori elettromeccanici - Campo polarizzante - Applicazioni.
12. Misure magnetiche - Provini - Curva normale di magnetizzazione - Ciclo d'isteresi - Permeometri - Permeometri per acciai per magneti permanenti - Permeometri a compensazione.
13. Conducibilità elettrica - Conduttori - Teoria elettronica dei metalli - Conduttori per trasporto dell'energia - Rame - Alluminio - Impiego dell'alluminio - Leghe Aldrey.
14. Conduttori per resistori - Tungsteno - Misure di temperatura - Termocoppie - Termometri a resistenza.
15. Fili per avvolgimenti - Isolamento dei fili - Impiego - Conduttori ossidati - Ossidazione anodica.
16. Materiali isolanti - Funzione e caratteristiche - Resistività di volume - Resistività superficiale - Assorbimento dielettrico.
17. Misure di resistenze molto elevate - Metodo del galvanometro - Metodo della perdita di carica - Metodo di accumulo di carica - Metodo di compensazione - drenaggio delle correnti - Condensatori a tre elettrodi - Misure della resistività di volume e superficiale.
18. Scarica elettrica nei gas e nei solidi - Scarica di natura termica - Prove di rigidità - Prove ad impulso - Resistenza all'arco.
19. Polarizzazione - Costante dielettrica - Materiali stratificati - Ripartizione dei potenziali - Costante dielettrica e conducibilità - Polarizzazione ionica.
20. Perdite dielettriche - Effetto della conducibilità dell'isolante - Teorie di Maxwell, Wagner, Debye - Costante dielettrica e perdite in funzione della frequenza.
21. Condensatori reali - Sistemi equivalenti - Trasformazioni - Capacità equivalente in serie - Capacità equivalente in parallelo.
22. Misure di  $\epsilon$  e di  $\text{tg } \delta$  - Ponte di Schering - Ponte di Schering invertito - Ponte per capacità elevate - Campo di utilizzazione - Metodo a risonanza - Principio ed esecuzione delle misure.
23. Vetri - Composizione - Lavorazione - Caratteristiche ed impiego - Vetro tessile.
24. Sostanze ceramiche - Proprietà caratteristiche - Componenti - Porcellana - Steatite - Impiego - Prove su isolatori in vetro e in porcellana.
25. Mica - Muscovite e flogopite - Graduazione - Caratteristiche - Mica sintetica - Micanite - Micalex - Micafoglio.
26. Olii isolanti - Caratteristiche e funzione degli olii - Depurazione - Norme relative agli olii isolanti - Prove fisiche - Prove elettriche - Liquidi incombustibili - Caratteristiche ed impiego.
27. Gomma - Produzione - Vulcanizzazione - Utilizzazione - Ebanite - Gomma conduttrice - Elettricità statica - Utilizzazione della gomma conduttrice.
28. La carta - Preparazione - Effetto dell'umidità - Carta essiccata - Carta impregnata - Utilizzazione.
29. Materie plastiche - Sviluppo - Costituzione - Relazione tra struttura molecolare e proprietà elettriche - Plastificanti e riempitivi - Bachelite e derivati - Resine poliviniliche - Resine polistiroliche - Resine acriliche - Polietilene - Teflon - Gomme sintetiche - araldit.

30. Siliconi - Caratteristiche generali - Siliconi liquidi - Grassi di siliconi - Gomma di siliconi - Resine di siliconi.

31. Ferroelettricità - Materiali ferroelettrici - Sali di seignette - Titanato di bario - Ferroelettricità e piezoelettricità - Applicazioni.

32. Isolanti resistenti alla temperatura - Materiali refrattari - Resistività e rigidità dielettrica - Proprietà termiche - Conducibilità - Resistenza agli sbalzi di temperatura - Ossidi puri - Quarzo fuso - Amianto.

33. Vernici per elettrotecnica - olii essiccativi - Aggiuntivi per vernici - Solventi e diluenti - Viscosità e tixotropia - Proprietà delle vernici - Impiego.

34. Semiconduttori - Semiconduttori intrinseci, di tipo P, di tipo N - Fusione per zone - Drogaggio.

35. Applicazione dei semiconduttori - Termistori - Varistor - Raddrizzatori - Fototransistor - Cellule fotoelettriche - Transistori - frigistor.

36. Particolari applicazioni dei semiconduttori - Protezione delle linee - Scaricatori - Raddrizzatori - Soppressione di archi.

## COMPLEMENTI DI MATEMATICA

(Prof. RENATO EINAUDI)

*Capitolo primo.* — Nozione di funzione analitica - Rappresentazioni conformi con numerosi esempi tratti da questioni relative alla teoria dei campi.

*Capitolo secondo.* — Integrale di una funzione analitica - Teorema di Cauchy e formula di Cauchy - Sviluppi in serie di Taylor e di Laurent - Teorema dei residui con applicazioni al calcolo di integrali notevoli - Teorema dell'indicatore logaritmico - Cenni sulle funzioni polidrome.

*Capitolo terzo.* — Funzioni armoniche nel piano e problemi di Dirichlet e di Neumann - Problema di Dirichlet per il cerchio - Il problema di Dirichlet e la formula di Green.

*Capitolo quarto.* — Nozione di trasformata di Laplace e proprietà fondamentali - Trasformate elementari - Prodotto integrale e sua trasformata - Funzione impulsiva e sua trasformata - Calcolo di antitrasformate - Esempi di calcolo di antitrasformate di funzioni razionali proprie - Integrale di Fourier e formula di Fourier Riemann - Funzioni di Bessel e loro trasformate.

*Capitolo quinto.* — Applicazioni della trasformata di Laplace alla risoluzione di equazioni differenziali e sistemi di equazioni differenziali - Circuiti a caratteristiche concentrate e loro analisi col metodo simbolico - Linee elettriche.

*Capitolo sesto.* — Operatori differenziali nello spazio - Equazioni di Maxwell e loro riduzione, nel caso statico, all'equazione  $\Delta_2 f = \varphi$ , nel caso dinamico, all'equazione  $\Delta_2 f - \varepsilon\mu \frac{\delta^2 f}{\delta t^2} - \sigma\mu \frac{\delta f}{\delta t} = \varphi$ . - Formula di Green e formula di Kirchhoff.

*Capitolo settimo.* — Polinomi di Legendre - Funzioni sferiche - L'equazione di Laplace e le funzioni sferiche - L'equazione di D'Alembert e le funzioni sferiche.

*Capitolo ottavo.* — Onde piane, cilindriche e sferiche - Onde cilindriche espresse come sovrapposizione di onde piane: rappresentazione integrale delle funzioni di Bessel - Onda sferica elementare espressa come sovrapposizione di onde cilindriche.

*Appendice prima.* — Matrici ed operazioni su di esse - Covarianza e controvarianza - Tensori.

*Appendice seconda.* — Polinomi di Tchebycheff.

*Appendice terza.* — Tabella di antitrasformate notevoli con applicazioni a circuiti elettrici elementari.

## DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo abbiano seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico).

### II ANNO

## IDRAULICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## MISURE ELETTRICHE

(Prof. RENZO MARENESI)

Errori assoluti e relativi - Precisione e sensibilità - Calcolo degli errori - Richiami sulle unità di misura - Misure assolute - Galvanometri - Studio del moto di un galvanometro - Amplificatori galvanometrici - Derivatori - Galvanometro balistico - Moto del galvanometro con corrente sinusoidale - Galvanometro a vibrazione - Oscillografi elettromagnetici - Generalità sugli strumenti indicatori - Strumenti a magnete permanente e bobina mobile - Strumenti a ferro mobile - Strumenti elettrodinamici - Strumenti a raddrizzatore - Strumenti a filo caldo - Strumenti a termocoppia - Strumenti elettrostatici - Strumenti a induzione - Trasformatori di tensione e di corrente - Misure di tensione, corrente, potenza ed energia in corrente continua, a frequenza industriale, a frequenza acustica - Misure sui temi trifasi - Campioni di f. e. m. e di resistenza - Cassette di resistenza - Resistori per corrente alternata - Partitori per alte tensioni - Derivatori per forti correnti - Misure di resistenza - Ponte di Wheatstone - Ponte di Thompson - Metodi di sostituzione e di inversione dei lati di rapporto - Ohmetri - Misura di grandi resistenze - Resistenza di terra - Potenzimetri - Misure di tensione e di corrente - Taratura di amperometri, voltmetri, wattmetri - Misure di resistenza al potenziometro - Potenzimetri in corrente alternata - Campioni di trasferimento - Campioni di capacità e induttanza - Campioni di mutua induttanza - Condensatori per alte tensioni - Misure di capacità e induttanza - Ponti in corrente alternata - Alimentazione - Rivelazione - Schermature - Terra di Wagner - Prove di isolamento - Alimentatori ad alta tensione - Generatori ad impulso - Misura delle alte tensioni a frequenza industriale e ad impulso - Cenni sulla taratura dei trasformatori di misura - Misure magnetiche - Rilievo della curva di magnetizzazione e del ciclo di isteresi su provini ferromagnetici - Permeometri - Misure su materiali a bassa permeabilità - Misura delle perdite - Apparecchio di Epstein - Oscillografi a catodo caldo ed a catodo freddo - Strumenti registratori - Analizzatori d'armoniche - Misure di frequenze - Misure di fase.

## MACCHINE

(Prof. ANTONIO CAPETTI)

In questo corso è condensato lo stesso programma dei corsi di Macchine I e Macchine II anzidetti, limitando la trattazione alle parti che interessano piuttosto l'utente delle macchine che il progettista di esse.

Si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa. È integrato da esercitazioni sperimentali, grafiche e di calcolo per complessive 22 tornate circa, di tipo analogo a quello accennato per i corsi di Macchine I e II, opportunamente ridotte in base ai criteri propri del corso.

*Generalità.* — Macchine a fluido - Macchine termiche, motrici ed operatrici - Alcune definizioni generali - Criteri di classificazione delle macchine termiche - Espressione del lavoro, potenza, rendimenti.

*Costituzione degli impianti a vapore.* — Lavoro disponibile e caduta adiabatica, richiami sulle proprietà del vapore d'acqua - Ciclo di Rankine e mezzi per migliorare il rendimento di tale ciclo - Evoluzione degli impianti a vapore, aumento della pressione di esercizio, condensazione surriscaldamento semplice e ripetuto - Cicli rigenerativi, cicli binari - Impianti a recupero.

*Turbine a vapore.* — Costituzione delle turbine - Nomenclatura e forme strutturali - Condotti fissi e mobili - Triangoli della velocità - Espressione del lavoro nelle turbine - Funzionamento ad azione ed a reazione - Condizione di funzionamento ideale, rendimento termodinamico e rapporto di funzionamento - Perdite nelle turbine a vapore generiche e particolari - Funzionamento reale - Trasformazione dell'energia termica in energia meccanica - Variazione della pressione nei condotti - Efflusso del vapore, rapporto critico; portate.

*Studio dettagliato delle varie turbine a vapore.* — Turbina semplice ad azione - Lavoro specifico, potenza rendimento, variazione del rendimento termodinamico in funzione del rapporto di funzionamento - Limitazione della caduta utilizzabile - Espressione della portata, dimensioni delle palette, parzializzazione.

Velocità critica degli alberi, alberi flessibili, turbina di de Laval - Turbina ad azione a salti di velocità - Riduzione della velocità periferica di massimo rendimento col numero dei salti di velocità, ripartizione del lavoro tra i vari salti della turbina - Rendimenti ideali - Funzionamento reale, limitazione del numero di salti utilizzabili - Diagrammi dei rendimenti in funzione del rapporto di funzionamento per la turbina reale - Linea di espansione reale.

Turbina ad azione a salti di pressione - Riduzione della velocità periferica di massimo rendimento in funzione del numero di salti di pressione - Recupero termico e fattore di recupero - Fughe - Linea di espansione reale.

Turbina a reazione - Definizione di reazione e grado di reazione - Funzionamento ideale per grado di reazione 0,5 - Rendimenti - Limitazione della caduta utilizzabile in un elemento - Limitazione della portata - Rastremazione e svergolamento nelle pale di bassa pressione - Turbine a più flussi - Cenni sui criteri correnti per la ripartizione della caduta di calore tra i successivi elementi delle turbine a reazione - Cenni sulle turbine radiali.

Regolazione delle turbine a vapore - Parzializzazione - Laminazione - Regolazione di sicurezza - Turbine ad ammissione intermedia.

Vantaggi delle turbine miste.

Costituzione di particolari tipi di turbine e particolari costruttivi - Turbine navali, ruote di crociera, ruote per la retromarcia.

Dispositivi di tenuta, a labirinto, ad anelli di carbone, ad anello idraulico - Eliminazione della spinta, stantuffi equilibratori.

*Motrici a vapore alternative.* — Costituzione delle motrici - Cicli di lavoro, pressione media indicata - Potenza - Regimi di rotazione e velocità media dello stan-tuffo - Rilevamento delle pressioni, indicatore di Watt - Grado di ammissione.

Rendimento indicato - Perdite per effetto della laminazione alla ammissione ed allo scarico - Mezzi per ridurre tali perdite.

Perdite per spazio morto - Compressione del vapore dello spazio morto - Grado di compressione.

Perdite per incompleta espansione.

Perdite per effetto di parete - Mezzi per ridurre gli scambi termici - Camicie di vapore, impiego del vapore surriscaldato, espansione multipla - Motrici eolicorrenti.

Distribuzione - Diagrammi della distribuzione - Esigenze della distribuzione - Fasi principali e fasi secondarie - Distribuzione a cassetto semplice - Distribuzione

a cassetto piano, ammissione dagli spigoli esterni - Cassetto cilindrico e possibilità di ammissione dagli spigoli interni - Legge del moto del cassetto - Diagramma circolare di Réuleaux.

Distribuzioni ad inversione di moto - Settore di Stephenson, guida di Walschaert. Cenni sulla distribuzione a valvole.

Adattabilità della motrice alla trazione - Avviamento e frenamento a contro-vapore.

*Condensatori.* — Costituzione e tipi di condensatori - Condensatori a superficie e condensatori a miscela - Grado di vuoto - Fabbisogno di acqua nella condensazione.

*Motori a combustione interna.* — Generalità sui motori a combustione interna - Pregi e limitazioni - Funzionamento a due ed a quattro tempi - Cilindrata - Rapporto di compressione - Classificazione dei diversi tipi di motori a seconda della velocità, della leggerezza, del tipo di combustione e di combustibile.

Termodinamica dei motori a combustione interna - Cicli ideali - Espressione del rendimento ideale - Modalità della combustione e criteri di scelta - Correzione dei rendimenti ideali dovute alla natura del gas; variazione dei calori specifici - Conseguenze della dissociazione - Variazioni della costante elastica durante la combustione.

Motori a carburazione - Costituzione del motore a carburazione - Fasi di funzionamento e diagramma della distribuzione - Disposizioni più comuni dei cilindri, in linea, a V ed a stella - Valvole, loro disposizione e comando - Lubrificazione - Avviamento - Cenni sulla struttura dei motori a due tempi leggeri.

Motori ad accensione spontanea.

Motori funzionanti a quattro tempi - Caratteri del motore; diagrammi della distribuzione per motori veloci e per motori lenti - Avviamento ad aria compressa dei motori pesanti.

Motori a due tempi - Fasi di lavaggio scarico e carico - Pompe di lavaggio - Disposizioni e dimensioni delle luci nei cilindri - Motori a due tempi e a doppio effetto.

Motori ad iniezione a bassa compressione - Caratteristiche del motore a bassa compressione - Funzionamento a testa calda - Avviamento e regolazione dei motori a testa calda - Motori con accensione a scintilla - Motori policarburanti.

*Studio particolareggiato del funzionamento.* — Relazioni tra peso d'aria, peso di combustibile, cilindrata, lavoro e potenza del motore a combustione interna - Significato della pressione media effettiva - Giustificazione della pressione media effettiva - Rendimento organico e pressione media indicata - Pressione di marcia a vuoto - Variazione del rendimento meccanico con la velocità e col carico - Rendimento indicato - Perdite di rendimento indicato - Strozzamenti durante il ricambio del gas nel cilindro - Scambi termici, influenza della forma del cilindro, rapporto corsa, diametro sugli scambi termici - Influenza della velocità media e del regime di rotazione sugli scambi termici.

Riempimento nel motore a quattro tempi - Rendimento volumetrico, variazioni del rendimento volumetrico con la velocità.

Riempimento dei motori a due tempi - Rendimento di carica - Coefficiente e rendimento di lavaggio - Relazioni tra coefficiente di lavaggio, rendimento di lavaggio e rendimento di carica.

Influenza delle condizioni ambientali sulle prestazioni dei motori - Caratteristica meccanica, curve dei consumi.

La combustione nei motori a propagazione di fiamma - Velocità di combustione e velocità di propagazione di fiamma - Angolo di combustione - Influenza della dosatura sull'angolo di combustione - Limiti di funzionamento - Variazioni dei rendimenti con la dosatura - Dosature di massima pressione media e di massimo rendimento - Stabilità di funzionamento.

Possibilità di combustioni anormali - Preaccensione, autoaccensione, detonazione - Fattori che influiscono sulla detonazione - Cenni sulle teorie della detonazione - Funzione e tipi di antedetonanti.

Valutazione della resistenza alla detonazione mediante il numero di ottano - Determinazione del numero di ottano.

Carburanti e carburazione - Caratteristiche dei combustibili nei confronti della carburazione - Volatilità - Dosatura di saturazione - Esigenze di avviamento - Curve

di distillazione frazionata e curve di tensione di vapore - Cenni sulla distillazione in presenza di aria - Costituzione del carburatore semplice a getto - Difetti del carburatore semplice - Variazione della dosatura con la depressione - Compensazione automatica della dosatura - Regimi di avviamento e di funzionamento al minimo - Ripresa, pompe di ripresa.

Accensione ad alta e bassa tensione - Candele, struttura, grado termico - Magneti, principio, costituzione - Spinterogeni, principio e costituzione - Doppia accensione - Fasatura, anticipo e regolazione.

Combustione nei motori a combustione spontanea - Andamento della combustione, diagramma pressioni angoli e significato delle derivate - Cause del ritardo e sua misura - Numero di cetano - Tipi di combustibili per motori a combustione spontanea - Dosature, rendimenti, pressione media - Condizioni limiti di funzionamento.

Iniezione nei motori a combustione spontanea, requisiti e problemi della iniezione - Sistemi di iniezione, pneumatica, diretta, ad accumulazione - Pompe ed iniettori - Tipi di camere di combustione, teste ad alta turbolenza, motori a precamera.

Dinamica del motore - Forze agenti sul basamento, vibrazioni, coppia di reazione - Coppia motrice, grado di irregolarità, volani.

Forze centrifughe, equilibramento statico e dinamico di alcuni alberi a gomito.

Forze alterne di inerzia - Analisi ed equilibramento.

*Compressori di gas.* — Trasformazioni dell'energia nelle macchine operatrici - Lavoro di compressione, lavoro minimo di compressione - Frazionamento della compressione ed interrefrigerazione - Portate, prevalenza - Campo di utilizzazione delle diverse operatrici e loro classificazione - Compressori volumetrici alternativi - Compressore monofase - Costituzione della macchina, distribuzione, valvole automatiche - Diagramma delle pressioni - Perdite di rendimento indicato: laminazioni, scambi termici, effetto dello spazio morto - Rendimento volumetrico - Influenza del rapporto di compressione sul rendimento volumetrico - Compressori polifasi - Costituzione della macchina con stantuffi a gradini - Compressori pluricilindrici - Refrigeratori intermedi - Compressori centrifughi - Compressori monostadio - Teoria approssimata unidimensionale - Effetto del numero finito delle pale - Rendimento idraulico ed adiabatico - Caratteristiche ideali e reali, coefficienti adimensionali di portata e di prevalenza - Comportamento del compressore a giri variabili - Linee di egual rendimento - Stabilità di funzionamento, caratteristica esterna, regime di pompaggio - Il ventilatore centrifugo come caso limite del compressore monostadio.

Criteri per la scelta di una macchina in base alle caratteristiche - Procedimento sommario di dimensionamento.

Compressori multipli centrifughi.

Costituzione delle macchine assiali, con particolare riguardo al ventilatore assiale - Caratteristiche dei compressori e dei ventilatori assiali.

## ELETTRONICA APPLICATA

(Prof. GIACINTO ZITO)

Nozioni generali sull'elettronica - Richiami sulla fisica dei solidi - Semiconduttori - Effetti di giunzione e contatto - Emissione termoionica, secondaria e fotoelettrica - Catodi a emissione termoionica.

Il diodo a emissione - Diodi a gas - Diodi a contatto e a giunzione - Applicazioni del diodo - Comportamento di elementi resistivi non lineari nei circuiti elettrici.

Il triodo - Studio del funzionamento - Parametri ed equazione caratteristica - Il triodo amplificatore - Il triodo oscillatore - Triodi a gas.

Transistori - Studio del funzionamento - Circuiti equivalenti - Parametri e caratteristiche - Circuiti con transistori - Stabilizzazione del punto di funzionamento.

Tubi con griglia schermo - Applicazioni fondamentali.

Nozioni tecniche generali sui tubi elettronici e sui dispositivi a semiconduttori - Cenni di tecnologia - Cenni di tecnica del vuoto.

Studio generale della reazione negli amplificatori - Stabilità degli amplificatori a reazione negativa.

Trasformazione di forme d'onda - Derivatori e integratori - Amplificazione di forme d'onda speciali.

Circuiti generatori di forme d'onda speciali con tubi e transistori - Multivibratore bistabile, monostabile, astabile - Multivibratore induttivo - Circuito di Miller e fantastron.

Sistemi di conteggio a elementi binari - Sistemi di reazione per conteggio non binario - Decadi ad alta velocità - Dispositivi di indicazione e di conteggio.

Tubi speciali per dispositivi di conteggio.

I transistori nei circuiti ad impulsi - Comportamento alle alte frequenze ed ai transistori. Circuiti equivalenti - Multivibratori con transistori - Stabilizzazione elettronica, di correnti e tensioni continue, con dispositivi a tubi e a transistori - Stabilizzazione di tensioni alternate - Conversione cc/ca con circuiti a transistori.

## ELETTROTECNICA - II

(Prof. ANTONIO CARRER)

### *Reti elettriche lineari.*

Definizioni - Leggi di Ohm e Kirchhoff - Risoluzione delle reti utilizzando le equazioni dei nodi e delle maglie, oppure delle sole maglie, oppure dei soli nodi - Sovrapposizione di effetti - Sorgente equivalente - Stella alimentata ai vertici - Trasformazione stella-polilatero - Trasformazione particolare - Potenze attive e reattive - Conduttanza fra nodi - Reciprocità - Dissipazione minima di energia.

### *Quadripoli lineari passivi.*

Definizioni - Equazioni - Relazioni fra coefficienti - Collegamenti di quadripoli di tipo vario - Inversione.

### *Linee a regime.*

Definizioni - Linea bifilare omogenea, a regime, a corrente costante. - Linea di lunghezza infinita - Linea di lunghezza finita - Linea aperta - Linea chiusa in corto circuito - Linea bifilare omogenea, a regime, a corrente alternata sinusoidale - Diagramma di Perryne e Baunn - Onde migranti - Onde stazionarie - Risonanza - Antirisonanza.

### *Transitori - Parametri concentrati.*

Circuiti con resistenza e induttanza, resistenza e capacità, resistenza, induttanza e capacità per applicazione di tensione costante e alternata sinusoidale - Casi particolari interessanti - Trasformatore - Considerazioni energetiche.

### *Transitori - Parametri distribuiti.*

Propagazione di onde elettromagnetiche guidate - Riflessione - Alimentazione con tensione costante di una linea di lunghezza finita, chiusa su impedenze di valore vario - Riflessione e rifrazione in un punto di discontinuità di una linea senza e con inclusi parametri concentrati - Separazione in due tratti da una linea sotto carico - Apertura di un corto circuito di una linea sotto carico - Considerazioni energetiche.

### *Campo di corrente statico.*

Definizioni - Leggi Ohm, Kirchhoff e Joule - Sorgente puntiforme - Più sorgenti puntiformi - Sorgente lineare finita - Sorgente lineare indefinita - Discontinuità del mezzo.

### *Campo Elettrostatico.*

Definizioni - Leggi - Discontinuità del mezzo - Condensatori - Relazioni fra resistenza e capacità in campi di configurazioni geometriche eguali - Carica puntiforme

- Più cariche puniformi - Cariche puntiformi e carica su sfera - Dipolo di cariche - Sfera conduttrice scarica, oppure carica, in campo originariamente uniforme - Spinterometro a sfere - Carica lineare finita - Carica lineare indefinita - Due cariche lineari, parallele, indefinite, di segni eguali, oppure opposti e relative deduzioni - Dipolo di linee - Corda di terra - Sistemi di più conduttori - Capacità parziali - Capacità di esercizio.

#### *Campo Magnetostatico.*

Definizioni - Leggi - F. e. m. di induzione - Legge della circuitazione - Materiali magnetici - Caratteristiche di magnetizzazione - Discontinuità del mezzo - Calcolo di elettromagneti - Calcolo di magneti permanenti - Corrente rettilinea indefinita - Più correnti rettilinee indefinite, parallele - Potenziale vettore - Formula di Ampère e calcolo del flusso - Campi particolari in mezzi diversi.

#### *Tensioni, forze ed energia nei campi elettrostatici e magnetostatici.*

Forze, tensioni e pressioni specifiche nel campo elettrostatico - Forze specifiche sulle superfici limiti - Energia e forze nel campo elettrostatico - Energia nel campo elettromagnetico - Autoinduzione - Mutua induzione - Forze meccaniche nel campo magnetostatico.

#### *Tracciamento dei campi.*

Generalità - Divergenza ed equazioni del potenziale - Campo unidimensionale - Campo bidimensionale - Trasformazione conforme - Procedimento indiretto - Procedimento diretto con la trasformazione di Schwarz-Christoffel - Procedimento grafico di Lehmann - Procedimento basato sul principio delle immagini - Procedimento della vasca elettrolitica.

#### *Campo variabile rapidamente.*

Equazioni di Maxwell - Discontinuità del mezzo - Onde elettromagnetiche piane - Densità di irradiazione dell'energia elettromagnetica.

#### *Correnti parassite - Isteresi - Perdite nei materiali magnetici e dielettrici.*

Correnti parassite in un conduttore cilindrico indefinito, in un conduttore indefinito limitato da un piano, in un fascio di conduttori inclusi in una scanalatura, in una lamiera molto sottile, in un cubetto - Lamiera schermo - Isteresi - Separazione delle perdite - Perdite di conduzione nei materiali dielettrici - Condensatore reale - Ponti di Wien e Wagner - Perdite nei materiali dielettrici per ionizzazione.

#### *Correnti alternate.*

Serie di Fourier - Sistema polifase simmetrico - Potenza - Sistema polifase dissimetrico - Operatore simbolico di sequenza di Fortescue - Campi rotanti.

#### *Curve luogo.*

Generalità - Retta luogo - Ordine di una curva luogo - Cerchio luogo - Coniche luogo - Cubica circolare luogo - Quartiche bicircolare luogo - Concoidi del cerchio luogo - Curve luogo di ordine elevato.

#### *Onde di tensione ad impulso.*

Definizioni - Misura di tensione con lo spinterometro a sfere - Rapporto di impulso - Probabilità di scarica - Oscillografo a raggi catodici - Tubo di scarica - Blocco elettrico - Concentrazione - Lente elettrica - Lente magnetica - Deviazione - Sensibilità - Divisori di tensione - Modello di rete - Asse dei tempi - Generatore di impulsi di tensione - Generatore di impulsi di corrente - Generatore combinato - Calcolo dei generatori di impulsi di tensione - Azioni meccaniche dovute a scariche atmosferiche - Propagazione di onde di tensione indotte da scariche elettriche atmosferiche.

#### *Appendice.*

Profili di raccordo particolare - Coefficiente di autoinduzione e di mutuainduzione particolari - Estinzione di un flusso in un nucleo massiccio di sezione retta rettangolare.

Il corso è integrato, con esercitazioni di calcolo sui vari argomenti svolti, con proiezioni e con visite a industrie elettromeccaniche e ad impianti elettrici.

## COSTRUZIONE DI MACCHINE E TECNOLOGIE

(Prof. GIUSEPPE POLLONE)

### *Costruzioni di Macchine.*

Proporzionamento dei collegamenti chiodati.

Resistenza dei collegamenti saldati.

Proporzionamento delle viti di unione e delle viti di manovra.

Proporzionamento degli assi e degli alberi - Proporzionamento dei perni e dei sopporti in relazione ai carichi su di essi agenti.

Scelta dei tipi di cuscinetti a rotolamento in base alla velocità di rotazione, alla natura del carico ed alla durata.

Giunti fissi per alberi - Progetto dei giunti a gusci, a dischi, e dei giunti flangiati per gli alberi in relazione al momento motore da trasmettere, ed all'eventuale forza assiale.

Giunti elastici - Tipi con cinghia continua, con anelli di cuoio con molle metalliche a lamina e loro progetto - Giunti semielastici a piuoli.

Giunto di Oldham - Giunti di Cardano, particolari costruttivi e calcoli relativi al loro proporzionamento.

Giunti di dilatazione.

Innesti a denti in due ed in tre pezzi - Loro proporzionamento.

Innesti a frizione - Vari tipi - Natura delle superficie di frizione - Coefficienti d'attrito - Pressioni specifiche ammissibili - Catene cinematiche impiegate per generare la pressione tra le superficie di pressione - Giunti utilizzanti azioni elettromagnetiche per provocare la pressione tra le superficie di frizione - Relazioni tra le coppie di attrito e le coppie da trasmettere.

Particolari costruttivi degli innesti a dischi semplici e multipli, degli innesti a cono semplice, degli innesti a doppio cono.

Innesti di frizione radiali centrifughi con superficie cilindriche e con superficie a gole - Innesti a frizione radiali centripeti e misti - Innesti a frizione a nastro ed a molla - Calcolo di proporzionamento dei tipi suddetti.

Giunti di sicurezza a frizione.

Ruote dentate cilindriche - Generalità sui profili dentati in relazione al loro impiego - Dentature ad evolvente normali e spostate - Calcoli di resistenza delle dentature limitando la sollecitazione alla base del dente o limitando la pressione specifica sui fianchi - Procedimento di calcoli approssimati - Procedimento di calcoli secondo la B.S.S.

Ruote dentate cilindriche elicoidali e bielcoidali - Ruote dentate coniche - Calcoli di resistenza delle dentature.

Coppia vite-ruota elicoidale - Tipi di viti - Proporzionamento della coppia.

Catene di trazione - Tipi di anelli e tipi articolati Galle - Calcoli di resistenza e proporzionamento delle ruote e dei tamburi per dette.

Catene di trasmissione - Tipi - Scelta della catena in base alla velocità lineare - Numeri dei denti minimo dei rocchetti e massimo delle ruote - Profili dei denti delle ruote per le catene comuni e per le catene silenziose.

Funi per verricelli, carrucole e tamburi, ganci.

Esercitazioni di calcolo e disegni.

### *Tecnologie.*

Materiali impiegati nella costruzione delle macchine - Classificazione secondo le caratteristiche chimiche, fisiche, tecnologiche.

Dimensioni nominali ed effettive - Strumenti e mezzi di misura.

Sistemi di tolleranza.

Tipi di collegamenti saldati - Materiali, possibilità e mezzi d'esecuzione.

Preparazione degli oggetti metallici per fusione - Materiali - Formatura.

Formatura di pezzi metallici per deformazione plastica, a caldo o a freddo, senza variazione di volume - Fucinatura - Laminazione - Trafilatura - Rullatura.

Lavorazione a freddo dei metalli con asportazione di truciolo - Utensili e materiali di cui sono costituiti - Caratteristiche - Velocità di lavoro.

Macchine operatrici a moto di taglio rotativo: Tornitrici, Foratrici, Alesatrici.  
Macchine operatrici a moto di taglio rettilineo: Limatrici e piallatrici, Fresatrici,  
Rettificatrici, Dentatrici.

### III ANNO

## MACCHINE ELETTRICHE

(Prof. ANTONIO CARRER)

### *Parte Prima. - Trasformatori.*

#### *Circuiti magnetici e correnti magnetizzanti.*

Trasformatori: monofase, trifase simmetrico, trifase asimmetrico, a cinque colonne, trifase a mantello - Circuito primario, se trifase, collegato a triangolo oppure a stella con neutro, ovvero a stella senza neutro senza che esistano altri avvolgimenti collegati a triangolo, oppure a stella senza neutro, ma con un avvolgimento terziario collegato a triangolo.

#### *Flussi principali, flussi dispersi e circuito equivalente.*

Loro caratterizzazione - Circuito equivalente - Coefficienti di autoinduzione relativi ai flussi dispersi per avvolgimenti cilindrici e discoidali, calcolati con procedimento diretto ovvero utilizzando l'espressione dell'energia elettromagnetica immagazzinata - Reattanza primaria, secondaria e totale.

#### *Sollecitazioni elettrodinamiche.*

Loro calcolo, basato sulla derivata dell'energia elettromagnetica, per avvolgimenti cilindrici e discoidali - Ripartizione della sollecitazione complessiva sui vari strati di conduttori.

#### *Sovratensioni.*

Studio della loro ripartizione, per sovratensione applicata di andamento alternato sinusoidale, allorchè si tiene conto delle sole capacità, e per sovratensione applicata ad onda di fronte rettangolare, allorchè si tiene conto delle capacità e delle induttanze - Onde stazionarie.

#### *Perdite per isteresi e per correnti parassite.*

Parziali e complessive.

#### *Diagrammi vettoriali.*

Diagrammi circolari di Kapp per intensità di corrente secondaria di intensità costante e circolare per angolo di fase costante.

#### *Carichi squilibrati.*

Funzionamento con carico prelevato da un solo avvolgimento di un trasformatore monofase a colonne, oppure da una sola fase, nei trasformatori trifasi simmetrico, asimmetrico, a mantello e a cinque colonne - Carico squilibrato di tipo qualsiasi - Avvolgimento terziario - Avvolgimento a Zig-Zag - Calcolo delle induttanze dovute ai flussi dispersi nell'avvolgimento a Zig-Zag.

#### *Trasformatori particolari.*

Autotrasformatori, trasformatori ausiliari elevatori e abbassatori di tensione, trasformatore di Scott.

#### *Funzionamento in parallelo.*

Gruppi di collegamento e funzionamento in parallelo di due o più trasformatori.

*Regolazioni di tensione.*

Sugli avvolgimenti principali, su un avvolgimento ausiliario - Accorgimenti costruttivi.

*Caratteristiche costruttive.*

Della parte magnetica, della parte elettrica, delle parti meccaniche e degli accessori.

*Raffreddamento.*

Naturale in aria, in olio, senza e con circolazione forzata.

*Caratteristiche dei materiali isolanti - Criteri di dimensionamento.*

Del circuito magnetico e dei circuiti elettrici - Ripartizioni delle perdite.

*Parte Seconda - Macchine a induzione.*

*Campi magnetici rotanti.*

Onde armoniche di f. m. m. rotanti ottenute con un sistema di correnti polifasi aventi, nell'induttore, ovvero nell'indotto numero di fasi, per paio di poli, intero o no.

*Schemi di avvolgimento.*

Monofasi, bifasi, trifasi di classi diverse.

*Analisi armonica.*

Di grandezze alternate di forma rettangolare, triangolare, trapezia e trapezia smussata.

*Teoria semplificata della macchina a induzione.*

Espressioni della f. m. m. di statore, di rotore e totale - Coefficiente di passo - Coefficiente di Blondel - Espressioni della f. e. m. in una fase - Flussi dispersi di auto e mutua induzione nelle scanalature, fra le teste dei denti e intorno ai collegamenti frontali di forme varie - Equazioni e circuito equivalente.

*Circuiti magnetici e correnti magnetizzanti.*

Induttore monofase - Determinazione del flusso induttore e della corrente magnetizzante - Cadute di f. m. m. nel traferro e fattore di Carter, nelle parti scanalate, nei gioghi - Induttore trifase - Determinazione del flusso induttore e delle correnti magnetizzanti per circuito induttore collegato a stella senza neutro ovvero a triangolo.

*Perdite per isteresi e per correnti parassite.*

Parziali e complessive nei gioghi, nei denti e addizionali.

*Diagrammi vettoriali.*

Di funzionamento e deduzione delle espressioni delle varie grandezze in funzione dello scorrimento - Diagramma circolare di Heyland-Osanna e rappresentazioni relative.

*Avvolgimenti di indotto in corto circuito.*

A gabbia di scoiattolo a una o più sbarre per fase e teorie relative, a sbarre profonde, a doppia gabbia e a gabbie multiple.

*Effetti dei campi armonici di ordine superiore al primo.*

F. e. m. di traferro - Momenti asincroni di ordine superiore al primo - Momenti sincroni - Scuotimenti.

*Autoeccitazione della macchina a induzione.*

A vuoto e a carico.

### *Macchine a induzioni speciali.*

Monofase, in cascata, polifasi alimentate da una linea monofase e macchine a induzione polifase multiple.

#### *Criteri di dimensionamento.*

Della parte magnetica, della parte elettrica e della parte meccanica.

### *Parte Terza - Macchine sincrone.*

#### *Reazione di indotto.*

Nelle macchine sincrone polifase e monofase - F. m. m. di indotto in asse e in quadratura con l'asse dell'induttore.

#### *Induttore e indotto.*

Particolari costruttivi nelle macchine sincrone isotropa e anisotropa.

#### *Calcolo magnetico.*

Cadute di f. m. m. nel traferro, nel polo induttore liscio, oppure a poli salienti, e nel giogo - Flussi dispersi fra i denti, nel traferro e intorno ai collegamenti frontali per induttori cilindrici e a poli salienti - Perdite addizionali - Caratteristiche magnetiche.

#### *Teoria semplificata della macchina sincrona isotropa.*

Funzionamento a vuoto - Diagrammi di Potier, circolare, di coppia, a V - Triangolo di Potier - Carico induttivo puro o capacitivo puro - Autoeccitazione.

#### *Teoria semplificata della macchina sincrona anisotropa.*

Funzionamento a vuoto - Diagrammi di Blondel, a lumaca di Pascal, di coppia - Carico capacitivo.

#### *Funzionamento in corto circuito.*

Corto circuito permanente simmetrico in una macchina sincrona trifase, in una fase di una macchina sincrona trifase, in una oppure due fasi di una macchina sincrona trifase con avvolgimento indotto collegato a stella, fra due morsetti di una macchina sincrona trifase con avvolgimento indotto collegato a triangolo - Corto circuito istantaneo nella macchina sincrona monofase - Oscillazioni di correnti libere - Corto circuito istantaneo simmetrico nella macchina sincrona polifase - Avvolgimenti smorzatori.

#### *Oscillazioni pendolari delle macchine sincrone.*

Pendolazioni naturali, dovute a oscillazioni della coppia, ovvero della frequenza di rete - Pendolazioni di due o più macchine sincrone collegate in parallelo - Pendolazioni auto adescate - Calcolo degli avvolgimenti smorzatori.

#### *Macchina sincrona monofase.*

Macchina monofase senza e con avvolgimento smorzatore - Caratteristiche costruttive dell'indotto e dell'induttore.

#### *Criteri di dimensionamento.*

Della parte magnetica, della parte elettrica e della parte meccanica.

### *Parte Quarta - Macchine a corrente continua.*

#### *Avvolgimenti di indotto.*

Avvolgimenti embricati - Collegamenti equipotenziali - Caratteristiche costruttive.

### *Calcolo magnetico.*

Caratteristica magnetica a vuoto - Flussi dispersi - Reazione di indotto - Caratteristica magnetica a carico - Avvolgimenti ausiliari e di compensazione - Caratteristiche costruttive inerenti al circuito magnetico.

### *Commutazione.*

Commutazione per resistenza - F. e. m. che intervengono nella commutazione - Caduta di tensione al condotto spazzole collettore - Commutazione lineare con avvolgimenti embricati ed ondulati, semplici e multipli - Zona di commutazione - F. m. m. ausiliarie e di compensazione e relative f. e. m. indotte - Correnti addizionali di corto circuito - Circuito magnetico dei poli ausiliari - Saturazione dei gioghi - Commutazioni mediamente lineare e a frazioni lineari secondo Dreyfus.

### *Caratteristiche di funzionamento della macchina a corrente continua.*

Con eccitazione indipendente, in derivazione, in serie, mista - Macchine che producono corrente costante.

### *Oscillazioni nelle macchine a corrente continua.*

Pendolazioni di motori - Oscillazioni di un generatore eccitato in derivazione, e di un generatore eccitato in serie incluso in un circuito contenente capacità e induttanza - Azione da condensatore per correnti forti.

### *Criteri di dimensionamento.*

Della parte magnetica, delle parti elettriche e delle parti meccaniche.

Il corso è integrato, con esercitazioni di calcolo, disegno e prove in laboratorio dei tipi di macchine elettriche fondamentali, con proiezioni e con visite a industrie elettromeccaniche e ad impianti elettrici.

## COMUNICAZIONI ELETTRICHE

(Prof. RENZO POSSENTI)

1. Scopo degli impianti di telecomunicazione - Natura dei messaggi da trasmettere - Concetto di informazione - Ridondanza - Rumore.
2. Trasmissione dell'informazione con sistemi analogici o digitali, a divisione di tempo o di frequenza.
3. Bande di frequenza necessarie per la trasmissione:
  - a) telegrafica
  - b) telefonica
  - c) radiofonica musicale
  - d) d'immagini fisse e in movimento.
4. Trasduttori elettroacustici.  
Trasduttori elettroottici.
5. Modulazione d'ampiezza; modulatori bilanciati.  
Modulazione di frequenza e di fase.
6. Propagazione di onde e. m.:
  - a) su linee bifilari (aerei, cavi a coppie simmetriche e a coppie coassiali); richiamo di formule e concetti già noti dal Corso di Elettrotecnica II
  - b) su guide d'onda
  - c) per irradiazione circolare o direttiva nella troposfera.

Antenne per ponti radio - Specchi ripetitori.

7. Caratteristiche d'impiego delle linee pupinizzate, delle coppie simmetriche e delle coppie coassiali in relazione alle costanti di trasmissione - Le variazioni termiche dell'attenuazione.

8. Telefonia a frequenza vocale - Circuiti a due fili ed a quattro fili - Teoria del trasformatore differenziale - Stabilità - Eco.

9. Distorsione di tipo lineare e di tipo non lineare - Correzione della distorsione di ampiezza e di fase a frequenza vocale e a videofrequenza.

10. La tecnica della reazione negativa negli amplificatori per sistemi di trasmissione su filo.

Gli amplificatori a impedenza negativa.

11. Principio di multiplex a trasposizione di frequenza - Modulazione a banda laterale doppia, singola e a banda laterale residua - Modulazione di canale e di gruppo (primario, secondario, terziario...) - Esame critico comparativo degli schemi di modulazione di ampiezza in relazione alla semplicità di filtraggio (scelta delle allocazioni delle bande modulanti rispetto alle vettrici).

12. Autoregolazione dei livelli nei sistemi multicanali - Onde pilota (di linea, di gruppo, primario o secondario).

13. Esame del sistema coassiale nazionale; lineamenti del progetto del sistema a 12 MHz.

14. Diafonia e rumore come fattori vincolanti nel progetto di sistemi multicanali.

15. La compressione della dinamica nei circuiti telefonici.

16. Sistemi di segnalazione sui circuiti telefonici.

17. Telefonia a onde convogliate; telesegnalazione e telemisure su linee elettriche.

18. Fornitura delle tensioni di alimentazione alle apparecchiature di trasmissione - Regolazione delle tensioni di alimentazione - Trasmissione dell'energia di alimentazione sulle linee di telecomunicazione - Gruppi elettrogeni di riserva e di continuità.

19. Protezione delle linee di telecomunicazione dai disturbi delle linee elettriche industriali.

## COSTRUZIONI IDRAULICHE

(Prof. BRUNO GENTILINI)

*Impianti idroelettrici.* — Generalità - Schemi tipici - Idrologia delle utilizzazioni industriali - Funzionamento degli impianti a regime - Producibilità - Comportamento degli impianti in moto vario - Opere di sbarramento (dighe - traverse) - Prese - Opere d'adduzione (canali, gallerie, condotte) - Centrali.

## IMPIANTI ELETTRICI - I e II

(Prof. RICCARDO GATTI)

*I. - Cenni storici.*

Breve panoramica sulle prime applicazioni ed il successivo sviluppo degli impianti elettrici di produzione, trasporto e distribuzione in Italia.

*II. - Richiami sui dielettrici ed i campi elettrici.*

Esame dei dielettrici solidi, liquidi ed aeriformi usati nella tecnologia degli impianti elettrici - Parametri caratteristici dei dielettrici suddetti in relazione al loro

impiego - Comportamento dei dielettrici sotto l'azione di grandezze sinusoidali ed impulsive; forme d'onda relative; metodi usati per ottenerle e registrarle.

Distribuzione del campo elettrico in un cilindro cavo di materiale dielettrico avente lunghezza indefinita e raggi  $r_1$  ed  $r_2$ ; condizioni di massimo cimento; perforazione del dielettrico.

Isolatori rigidi e sospesi: profili adottati in connessione al fenomeno della rifrazione - Catene di isolatori - Alterazione della distribuzione dei potenziali lungo i vari elementi di una catena di isolatori per effetto delle capacità parassite - Funzione degli anelli di guardia - Isolatori passanti a condensatore.

Dielettrici fluidi per riempimento di cavi ad alta tensione: anomalie ed angoli di perdita in detti.

Oli per trasformatori: requisiti e trattamenti; filtri pressa e supercentrifughe; misura della rigidità dielettrica degli olii.

Ionizzazione dei dielettrici gassosi per effetto corona e perdite relative: verifiche.

### III. - Materiali conduttori.

Metalli ed aggiunte correttive intesa a migliorarne le caratteristiche meccaniche - Caratteristiche meccaniche ed elettriche - Corde composte.

### IV. - Metodi per lo studio di sistemi polifasi.

Richiami di alcuni teoremi per lo studio delle reti - Metodo delle sequenze - Terne di sequenza diretta, inversa e nulla - Terne pure e spurie - Scomposizione di una terna qualsiasi nelle sue componenti simmetriche - Grado di dissimmetria - Esempi di applicazione del metodo delle sequenze allo studio di alcuni casi tipici: generatore con le tre fasi in corto circuito; generatore con una fase a terra; generatore con due fasi in corto circuito ma non a terra; generatore con due fasi in corto circuito ed a terra.

### V. - Linee.

Studio di un quadripolo a parametri distribuiti - Equazioni relative - Deduzione di metodi per uno studio di prima approssimazione e di altre successive.

Diagramma di regolazione di una linea - Rendimento della medesima - Regolazione della tensione mediante sincrono - Parametri caratteristici delle linee in relazione alla geometria ed ai materiali impiegati.

Nozione di capacità d'esercizio e di induttanza d'esercizio - Effetto di funi di guardie e/o di una seconda terna - Considerazioni sulla potenza naturale di una linea - Impiego di conduttori a fascio.

### VI. - Generalità sugli impianti elettrici.

Confronto, avuto riguardo alle perdite, tra i vari metodi di trasporto dell'energia elettrica: mediante corrente continua, corrente alternata monofase e corrente alternata trifase.

Scelta delle tensioni più convenienti per la produzione, il trasporto e la distribuzione di energia elettrica in base alla potenza, alla distanza ed agli altri fattori economici.

Impianti di produzione: idroelettrici a serbatoio e ad acqua fluente; termoelettrici equipaggiati con turbine a vapore, a gas, con diesel; geotermici ed elettronucleari.

Configurazione di un centro di produzione: generatori; sbarre di macchine; trasformatori.

Linee di interconnessione e di trasporto.

Connessione in parallelo di una macchina sincrona su una rete di potenza prevalente - Fenomeno dei battimenti - Condizioni che debbono essere soddisfatte per l'attuazione del parallelo - Modalità ed apparecchiature per il parallelo.

### VII. - La regolazione della tensione.

Necessità di regolare la tensione - Attuazione e caratteristiche di un dispositivo di regolazione.

Regolazione della tensione nei centri di produzione - Alternatore con carico rapidamente variabile - Velocità di risposta - Regolatori di tensione Tirril, Silverstad, Alstom, Pestarini; C.G.E., Brown Boveri - Cenno sulle amplidinamo usate come eccitatrici.

Regolazione della tensione in sede di smistamento e distribuzione - Impiego dei sincroni - Batterie di condensatori in derivazione - Batterie di condensatori in serie - Trasformatori a rapporto variabile sotto carico - Regolazione di ampiezza e regolazione di fase - Regolatori ad induzione.

#### VIII - *Organi di collegamento e di interruzione.*

Importanza del fattore tempo in corrente continua: comandi a gradiente di corrente - Cadute di tensione di un interruttore extra-rapido.

Interruzione di un circuito alimentato in corrente alternata - Caso del corto circuito e relazione tra corrente e tensione - Tensione di ritorno - Condizioni di massimo cimento - Tempo di ionizzazione - Interruttori a piccolo volume d'olio; camere di deionizzazione - Interruttori ad interruzioni multiple - Interruttori in aria compressa - Interruttori solenarc - Interruttori multipli Brown Boveri per altissime tensioni - La rottura di un carico trifase.

Collaudo degli interruttori - Metodi diretti ed indiretti per cicli ripetuti; sistema Alsthom - Capacità di rottura e potenza di rottura - Protezione mediante fusibili accoppiati ad interruttori di capacità di rottura limitata - I fusibili e la legge Maier - Correnti di fusione - Fusibili per alte tensioni (50 kV) - Collaudo dei fusibili - Estensione d'uso dei fusibili.

#### IX. - *La protezione degli impianti elettrici.*

Sovratensioni: trasversali, longitudinali; transitorie, permanenti; esterne, interne - Sovratensioni di origine interna e mezzi per prevenirle - Sovratensioni di origine esterna - genesi.

Protezioni a carattere preventivo: messa a terra del neutro; schermatura della rete; coordinamento dell'isolamento.

Protezioni a carattere repressivo: scaricatori; tubi ad espulsione.

Altre protezioni degli impianti elettrici - Caratteristiche di una protezione - Organi sensibili - Classificazione dei relé - Connessione dei relé mediante trasformatori di misura.

Protezione dei generatori - Protezione differenziale; relé differenziale compensato - Protezione di terra rotorica - Protezione di terra storica - Protezioni contro le sovratemperature - Relé di massima tensione e tachimetrici.

Protezione dei trasformatori: protezione differenziale; protezione del gruppo generatore-trasformatore; protezione di terra; protezioni contro le sovratemperature - Protezioni antincendio.

Protezione delle reti di distribuzione ad albero e ad anello - Relé watt-metrici direzionali - Protezioni a confronto di fase ed a confronto di distanza con e senza filo pilota - La protezione delle reti con neutro isolato: bobine di estinzione a risonanza ed a dissonanza.

#### X. - *Impianti di conversione.*

Impiego dell'energia elettrica sotto forma di corrente continua ottenuta mediante conversione di correnti alternate - Conversione attuata per mezzo di macchine rotanti - Conversione attuata mediante complessi statici.

Complessi statici: raddrizzatori a vuoto spinto per le alte tensioni.

Raddrizzatori poli-anodici a vapore di mercurio - Particolari campi di applicazione - Il raddrizzatore a vapore di mercurio in recipiente di vetro ed in cassa metallica - L'alimentazione primaria dei raddrizzatori: a semplice stella; a forca; a doppia stella con bobina di assorbimento - Rapporto di conversione in funzione del numero delle fasi - La commutazione - L'introduzione della griglia a scopo di regolazione della tensione e di intercettazione.

Il comando di griglia - Il raddrizzatore come invertitore mediante il comando di griglia - Il raddrizzatore come macchina da essere refrigerata - Problemi del vuoto e sua misura.

Altri complessi statici: tyatron, ignitron; raddrizzatori all'ossido di rame, al selenio, al germanio; giunzioni al silicio.

#### XI. - *Impiego degli accumulatori elettrici nelle centrali.*

Batterie al Pb ed al Ni-Cd - Loro caratteristiche - Rendimento in capacità - Rendimento in energia - Caratteristiche di carica e scarica.

## XII. - Nozioni di illuminotecnica.

Sorgenti di luce: ad incandescenza; ad arco in pressione atmosferica; ad arco in pressione ridotta; a scarica in gas nobili - Caratteristiche.

Lampade a scarica in atmosfera di vapori metallici - Lampade al sodio a bassa pressione - Lampade a vapore di mercurio a bassa pressione - Lampade a fluorescenza - Lampade a vapore di mercurio a media e ad alta pressione - Campi di applicazione - Rendimenti - Tecnologie relative - Esigenza d'impiego di reattori per un funzionamento stabile - Forme d'onda relative.

Problemi di illuminazione in ambienti al chiuso - Problemi di illuminazione stradale - Impianti alimentati in serie.

### A scelta:

## ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

### A scelta:

## APPLICAZIONI ELETTROMECCANICHE

(Prof. STEFANO GRECO)

Cenni storici sulla Trazione Elettrica.

Sistema di trazione con motori trifasi.

Sistema di trazione con motori a corrente continua eccitati in serie.

Sistema di trazione con motori a corrente continua eccitati in derivazione.

Sistema di trazione con motori monofasi a collettore.

Norme per l'ordinazione ed il collaudo dei motori di trazione.

Misure di grandezze non elettriche necessarie per l'esecuzione delle prove sui motori elettrici.

Determinazione del rendimento nei trasformatori.

Determinazione del rendimento nei motori asincroni.

Costruzione del diagramma di Heyland.

Prove di sovrariscaldamento - Prove di isolamento.

Misure del rapporto di trasformazione - Guasti e difetti di funzionamento.

Prove sulle macchine sincrone.

Caratteristiche delle macchine elettriche sincrone.

Determinazione del rendimento con metodo diretto.

Determinazione del rendimento con metodo semidiretto.

Determinazione del rendimento con metodo indiretto.

Prove sulle macchine a c. c. - Generalità.

Determinazione del rendimento e della caduta di tensione della dinamo eccitata indipendentemente.

Determinazione del rendimento per macchine in derivazione e serie.

Calcolo delle resistenze al moto di un convoglio ferroviario.

Diagramma medio di percorso.

Frenatura meccanica e reostatica.

Frenatura con recupero parziale e totale.

Cenni sulle metadinamo.

Metamotore a corrente costante.

Motori termici nella trazione - Trazione tranviaria, filoviaria, metropolitana.

Sospensione dei motori e trasmissione del moto.  
 Trasmissione con bielle parallele e trasmissione ad albero cavo.  
 Equilibramento delle masse rotanti.  
 Sottostazioni di conversione per il sistema trifase e monofase.  
 Sottostazioni di conversione per il sistema a corrente continua.  
 Impianti fissi.  
 Calcolo elettrico delle linee di contatto per trazione.  
 Determinazione del rendimento delle linee.  
 Verifica meccanica della stabilità delle linee.  
 Verifica della stabilità dei pali.  
 Apparecchiature elettriche delle motrici.  
 Proiezioni di diapositive e films per una migliore comprensione degli argomenti trattati nel programma.

Il corso è completato da esercitazioni nelle quali vengono svolti i seguenti argomenti:

Esercitazioni pratiche e numeriche sui motori di trazione.  
 Problemi elettrici e meccanici delle linee di contatto.  
 Calcolo delle potenze da installare a bordo dei locomotori.  
 Diagramma di un percorso.  
 Progetto di massima per centralizzare liquidi refrigeranti per lavorazioni su macchine utensili con particolare riguardo alla apparecchiatura elettrica.  
 Grandezze caratteristiche dei motori asincroni - Correnti assorbite - Collegamenti nella morsettiera dei motori asincroni trifasi.

#### **A scelta:**

## **CONTROLLI AUTOMATICI**

(Prof. LUIGI PIGLIONE)

1. Comando e regolazione - Considerazioni analitiche di carattere generale e sistemi di rappresentazione - Grandezze di comando e grandezze comandate - Disturbi e loro suddivisione - Sistemi normali e anomali - Regime stazionario e comportamento dinamico - Funzione di trasferimento - Esempi.

2. Sistemi normali in regime stazionario - Determinazione analitica e sperimentale delle funzioni di trasferimento - Rappresentazione mediante schemi a blocchi - Reazione negativa - Funzione di trasferimento equivalente di un sistema con reazione - Riduzione dei disturbi - Grandezza di confronto e errore - Alcuni cenni sui sistemi anomali in regime stazionario - Esempi.

3. Sistemi normali in comportamento dinamico - Riepilogo del metodo della trasformata di Laplace - Poli e zeri - Costante di tempo, rapidità di risposta, contraccolpo, smorzamento - Integrale di Fourier - Correlazione tra comportamento dinamico nel tempo e a regime armonico - Funzione di trasferimento in comportamento dinamico - Grandezze di comando: andamenti caratteristici - Stabilità dei sistemi di comando - Metodo di Routh - Sistemi del secondo ordine - Elementi di compensazione ad azione derivativa e integrativa, elementi di compensazione in reazione parziale.

4. Metodo del luogo delle radici - Significato e portata del metodo - Tracciamento del luogo delle radici - Analisi dell'effetto di poli e zeri introdotti da elementi di compensazione ad azione derivativa e integrativa - Determinazione degli elementi di compensazione - Diagramma di Nyquist - Analisi del comportamento del sistema dedotto dal diagramma di Nyquist - Cerchi  $M$  e  $\alpha$  - Elementi di compensazione e deduzione della loro funzione di trasferimento utilizzando il diagramma di Nyquist - Impiego dell'inverso della funzione di trasferimento - Diagramma di Bode - Margine

di fase - Rappresentazione approssimata del modulo della funzione di trasferimento mediante spezzate - Teoremi di Bode - Deduzione approssimata del margine di fase - Elementi ausiliari per il tracciamento esatto delle curve di attenuazione e di fase - Carte di Nichols - Analisi del comportamento del sistema dedotto dal diagramma di Bode - Elementi di compensazione e loro determinazione.

5. Sistemi anomali - Funzione descrittiva e sua applicazione - Sistemi a relé - Metodo del piano delle fasi - Studio di particolari condizioni di anomalità - Portata e limiti del metodo - Sistemi con informazione campionata - Calcolatrici analogiche ed elementi fondamentali - Impostazione dei problemi nella calcolatrice - Scale delle grandezze e dei tempi - Problemi relativi a sistemi anomali - Simulatori analogici.

6. Componenti - Componenti elettrici ed elettromeccanici - Motori e generatori elettrici - Amplificatori elettrici e magnetici - Componenti elettronici con illustrazione di particolari tipi - Sistemi e componenti meccanici - Sistemi e componenti idraulici, pneumatici e termici - Illustrazione dei componenti principali - Analogie di comportamento tra componenti elettrici e non elettrici - Sistemi e metodi di analogie.

**A scelta:**

## CALCOLATRICI E LOGICA DEI CIRCUITI

(Prof. GIUSEPPE REVIGLIO)

*Parte Prima - Logica dei circuiti.*

Circuiti di commutazione: generalità - Fondamenti di algebra Booleana: postulati e teoremi - Circuiti serie-parallelo - Metodi di minimizzazione - Sintesi dei circuiti - Circuiti multiterminali: analisi, sintesi e minimizzazione - Circuiti sequenziali: analisi, sintesi e minimizzazione - Realizzazione pratica dei circuiti logici: a diodi, tubi, transistor e nuclei magnetici.

*Parte Seconda - Calcolatori elettronici numerici.*

Sistemi di numerazione - Composizione dei calcolatori - Organi di memoria - Organi di ingresso e uscita - Organi di calcolo - Organi di comando e controllo - Programma di calcolo - Istruzioni e loro esecuzione - Esempi di programmazione - Sistemi di programmazione semiautomatica ed automatica.

## CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA CHIMICA

I ANNO

### SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

### MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

## FISICA TECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## ELETTROTECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## CHIMICA APPLICATA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

## CHIMICA ANALITICA

(Prof. ANGELO TETTAMANZI)

Richiamo delle proprietà chimiche e fisiche degli elementi e dei procedimenti d'analisi chimica qualitativa.

Fondamenti della chimica analitica quantitativa.

*Analisi ponderale.* — Dei metalli alcalini: potassio, sodio, ammonio; dei metalli: magnesio, calcio, bario, alluminio, ferro, cromo, manganese, nichel, cobalto, zinco, mercurio, piombo, bismuto, rame, cadmio, arsenico, antimonio, stagno, oro, platino, molibdeno, volframio, vanadio ed argento.

Procedimenti di separazione del sodio dal potassio; del calcio dal magnesio e dal bario; del ferro dall'alluminio e dal cromo e dal manganese; del manganese dal nichel e dal cobalto; del solfato di piombo dal solfato di bario; del bismuto dal rame; del rame dal cadmio, dell'arsenico dall'antimonio e dallo stagno; dell'antimonio dallo stagno; del molibdeno dal vanadio e dal volframio.

Analisi di leghe e di acciai.

Procedimenti di determinazione ponderale degli alogenuri e degli acidi: cianidrico, carbonico, ossalico, fosforico, nitrico, solforico, e silicico.

Procedimenti di analisi ponderale dei composti organici semplici o alogenati, azotati e solforati.

*Analisi volumetrica.* — Alcalimetria ed acidimetria.

Metodi di determinazione dei principali alcali: idrossidi, carbonati, e bicarbonati e degli acidi: cloridrico, nitrico, solforico, fosforico, acetico, ossalico e borico.

*Ossimetria.* — Determinazione del ferro, del vanadio, del manganese, del calcio, dei perossidi.

*Iodometria.* — Determinazione degli alogeni, dei clorati, dei perossidi, dei cromati, del rame.

*Argentometria.* — Determinazione degli alogenuri, dei cianuri e solfocianuri.

*Microchimica* polarografica, colorimetrica e spettrofotometrica.

*Analisi dei gas.* — Determinazione dei costituenti i principali gas industriali: anidride carbonica, ossido di carbonio, ossigeno, idrogeno, idrocarburi pesanti, idrocarburi leggeri.

Analisi del gas di cokeria, del gas di città, del gas d'acqua e del gas di conversione.

*Esercitazioni di chimica analitica.* — Analisi qualitativa dei principali cationi ed anioni, secondo i sei gruppi analitici ed analisi ponderale dei principali cationi ed anioni.

Analisi volumetrica degli alcali e degli acidi più importanti.  
Analisi iodometrica degli alogeni ed argentometrica degli alogenuri.  
Analisi di gas illuminante, dell'idrogeno ed ossigeno, del metano.

## CHIMICA ORGANICA

(Gli studenti che non abbiano già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

### II ANNO

## CHIMICA FISICA

(Prof. ERNESTO DENINA)

*Complementi di termodinamica.* — Studio generale delle trasformazioni - I fattori di Tensione e Capacità dell'energia e l'Entropia - Sintesi e generalizzazione dei principii fondamentali della termodinamica - Caratteristiche delle trasformazioni isoterme - Energia libera e potenziali termodinamici - Equazione di Helmholtz e le altre equazioni fondamentali - Metodo comparato dei cicli di due isoterme - Equilibrio termodinamico, equilibrii metastabili e falsi equilibrii.

*Statica dei sistemi chimici.* — Leggi fondamentali della termochimica - Equilibrio omogeneo e le sue leggi - Isoterma di Van t'Hoff e scatola di equilibrio - Costanti entropiche e integrazione dell'equazione di Clapeyron - Integrazione dell'equazione di Van t'Hoff, di Le Châtelier, ecc. - Integrali entalpici e integrali entropici - Proprietà dei calori specifici - Calcolo polinomiale e costanti chimiche di Nernst - Equazione completa per il calcolo dell'equilibrio chimico - Principio di Nernst e di Planck - Equazione approssimata di Nernst - Critica comparata dei metodi di calcolo di un sistema chimico - Esempi di sistemi particolarmente interessanti nella tecnica.

*Termodinamica dei sistemi eterogenei.* — Legge delle fasi e rappresentazione grafica degli equilibrii eterogenei - Teoria geometrica dei diagrammi di stato e norme per la loro costruzione e lettura - Applicazione al diagramma Ferro-Carbonio e altri principali tipi di diagrammi di stato - Metodi fisici di studio dei sistemi eterogenei - Principali applicazioni dei diagrammi di stato.

*Cinetica chimica.*— Velocità di reazione - Equilibrio statistico - Calcolo della velocità di reazione - Ordine di una reazione e metodi comparati di determinazione - Influenza della temperatura sulle velocità di reazione - Teoria di Arrhenius, concetto di energia di attivazione e suo successivo sviluppo - Discussione del processo di attivazione - Attivazione per urto e reazioni pseudomolecolari - Reazioni a catena e natura dei centri attivi - Reazioni fotochimiche e rendimento quantico.

*Catalisi.* — Meccanismo dell'azione catalitica - Coefficiente di temperatura e azione mediale - Catalisi eterogenea ed attivazione dei catalizzatori per contatto - Veleni e catalisi negativa.

*Sistemi dispersi.* — Fenomeni superficiali ed adsorbimento - Equazione termodinamica di Gibbs - Teorie cinetiche dell'adsorbimento - Isotherma di adsorbimento - Soluzioni superficiali - Sistemi colloidali - Proprietà e classificazione generale dei colloidi - Fenomeni elettrosuperficiali - Potenziale elettrocinetico e punto isoelettrico - Stabilità dei colloidi - Flocculazione e azioni protettive - Geli - Cenni sulle emulsioni.

*Teoria delle soluzioni.* — Proprietà termodinamiche delle soluzioni - Soluzioni ideali e soluzioni reali - Classificazione e teoria delle varie soluzioni - Concetto di attività - Soluzioni elettrolitiche - Dissociazione elettrolitica - Richiamo delle nozioni elementari di idrolisi, solubilità, influenza di solubilità, potere tampone, ecc. - Teoria elementare della conduzione elettrica - Conducibilità specifica e conducibilità equivalente - Metodi di misura - Numero di trasporto vero e di Hittorf - Metodi conduttometrici di misura e di analisi - Cenni sulla teoria di Debye per gli elettroliti forti.

*Termodinamica dei sistemi elettrochimici.* — Energia libera e f. e. m. - Equazione di Gibbs-Helmholtz - Differenza di potenziale elettrodo-elettrolita - Cinetica del passaggio della elettricità attraverso un contatto eterogeneo - Reazione elettrochimica e struttura dello strato di transizione - Potenziale elettrolitico - Tensione di soluzione elettrolitica di Nernst - Potere di ossido-riduzione di un elettrodo - Scala dei potenziali elettrolitici.

## MACCHINE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA

(Prof. AGOSTINO GIANETTO)

1. Principi e metodi per la classificazione e la caratterizzazione di sistemi di particelle solide.

2. Bilanci di energie e relative applicazioni - Studio dei problemi di fluidodinamica applicati all'industria chimica: trasporto liquidi e gas e relative misurazioni e controlli; agitazione e mescolamento; decantazione; classificazione; centrifugazione; filtrazione in letti granulari e porosi, fluidizzazione.

3. Richiamo ai concetti termodinamici più ricorrenti nello studio e progettazione degli impianti chimici: potenziali chimici, fugacità, attività, ecc.; rassegna delle principali leggi fisiche, chimico fisiche e chimiche che governano i sistemi ad uno o più componenti e fasi - Diagrammi rappresentativi.

4. Concetto delle operazioni unificate con riferimento ai vari problemi pratici e calcoli grafici ed analitici mediante il concetto degli stadi di equilibrio.

5. Trasporto di proprietà in sistemi monofasi: trattazione simultanea del trasferimento di materia, calore e quantità di moto per trasporto molecolare e per turbolenza, con o senza generazione interna, in regime stazionario e transitorio - Metodi di calcolo dei coefficienti di trasporto e richiami alle più recenti ricerche per l'interpretazione di questi fenomeni.

6. Studio dei fenomeni di trasporto per analisi dimensionale e analisi per meccanismi - Rassegna ed interpretazione dei principali numeri adimensionali: Fattore di attrito e Numeri di Reynolds, Nusselt, Sherwood, Frandtl, Schmidt, Peclet, Grashof, Froude, ecc. - Correlazioni per l'interpretazione dei fenomeni di trasporto nelle varie configurazioni geometriche e condizioni fluidodinamiche - Analogia tra i trasporti delle varie proprietà: Reynolds, Colburn, Martinelli, ecc.

7. Trasferimenti interfase di proprietà; equazioni di progetto per calcolo di scambiatori di calore e scambiatori di materia continui - Definizioni dei coefficienti globali di scambio e metodi per la loro determinazione con riferimento agli apparecchi impiegati sia per i problemi di trasferimento di calore (richiamo ai fenomeni di radiazione) sia per il trasferimento di materia - Metodi di progettazione mediante definizione di « altezza della unità di trasporto » e di « numero di unità di trasporto » - Sviluppo per tutte le varie operazioni unificate - Concetti di efficienza.

8. Trasporto simultaneo di materia e calore: diagrammi igrometrici, metodi di progetto di torri di umidificazione, di impianti di condizionamento ed apparecchiature di essiccamento - Richiamo alle caratteristiche ed al comportamento delle varie sostanze nei processi di essiccamento.

9. Trasporto simultaneo di materia e calore: studio dei problemi di evaporazione, concentrazione e cristallizzazione.

## CHIMICA INDUSTRIALE - I e II

(Prof. ROLANDO RIGAMONTI)

*Resa dei processi chimici.* — Concetti generali, influenza dei vari parametri.

*Equilibri chimici.* — Calcolo della resa massima in equilibri omogenei ed eterogenei - Equilibri concatenati - Equilibri tra fasi condensate: soluzioni a due, tre e quattro componenti.

*Cinetica chimica.* — Influenza sulla resa - Cinetica dei processi omogenei - Reazioni consecutive e reazioni parallele - Cinetica degli equilibri chimici - Cinetica delle reazioni eterogenee: influenza dei processi di diffusione - Mezzi per aumentare la velocità delle reazioni.

*Catalizzatori.* — Principi generali - Teorie sul loro funzionamento - Fenomeni di assorbimento - Metodi di preparazione - Attivatori e supporti - Cinetica delle reazioni catalizzate.

*Apparecchiature di reazione.* — Apparecchiature per reazioni omogenee ed eterogenee, per reazioni continue e discontinue: reattori in cascata - Reattori catalitici - Apparecchi per alte pressioni - Problemi termici relativi ai reattori - Metodo generale di controllo e di regolazione.

*Idrogeno.* — Processi industriali di preparazione: elettrolisi dell'acqua, azione del vapore d'acqua su metalli o metalloidi, conversione del gas d'acqua, liquefazione dei gas di cokeria e di raffineria, reazione di idrocarburi con ossigeno o con acqua.

*Aria.* — Teoria dei processi di liquefazione - Procedimenti tecnici di liquefazione, di separazione e frazionamento dei costituenti: azoto, ossigeno e gas rari.

*Ammoniaca.* — Ottenimento del gas di cokeria - Sintesi degli elementi; processi ad alta, media e bassa pressione.

*Acido nitrico.* — Procedimenti industriali dal nitrato sodico, dall'aria, dall'ammoniaca - Acido nitrico concentrato.

*Concimi azotati.* — Solfato, nitrato e fosfato ammonico; urea; calcicianammide: preparazione ed azotazione del carburo di calcio.

*Zolfo.* — Estrazione da zolfo nativo, da piriti e dal gas illuminante - Solfuro di carbonio.

*Acido solforico.* — Processi alle camere di piombo e catalitici.

*Anidridi solforosa e carbonica.* — Preparazione di anidride solforosa liquida - Ottenimento di anidride solforosa dai gas diluiti - Solfiti, idrosolfiti, bisolfiti - Preparazione di anidride carbonica liquida e di ghiaccio secco.

**Cloruro, carbonato ed idrato sodico.** — Generalità e preparazione del salgemma e del salmarino - Carbonato sodico con processi Le Blanc e Solvay - Idrato sodico per caustificazione del carbonato; elettrolisi del cloruro sodico - Ipocloriti, clorati e perclorati.

**Alogeni e derivati.** — Procedimenti di preparazione del cloro, del bromo e dello iodio - Acido cloridrico dal cloruro sodico e di sintesi - Cloruro di zolfo, fosgene; tetracloruro di carbonio.

**Fosforo e derivati.** — Preparazione del fosforo e dell'acido fosforico - Industria dei perfosfati e concimi fosfatici.

**Concimi potassici.** — Silvina, carnallite, salino.

**Metalli alcalini ed alcalino terrosi.** — Sodio, potassio calcio: Preparazione dei metalli e di alcuni sali: solfati, solfuri, persolfati - Acqua ossigenata - Magnesio: preparazione del metallo e del carbonato - Bario: preparazione dei sali.

**Metalli pesanti.** — Rame: preparazione industriale dei suoi sali - Cromo e manganese: preparazione dei loro sali, dei cromati e dei permanganati - Alluminio: preparazione dell'allumina e del solfato di alluminio.

**Boro e derivati.** — Acido borico, borato e perborato sodico.

**Colori minerali e pigmenti.** — Caratteristiche generali e potere coprente - Principali pigmenti inorganici bianchi, azzurri, gialli, rossi.

**Le reazioni organiche.** — Calcolo dei calori di formazione, della energia libera di formazione e delle costanti termiche per i prodotti organici.

**Idrogenazione.** — Vari tipi di idrogenazione - Calore di reazione ed energia libera - Catalizzatori - Apparecchi di reazione.

**Deidrogenazione.** — Metodi generali - Catalizzatori - Apparecchiature - Deidrogenazione di idrocarburi e di alcoli.

**Ossidazione.** — Problemi termici - Catalizzatori - Ossidazione di idrocarburi e di aldeidi.

**Alogenazione.** — Calore di reazione ed energia libera - Cinetica - Metodi generali di alogenazione - Clorurazione di idrocarburi - Preparazione di fluoroderivati.

**Solfonazione.** — Problemi termici -  $\pi$  di solfonazione - Apparecchiature.

**Nitrazione.** — Tonalità termica - Fenomeni di decomposizione - Miscele nitranti - Apparecchiature - Ricupero degli acidi esauriti.

**Amminazione.** — Riduzione dei nitrogruppi - Sostituzione di gruppi OH, Cl, ecc. - Reazioni ed equilibri - Apparecchiature.

**Esterificazione e saponificazione.** — Tonalità termiche ed energia libera - Metodi per aumentare la resa - Apparecchiature - Preparazione di esteri da olefine e da aldeidi.

**Disidratazione ed idratazione.** — Dati termici e termodinamici - Catalizzatori - Apparecchiature - Disidratazione di alcoli ed idratazione di olefine.

**Alchilazione.** — Dati termici - Metodi generali - Alchilazione di idrocarburi, di ammine, di alcoli (esterificazione) - Vinilazione.

**Sintesi Friedel e Crafts.** — Meccanismo della reazione - Applicazione ad idrocarburi ed a prodotti ossigenati - Effetto delle modalità operative - Apparecchiature.

**Ossosintesi.** — Reazioni, prodotti ottenibili, catalizzatori.

**Polimerizzazioni.** — Generalità sugli alti polimeri - Determinazione del peso molecolare e delle polidispersità - Poliaddizione e policondensazione - Catalizzatori - Procedimenti industriali.

**Petrolio e sua lavorazione.** — Distillazione, craking, reforming - Benzina di idrogenazione e di polimerizzazione - Degasolinaggio dei gas naturali - Lubrificanti: correttivi ed additivi.

**Etilene e derivati.** — Ottenimento di olefine - Ottenimento di alcoli, epossidi, alogenoderivati ecc. dalle olefine e derivati ottenibili da tali prodotti.

*Acetilene.* — Preparazione - Derivati: aldeide acetica, acido acetico, anidride acetica, acetati, ecc.; cloruro di vinile, acetato di vinile; trielina, ecc.

*Sintesi da ossido di carbonio ed idrogeno.* — Sintesi Fischer-Tropsch - Alcool metilico ed aldeide formica - Acido formico e formiati.

*Grassi vegetali ed animali.* — Caratteristiche, estrazione, raffinazione, indurimento.

*Acidi grassi.* — Preparazione per scissione dei gassi e per ossidazione delle paraffine - Processi di estrazione - Glicerina.

*Saponi.* — Costituzione ed azione detergente; preparazione - Detergenti sintetici, emulsionanti e schiumeggianti.

*Zuccheri.* — Zucchero di canna e di bietole; estrazione e raffinazione; lavorazione del melasso - Glucosio; preparazione da amido e da cellulosa.

*Amido.* — Costituzione ed estrazione.

*Industrie fermentative.* — Fermenti, lieviti e muffe - Alcool etilico ed alcool assoluto - Fermentazione glicerina, lattica, aceton-butilica e citrica.

*Cellulosa.* — Costituzione ed estrazione dal legno con processi al bisolfito, alla soda, al solfato ed al cloro; sbianca e nobilizzazione - Industria della carta.

*Fibre artificiali.* — Processi alla nitrocellulosa, alla viscosa, cuproammoniacale, all'acetilcellulosa; fibre poliammidiche, poliviniliche, poliacriliche, poliestere, ecc.

*Resine naturali e sintetiche.* — Resine cellulosiche, fenoliche, ureiche, amminiche, ammidiche, alchidiche, viniliche, stiroliche, acriliche, cumaroniche, oppanolo, politeni, linoleum, teflon e siliconi.

*Gomma.* — Generalità sullo stato elastico - Estrazione e lavorazione della gomma naturale - Gomme sintetiche, buna, metilcaucciù, neopreme, ecc.

*Catrame di carbon fossile.* — Distillazione e lavorazione dei prodotti ottenuti - Benzolo dal gas illuminante - Idrocarburi aromatici dal petrolio.

*Composti organici aromatici.* — Benzolo ed omologhi: derivati clorurati, nitrici, amminici, solfonici - Fenoli - Acidi aromatici - Naftalina e derivati - Antracene ed antrachinone.

*Sostanze coloranti.* — Costituzione - Coloranti nitrici; azoici del trifenilmetano, dell'antrachinone, indigoidi, allo zolfo, metodi di tintura.

*Esplosivi.* — Caratteristiche - Esplosivi inorganici, nitroderivati organici alifatici ed aromatici - Detonanti.

## IDRAULICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## METALLURGIA E METALLOGRAFIA

(Prof. AURELIO BURDESE)

### *Metallurgia generale.*

*Diagrammi di stato.* — Applicazione dei principi chimico-fisici ai sistemi di interesse metallurgico - Interpretazione dei diagrammi binari e ternari - Metodi di rilevamento dei diagrammi di stato: prove dilatometriche e termiche - I fondamentali diagrammi di stato dei sistemi metallici.

*Struttura dei metalli.* — I reticoli metallici - Composti interstiziali e composti intermetallici - Teoria di Hume-Rothery - Soluzioni solide per sostituzione e per intrusione - Trasformazioni cristalline - Metodi röntgenografici e loro applicazioni allo studio strutturistico dei metalli - Microstruttura e macrostruttura delle leghe metalliche - Analisi microscopica: pulitura, attacco ed esame delle superfici.

*Processi di lavorazione dei materiali metallici.* — Fusione, disossidazione e colata dei bagni metallici - Struttura dei lingotti e loro controllo - Cavità, eterogeneità, ritiro - Sbozzatura dei lingotti - Trattamenti di lavorazione plastica a caldo ed a freddo - Fenomeni di incrudimento - Controllo dei pezzi - Lavorazione meccanica all'utensile - Sistemi di collegamento: chiodature, saldature continue e per punti e loro effetto sulla struttura e sulla resistenza alla corrosione - Caratteristiche meccaniche delle zone di collegamento.

*Trattamenti termici.* — Ricottura, normalizzazione, tempra - Influenza della velocità di raffreddamento sulle strutture di tempra - Bagni di tempra ed atmosfere protettive - Tempre speciali e tempre isoterme - Tecnica ed automazione dei processi di tempra - Drasticità di tempra e temprabilità di tondini - Prova di Jominy - Controllo dei pezzi temprati - Rinvenimento - Tecnica del rinvenimento - Fenomeni di maturazione e invecchiamento.

*Trattamenti di indurimento superficiale.* — Tempra superficiale - Cementazione - Trattamenti termici dopo cementazione - Caratteristiche di impiego e controllo dei pezzi cementati - Nitrurazione: processi usuali di nitrurazione e nitrurazioni speciali - Controllo e impiego dei pezzi nitrurati.

*Comportamento in opera dei materiali metallici.* — Condizioni di lavoro e deterioramenti possibili di vari organi - Effetto di inclusioni, soffiature, inneschi meccanici di cricche - Effetto prodotto da tensioni interne - Fenomeni di fatica a flessione e torsione alterna - Morfologia delle superfici di rottura a fatica - Rottura ad urto - Comportamento dei materiali metallici ad alta temperatura - Fenomeni di scorrimento viscoso a caldo e prove di creep - Fenomeni di fragilità a bassa temperatura.

#### *Materiali ferrosi.*

*Acciai al carbonio.* — Classificazione unificata - Acciai dolci ed extra dolci - Acciai al carbonio per cementazione e per tempra superficiale - Acciai da bonifica, acciai al carbonio per bulloneria, lamiere, taglianti, utensili ed usi speciali.

*Acciai e leghe speciali.* — Influenza degli elementi leganti sul diagramma ferro-carbonio e sulle posizioni dei punti critici - Simbologgiatura UNI - Acciai al nichel, cromo e nichel-cromo: struttura, caratteristiche meccaniche e di impiego, temprabilità, resistenza alla ossidazione - Acciai al silicio, silicio-manganese, cromo-silicio - Struttura, caratteristiche di impiego: acciai per molle e per valvole di motori a combustione interna - Leghe ferro-silicio e loro caratteristiche magnetiche ed elettriche - Acciai legati contenenti molibdeno, vanadio, titanio, cobalto - Acciai per utensili - Acciai al tungsteno - Acciai e leghe rapide - Superleghe e loro impiego in motori a turbina e generatori di vapore ad alta temperatura - Caratteristiche meccaniche e resistenza alla ossidazione ad alta temperatura - Fenomeni di ossidazione accelerata.

*Ghise.* — Classificazione e struttura delle ghise - Ghise grigie, bianche, trotate - Ghise da getto - Ghise legate e loro trattamenti termici - Ghise refrattarie e resistenti alla corrosione - Ghise meceanitiche e sferoidali - Trattamenti di malleabilizzazione della ghisa - Ghise speculari per processi di disossidazione e ferroleghie.

#### *Metalli non ferrosi.*

*Alluminio.* — Alluminio di prima fusione e raffinal - Leghe leggere da getto contenenti rame e silicio e loro struttura - Tecnica della fusione di leghe di alluminio - Leghe da trattamento termico - Duralluminio - Caratteristiche meccaniche e di impiego - Trattamenti di bonifica.

*Rame.* — Rame greggio e rame elettrolitico - Effetto della presenza di piccole quantità di ossigeno nella struttura e sulle caratteristiche del rame - Bronzi e ottoni - Effetto della presenza di alluminio sulla loro struttura - Caratteristiche meccaniche e lavorabilità - Bronzi speciali.

*Piombo.* — Piombo d'opera e piombo raffinato - Leghe a base di piombo: per caratteri da stampa, per saldatura, per accumulatori - Metalli bianchi e leghe anti-frizione - Relazioni tra loro struttura e caratteristiche di impiego.

*Zinco.* — Zincature e protezioni anodiche - Leghe con stagno e alluminio, leghe Zama.

*Magnesio.* — Leghe con alluminio e zinco, elektron.

*Titanio.* — Titanio e leghe speciali per usi aeronautici.

*Nichelio.* — Nichel elettrolitico - Nichel depolarizzato per elettrodi - Leghe con rame e cromo.

#### *Esercitazioni.*

Rilevamento dei diagrammi di stato e dei punti critici per via termica e dilatometrica - Analisi magnetica e determinazione dei punti Curie.

Analisi röntgenografica applicata a problemi di interesse metallurgico - Spettrogrammi di polveri - Calcolo delle costanti reticolari e metodi di indagine su monocristalli - Diagrammi Laue e rilevamento dei fenomeni di tensione interna - Analisi elementare per fluorescenza di raggi X.

Metallografia: preparazione dei campioni per analisi macro e micrografiche: pulitura, attacco elettrolitico, attacco con reattivi micrografici - Esame metallografico della struttura di acciai comuni e speciali sottoposti a vari trattamenti termici o a trattamenti di indurimento superficiali - Metallografia delle leghe di rame, alluminio, piombo, zinco.

Esami macrografici: saggio Baumann ed osservazioni di superfici di rottura tipiche, cricche, inclusioni od altri difetti di fabbricazione.

Prove meccaniche a trazione e flessione - Misure di durezza superficiale e prove microdurometriche.

### III ANNO

#### IMPIANTI CHIMICI

(Prof. UGO FASOLI)

1. Impianti per la manipolazione dei solidi, criteri generali per la loro determinazione e calcolo.

Frantoi a martelli fissi e oscillanti, mulini a pendolo a denti, a sfere, mulini auto-classificatori.

Classificatori a vaglio ed a vento - Sili e relativi equipaggiamenti rompiponte - Sili automiscelatori - Estrattori e dosatori a peso ed a volume.

Trasportatori a nastro, a tazze, a coclea pneumatici ed a vibrazione e relativi campi di applicazione e di convenienza.

2. Immagazzinamento fluidi, campo di applicazione dei vari tipi di serbatoi e di gasometri - Richiamo ai criteri di calcolo e di ottimazione - Serbatoi cilindrici orizzontali e verticali, serbatoi sferici, gasometri a tetto galleggiante - Vari sistemi di montaggio saldatura e ricottura in loco.

3. Calcolo di una rete di distribuzione, valore dei principali coefficienti, perdite di carico attraverso i diversi organi di passaggio.

Tipi di pompe e compressori, caratteristiche, applicazione e calcolo dei valori essenziali.

Pompe a pistone, a eccentrico, ad ingranaggi, a vite, a settori oscillanti, a lobi rotanti - Pompe centrifughe, ventilatori assiali e radiali - Pompe autoadescenti e sommerse, pompe dosatrici, eiettori, pompe a diffusione - Esempi di applicazione.

4. Organi di intercettazione - Valvole, saracinesche (a vite esterna ed interna), rubinetti a maschio (conico e sferico), a farfalla, a canotto - Valvole di non ritorno e di sicurezza (ad azione ed a comando indotto) - Scaricatori di condensa, indicatori di livello, giunti di dilatazione.

Staffe, passerelle e cunicoli - Determinazione e calcolo dei principali profili di otturatore in relazione con le caratteristiche generali di impianto.

5. Segnatura secondo le varie norme internazionali e relative prescrizioni - Organi di collegamento, flange, giunti a 3 pezzi, giunti rapidi.

Tipi di guarnizione - Premistoppa a guarnizione ed a soffietto, premistoppa meccanico ed a labirinto in relazione alla pressione o al grado di vuoto, alla temperatura, alla velocità dell'albero o dello stelo, al tipo di apparecchio, ed infine alle caratteristiche di tenuta prescrivibili.

6. Moto in letti porosi, fluidi e fissi - Calcolo e valore di alcuni coefficienti delle perdite di carico per moti ad uno e a due fluidi - Concetti di bilancio idrodinamico e di bilancio di scambio di materia - Vari concetti di velocità limite.

Varie forme costruttive e applicazioni - Assorbitori continui, forni a turbolenza, idrovagli e decantatori, rigeneratori, torri a riempimento vario, analogie tra i vari comportamenti dal punto di vista idrodinamico.

7. Agitatori ad ancora, a elica, a turbina, a pale mobili e fisse - Concetto di grado di miscelazione, calcolo e scelta in relazione alla capacità del recipiente, alla viscosità, ed alla densità relativa dei mezzi da miscelare.

8. Criteri generali di distinzione e di calcolo delle varie installazioni con scambio di calore per irraggiamento, per conduzione, per convezione - Valori di alcuni coefficienti - Forni, problemi di scambio di calore con preminenza dell'irraggiamento - Ribollitori a fuoco diretto - Riscaldamento a fuoco diretto in apparecchiature statiche.

Criteri di ripartizione del carico termico tra la parte radiante e la parte convettiva.

Caldaie a ricupero di calore.

9. Varie forme di scambio termico tra parete: liquido o gas, stagnanti od in moto; vapore condensante; liquido in ebollizione.

Moti convettivi - Apparecchiatura - Scambio in contro ed equicorrente, od in corrente mista.

Tubi concentrici e fasci tubolari.

Scambiatori a testa flottante ed a U - Prescrizioni secondo varie norme internazionali, criteri di distinzione tra tubi mandrinati, tubi saldati e tra le varie forme costruttive.

Serpentini interni ed esterni, circolazione naturale e forzata.

Alcuni valori di coefficienti globali.

10. Impianti di concentrazione a più effetti od a termocompressione, forme costruttive, criteri di calcolo e di ottimizzazione - Concentratori a velo sottile.

Esempi pratici di applicazione, valore di alcuni coefficienti - Organi di comando, riduttori verticali a velocità variabile, regolati a distanza o automaticamente, e relativi supporti.

Forme costruttive dei reattori, supporti, attacchi standard.

11. Trasmissione di massa ed impianti relativi - Criteri generali di distinzione e di calcolo.

Impianti di assorbimento, distillazione, estrazione liquido liquido, liscivazione, condizionamento, essiccamento, cristallizzazione.

Analogie, applicazioni miste, criteri generali di scelta e di ottimizzazione - Relazione tra il grado di varianza, le variabili effettive e l'esistenza, la necessità ed il tipo di stadi.

Distinzione tra impianti continui e discontinui, uniformi, a stadi, e relativi sistemi di calcolo.

12. Torri a riempimento e torri a piatti - Criteri di scelta e di applicazione - Forme costruttive - Tipi di riempimento, piatti ridistributori - Calcolo di un piatto a campanelle e determinazione del diametro, altezza, affondamento e numero delle campanelle.

Tipo, forma, dimensione, altezza ed affondamento del discendente distribuzione sul piatto e calcolo dell'efficienza.

Torri ispezionabili dall'interno, organi di assiemaggio e tenuta idraulica dei piatti in relazione ai diversi materiali, nonché alle temperature e pressioni di esercizio.

13. Esercizio di un impianto di frazionamento - Organi di controllo, regolazione e comando - Sistemazione dei refrigeranti, dei recuperatori, dei ribollitori, delle pompe di alimentazione, di estrazione, di riflusso - Richiamo al calcolo dei piatti con i vari sistemi e campo di applicazione di ciascuno di essi.

14. Estrazione liquido liquido con normali reattori e separatori a fiorentina - Estrattori continui a torre, vari tipi di comando a galleggiante e di regolazione - Estrattori centrifughi e sistemi misti.

15. Lisciviazione e lavaggio a caldo o a freddo, con o senza pressione - Forme costruttive - Lisciviatori a tazze, a nastro, a coclea.

16. Condizionamento, raffreddamento per evaporazione sistemi di calcolo - Torri di raffreddamento dell'acqua in ciclo chiuso a tiraggio naturale, o forzato, in aspirazione od in compressione.

Campi di applicazione e limiti di convenienza - Sistemi di suddivisione e contatto - Separazione delle gocce, e principali tipi di ventilatori usati.

Condizionatori per magazzini, per locali di lavorazione e per uso civile - Valori principali di esercizio.

17. Cristallizzatori per raffreddamento esterno o per autoraffreddamento - Relazione tra la differenza di concentrazione e di temperatura, la velocità di cristallizzazione, la grandezza dei cristalli formati ed il tipo di impianto.

Cristallizzazione per la purificazione o per la semplice separazione del prodotto e relativi tipi di impianto, di ciclo e di condizioni di funzionamento.

18. Essiccatoi ad armadio a tunnel, a tazze, a nastro, a tamburo rotante, a cilindri, a spruzzo.

Bilanci principali in un essiccatoio e criterio di scelta del tipo di impianto e delle condizioni di funzionamento in relazione al contenuto iniziale di acqua o di impregnato generico ed alle caratteristiche eventuali di quest'ultimo in relazione alle condizioni finali prescrivibili, alle tensioni superficiali e di capillarità, alla termosensibilità del prodotto da essiccare.

Essiccatoi sotto vuoto, applicabilità del vuoto alle varie forme costruttive, analogia tra l'essiccamento sotto vuoto e l'essiccamento a spruzzo.

19. Depolverazione ad umido, a secco ed elettrostatica - Vari tipi di cicloni e loro calcolo - Campi di applicazione dei vari tipi, in relazione soprattutto alle dimensioni delle particelle da separare.

20. Concetti principali della filtrazione e calcolo.

Filtri pressa a telai ed a dischi - Filtri rotanti a tamburo con pannello interno o esterno ed a dischi - Filtri a sabbia, a candela, a sacco, a rete.

Filtri sotto vuoto od a pressione: continui o discontinui - Campi di applicazione in relazione alle caratteristiche fisiche alle concentrazioni, al valore dei prodotti in gioco ed alle portate - Vari tipi di mezzi filtranti - Filtri addensatori e chiarificatori - Filtri essiccatoi - Schemi misti.

21. Centrifughe - Addensatori, chiarificatori e filtri - Calcolo meccanico e relazione invariante tra numeri di giri e resistenza dei materiali - Limiti di convenienza, campi di applicazione - Sistemi continui e semicontinui.

22. Impianti frigoriferi ad assorbimento e a compressione.

Sistemi speciali per bassi salti termici e per vari fluidi frigoriferi - Impianti continui di produzione del ghiaccio.

23. Servizi generali - Centrali termiche tradizionali e centrali a fluidi speciali Diphyl, olio diatermico e vari.

Centrali di pompaggio, di compressione, di raffreddamento - Impianti di distribuzione.

24. Materiale da costruzione - Leghe e metalli puri - Tipi di ghise, di acciai semplici e placcati - Materiali non metallici e in particolare gres, smalto, elettrografite e polimeri sintetici.

Applicazioni ai vari tipi di impianti già esaminati.

25. Fabbricati dal punto di vista funzionale e topografia degli impianti e dei servizi, in relazione alle caratteristiche ed al volume della produzione.

26. Organizzazione generale - Distinzione tra industrie utenti e industrie produttrici di impianti chimici - Analisi dei costi. Progettazione, costruzione, esercizio, manutenzione e considerazioni generali - Formule pratiche e concetti generali di ottimizzazione.

## CHIMICA INDUSTRIALE - I e II

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel 2° anno).

### ELETTROCHIMICA

(Prof. ERNESTO DENINA)

*Introduzione generale.* — Richiamo di concetti elementari sugli elettroliti e sulle elettrolisi: Leggi di Faraday, rendimenti e Voltmetri.

*Potenziali elettrochimici.* — Richiamo dei principi fondamentali di termodinamica - Reazione elettrochimica ed elettrodi reversibili di varia specie - Struttura dello strato di transizione e potenziale elettrocinetico - Catena voltaica e Catena elettrochimica - Misura assoluta e misura pratica dei potenziali elettrolitici - Elettroidi campione - Determinazione della reazione elettrochimica dal comportamento chimico e fisico dell'elettrodo.

*Potenziali di diffusione.* — Cenni sul problema generale, varie possibilità di soluzioni matematiche e significato fisico relativo - Pile di concentrazione - Corto circuito elettrolitico e misure pratiche.

*Polarizzazione ed elettrolisi.* — Elettrodi polarizzabili e forza contro elettromotrice di polarizzazione - Corrente residua - Capacità di polarizzazione - Curva di polarizzazione e di depolarizzazione - Elettrolisi visibile - Curva caratteristica (i, V) - Cinetica della reazione elettrochimica e sopratensione elettrolitica - Discussione delle cause di sopratensione e della relazione tra densità di corrente e sopratensione - Corrente limite - Metodi di misura sperimentale - Squilibri anodici e passivazione - Discussione dei vari aspetti della passività elettrochimica - Condensatori e raddrizzatori elettrolitici - Elettrodi bipolari e setti metallici - Polarizzabilità di un elettrodo e distribuzione delle linee di corrente (potere penetrante) in un bagno di elettrolisi - Reazioni elettrochimiche successive concomitanti.

*Studio completo di un elettrodo.* — Natura statistica della reazione elettrochimica caratteristica e corrente di scambio - Reazione elettrochimica principali e reazioni secondarie - Isopolarizzazione e potenziali misti - Comportamento elettrochimico generale di una superficie metallica - Coppie locali - Corrosione elettrochimica - Discussione del meccanismo, delle cause e dei mezzi di prevenzione.

*Pile.* — Caratteristiche generali e principali tipi di pile - Pile invertibili e accumulatori - Principali tipi di accumulatori - Applicazione della teoria allo studio completo delle reazioni nell'accumulatore al piombo.

*Determinazioni elettrometriche.* — Applicazioni varie - Elettrodi per la misura del pH - Elettrodo a vetro - Titolazioni varie - Principi di polarografia.

*Applicazioni Tecniche della elettrolisi.* — Studio dei depositi cattedici - Anodi insolubili e anodi solubili - Modalità di soluzione degli anodi e formazione di precipitati anodici - Comportamento delle impurità nel bagno e agli elettrodi - Studio completo di un bagno di elettrolisi.

*Discussione delle principali lavorazioni elettrochimiche.* — Processi di ossidazione e riduzione elettrolitica - Elettrolisi dei cloruri alcalini - Processi di raffinazione elettrolitica di metalli con particolare esempio del rame - Processi di elettrometallurgia per via acquosa con particolare esempio dello zinco - Elettrolisi dei sali fusi caratteristiche peculiari e esempio di discussione del processo di elettrolisi dell'alluminio - Cenno sulla elettrochimica dei gas.

*Principi di elettrotermia.* — Forni elettrici di vario tipo - Principi teorici del forno a arco e dei forni a induzione.

## COSTRUZIONE DI MACCHINE E TECNOLOGIE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

**A scelta:**

## MISURE CHIMICHE E REGOLAZIONI

(Prof. MAURIZIO PANETTI)

*Apparati e metodi di misura.* — Prontezza, sensibilità e precisione di un dispositivo di misura - Metodi di deviazione e metodi di zero.

*Elementi della teoria degli errori.* — Errori sistematici ed errori casuali - Scarti ed errori - Funzione di Gaus - Diversi tipi di errori - Calcolo dell'errore di una grandezza funzione di più altre - Errori assoluti ed errori relativi - Propagazione degli errori - Calcolo degli errori col metodo dei minimi quadrati.

*Misura delle temperature.* — Termometri a gas, a liquido, a dilatazione di solidi - Termometri a resistenza - Coppie termoelettriche e misura delle relative f.e.m. - Pirometri ottici: a radiazione totale e a radiazione parziale.

*Misura delle pressioni;* manometri metallici e speciali.

*Misura delle portate* a perdita di carico variabile e ad area variabile - Manometri differenziali - Misuratori di portata a flusso paralizzato.

*Misura di livelli.* — Indicatori pneumatici, differenziali - Regolatori ad induzione, a galleggiante, magnetici.

*Analisi continua.* — Misura dell'indice di rifrazione secondo Pulfrich e secondo Abbe - Analizzatori in continuo: metodi diretti e metodi di confronto.

*Analizzatori in continuo per la misura* di densità di gas, di viscosità e di consistenza.

*Spettroscopia di assorbimento.* — Legge di Lambert e legge di Beer: validità e limiti - Fotometria di precisione - Nefelometria e turbidimetria - Misura di fluorescenza - Colorimetri, fotometri e spettrofotometri - Diversi tipi di fotocellule - Fotomoltiplicatori - Spettrofotometri di Beckman e di Coleman.

*Analizzatori nell'IR* a filtrazione negativa e positiva - Sensibilazione ai diversi tipi di gas - Analizzatori in continuo.

*Assorbimento nell'UV*: apparecchi continui.

*Assorbimento nel visibile*: apparecchi continui.

*Introduzione ai metodi elettrochimici di misura*. — Misure di pH e potenziometriche - Diversi tipi di elettrodi - Apparecchi per titolazioni potenziometriche - Apparecchi in continuo.

*Capacità elettrica*: analizzatori capacitativi in continuo.

*Conduttometria*: apparecchi per misura di conducibilità - Titolazioni conduttometriche e grafici relativi per diversi tipi di reazioni - Apparecchi in continuo - Analisi di gas per via conduttometrica e apparecchi in continuo.

*Coulombometria*. — Strumentazione relativa - Procedimenti analitici - Apparecchi in continuo.

*Analisi per fluorescenza con raggi X*.

*Resine scambiatrici di ioni cationiche ed anioniche*. — Applicazione alla separazione delle terre rare.

*Cromatografia* su colonna, su carta di assorbimento, elettrocromatografia.

*Gascromatografia*. — Generalità, colonne, supporti liquidi di ripartizione, diversi tipi di rivelatori (a conducibilità termica e a ionizzazione di gas) - Celle di conducibilità - Termistori e resistori - Risposta della cella a conducibilità - Proprietà geometriche delle celle - Circuiti di misura - Gascromatografia in continuo: apparecchi della Beckman, della Electrodynamics, della Davis, della Perkin-Elmer.

*Spettrometria di massa*. — Principi ed apparecchiature - Metodi analitici - Spettrometri in continuo.

*Metodi termometrici*. — Termobilancia - Analizzatore di gas tipo termofluxe.

*Conducibilità termica* e analizzatori di gas in continuo per determinazioni di idrogeno, ossigeno, anidride carbonica, ossido di carbonio, anidride solforosa e metano.

*Analizzatori in continuo* di ossigeno, di anidride carbonica e di umidità.

*Analizzatori in continuo* per la determinazione della silice e della durezza di un'acqua.

*Regolazione automatica*. — Elementi costitutivi di un sistema di controllo - Sistemi aperti e sistemi chiusi - Caratteristiche dell'impianto da regolare - Caratteristiche dei sistemi di regolazione - Regolazione tutto o niente, ad azione proporzionale, integrale, e derivata - Curva del valore potenziale - Regolazione ad azioni combinate - Risposta dei regolatori ad azione proporzionale, integrale, derivata rispetto a variazioni (a gradino, sinusoidale) della variabile misurata.

## **A scelta:**

### **TEORIA E SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI**

(Prof. GIOVANNI SARACCO)

1. Tecnica di risoluzione dei problemi.
2. Stechiometria e relazioni di composizione.
3. Il comportamento dei gas ideali.
4. Tensioni di vapore - La vaporizzazione - Effetto della temperatura nelle tensioni di vapore - I diagrammi della tensione di vapore - Diagrammi con sostanza di riferimento - Calcolo delle proprietà critiche delle sostanze - Pressioni critiche e tensioni di vapore dei composti organici - Tensione di vapore di liquidi non miscibili - La legge di Raoult - Soluti non volatili.

5. Solubilità e cristallizzazione - Dissoluzione - Solubilità di solidi che non formano solvati - Solubilità di solidi che formano solvati con punti congruenti e con punti incongruenti - Cristallizzazione.

6. Bilanci di materia.

7. Termofisica - Energia interna, esterna e di transizione - Unità energetiche - Bilanci energetici - Entalpia e bilancio di calore - Il calore specifico dei gas - Equazioni empiriche dei calori specifici dei gas e dei liquidi - Il calore di vaporizzazione - Il calore di vaporizzazione dai diagrammi con sostanze di riferimento - Effetto della pressione sul calore di reazione - Calori di reazione a pressione costante e a volume costante - Effetto della temperatura sul calore di reazione - Cambiamenti di entalpia in reazioni con differenti temperature - Temperature di reazione - Reazioni adiabatiche e non adiabatiche.

8. Gli equilibri nelle reazioni chimiche - Equazioni termodinamiche - Calcolo delle costanti di equilibrio - La conversione di equilibrio.

9. Cinetica - Velocità di reazione - Variabili influenzanti la velocità di reazione - Interpretazione dei dati cinetici nei sistemi di discontinui e continui.

10. Introduzione al progetto dei reattori chimici - Classificazione dei reattori secondo le caratteristiche operative e geometriche - Equazioni di progetto dei reattori discontinui, continui tubolari e a caldaia, semicontinui - Velocità spaziale e tempo di reazione - Reattori omogenei ed eterogenei.

11. Reattori omogenei discontinui a caldaia - Isoterme, non isoterme e adiabatiche.

12. Reattori omogenei continui - Reattori tubolari isoterme e non isoterme - Reattori a caldaia singoli od in serie.

13. Reattori semicontinui - Densità costante - Reazioni del 1° ordine e di ordine superiore.

14. Catalisi e cinetica catalitica - I catalizzatori solidi - Fasi della catalisi - Il concetto di HRU.

15. Trasferimento di materia e calore dei reattori - Introduzione - Trasferimento di calore nei reattori discontinui - Trasferimento di calore e materia nei reattori continui omogenei - Trasferimento di calore radiale nei reattori a letto fisso - Trasferimento di materia nei letti fissi - Trasferimento di calore e materia tra particelle solide e un fluido.

16. Progetto dei reattori catalitici per reagenti gassosi.

17. Il principio di similitudine.

18. Criteri di similitudine ed equazione di progetto.

## **CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA AERONAUTICA**

### **I ANNO**

#### **SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

## FISICA TECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## ELETTROTECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## CHIMICA APPLICATA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

## TECNOLOGIA MECCANICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

## DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo abbiano già seguito sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

## II ANNO

### AERODINAMICA

(Prof. ALDO MUGGIA)

Considerazioni generali sui moti dei fluidi e dei corpi solidi nei mezzi fluidi - Discussione sull'influenza della viscosità e della compressibilità del fluido - I fluidi come mezzi continui - Equazioni di continuità, della quantità di moto, dell'energia - Proprietà dell'entropia e della rotazionalità - Velocità del suono.

Moti incompressibili piani - Metodo delle singolarità e metodo delle trasformazioni conformi - Campo attorno a un profilo alare - Teorema di Kutta-Joukowski - Teoria dei profili sottili e poco curvi, determinazione del campo attorno a un dato profilo e del profilo che realizza una data distribuzione di pressione - Applicazioni.

Moti incompressibili tridimensionali - Campo attorno a un solido di rotazione - Applicazioni - Teoria dei vortici - Ali di apertura finita - Determinazione del campo aerodinamico attorno a un'ala di grande o di piccolo allungamento - Applicazioni - Cenni sull'influenza dell'ala sulla scia e sui piani di coda.

Influenza della compressibilità nei moti subsonici - Applicazioni.

Moti supersonici piani - Teoria lineare - Applicazione allo studio dei profili alari, dei moti in condotti, dei getti.

Moti supersonici piani - Teoria esatta - Proprietà delle caratteristiche - Riflessione delle caratteristiche su pareti rigide e su pareti fluide - Onde d'urto e loro proprietà - Applicazioni a problemi vari - Studio dei profili con la teoria di seconda approssimazione.

Moti supersonici tridimensionali - Studio del campo attorno a solidi di rotazione e ali.

Cenni sui moti transonici e ipersonici - Regole di similitudine.

# AERONAUTICA GENERALE

(Prof. ATTILIO LAUSETTI)

Esplorazione dell'Atmosfera - Troposfera e Stratosfera - Variazione della temperatura e della pressione con la quota.

Studio teorico dell'Atmosfera in riposo: atmosfera ideale isoterma, adiabatica, politropica - Aria tipo internazionale.

Livellazione barometrica - Formula di Laplace - Riduzione di barogrammi in aria tipo.

Aerostato ideale a volume o a peso di gas costante - Plafond - Uso della zavorra - Dominio statico della quota - Regimi di pressione nell'interno dell'aerostato - Conseguenze delle variazioni di temperatura e di pressione sulla salita e discesa dell'aerostato.

Tipi di elicottero in uso: a un solo rotore, a due rotori, a reazione, ecc. - Teoria elementare dell'elica sustentatrice - Potenze necessarie e disponibili nel volo verticale - Velocità ascensionali e quote di tangenza in volo verticale.

Il governo verticale, laterale e direzionale dell'elicottero.

Passo collettivo e passo ciclico del rotore.

Moto di flappeggiamento delle pale - Cerniera di flappeggio e di resistenza.

Volo rettilineo uniforme orizzontale o ascendente dell'elicottero - Potenze necessarie e potenze disponibili velocità massima, di massima salita e quota di tangenza in volo non verticale - Diagramma riassuntivo delle caratteristiche di volo dell'elicottero.

Regimi di volo anormali - Discesa in regime vorticoso, a paracadute, a mulinello - Diagramma di Low - Diagramma di Haffner per lo studio dei regimi di discesa.

Forze e Momenti aerodinamici - Polare dell'Ala - Polare del velivolo.

Equazioni generali del moto uniforme del velivolo - Il volo librato - Polare delle velocità - Velocità limite - Velocità minima di sostentamento con e senza ipersostentatori - Spinte necessarie al volo.

Caratteristiche di impiego del turboreattore - Caratteristiche di volo del turbogetto - Tempi di Salita - Quota di tangenza teorica e pratica.

Potenze necessarie al volo a quota zero e alle diverse quote - Assetto di potenza minima e di minimo consumo chilometrico.

Il motore d'aeroplano - Variazione della potenza con la quota.

Geometria dell'elica - Calettamento - Passo geometrico ed aerodinamico - Avanzamento per giro - Formule di Rénard - Diagrammi dell'elica - Teoria impulsiva dell'elica - Teorema di Froude.

Potenze disponibili con elica a passo fisso e con elica a passo variabile a numero di giri costante - Coppia di reazione e coppia giroscopica dell'elica - Nomogramma di Eiffel - Nomogramma di Rith - Adattamento dell'elica al velivolo - Turboelica - Potenze disponibili equivalenti - Determinazione sperimentale della Polare del velivolo dalle prove di volo.

Autonomia del velivolo ad elica in aria calma - Diagramma di utilizzazione - Momento di trasporto - Indice di consumo chilometrico - Influenza del vento sull'autonomia - Il volo ad efficienza costante - Diagramma di marcia.

Autonomia e durata dell'aviogetto - Determinazione sperimentale delle condizioni di autonomia massima - Il volo ad assetto costante.

Resistenze e trazioni durante la fase di rullaggio - Assetto ottimo di rullaggio - Spazio di decollo del velivolo terrestre - Atterramento su ostacolo - Mancato decollo - Norme ICAO sul decollo - Portanza e Resistenza idrodinamica degli scafi di idrovolante - Spazio e tempo di decollo dell'idrovolante.

Equilibrio e stabilità statica longitudinale del velivolo - Stabilità del Tutt'ala, del senza coda e del velivolo normale con coda - Stabilità a comandi liberi e bloccati - Posizioni limiti posteriori e anteriori del baricentro - Momento di cerniera - Compensazione delle superfici mobili - Influenza dell'elica e delle prese d'aria sulla stabilità.

Effetto diedro - Momenti di rollio e imbardata dell'ala a diedro negli assetti deviati - Valutazione pratica dell'effetto diedro complessivo del velivolo.

Manovra degli alettoni - Velocità angolare di rollio a regime - Fase transitoria - Influenza della deformazione elastica dell'ala - Velocità di inversione degli alettoni.

Stabilità e manovrabilità direzionale a comandi liberi e bloccati - Trazione asimmetrica.

Volo non uniforme nel piano di simmetria - Raggio minimo di curvatura - Fattore di contingenza - Traiettorie ondulate Lanchester - Diagramma di manovra ICAO.

Moti curvi del velivolo - Virata piatta - Virata corretta - Raggio minimo di curvatura - Momenti precessionali di inerzia nella virata - Instabilità pendolare - Instabilità spirale.

Il volo in aria agitata - Raffica istantanea - Raffica graduale - Rilievi sperimentali sulla raffica - Diagramma di raffica ICAO.

L'autorotazione e suo studio sperimentale - La vite - La velocità verticale di discesa - Caduta in vite - Equilibrio al beccheggio - Avvitamento simmetrico - Manovre per entrare ed uscire dalla vite - Esperienze su modelli in volo libero.

## MACCHINE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## COSTRUZIONE DI MACCHINE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

## IDRAULICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## TECNOLOGIE AERONAUTICHE

(Prof. LUIGI LOCATI)

*I - IV Anno - Fondamenti.*

*Processi tecnologici fondamentali* (particolari aspetti di questi processi nelle costruzioni aeronautiche).

Tecniche di fusione e di colata.

Requisiti dei getti, speciali controlli; relazioni fra progettista e fonditore.

Trattamenti termici e processi per diffusione.

Lavorazione a caldo; particolari osservazioni sulle leghe leggere e sulla fucinatura delle superleghe.

Lavorazione per deformazione a freddo, incrudimento, ricristallizzazione.

Lavorazione da truciolo; limiti di lavorabilità, rugosità superficiale.

*Processi tecnologici speciali.*

Tecnica di fusione nel vuoto, microfusione, shell-molding.

Lavorazione per elettroerosione.

Processi di incrudimento superficiale.

Lavorazione di grossi pezzi strutturali e di particolari di forma complessa.

Saldature, incollaggi.

Sinterizzazione.

*Materiali metallici.*

Principali acciai, acciai ad altissima resistenza.

Leghe leggere e ultra leggere.

Acciai inossidabili.  
Leghe termoresistenti.  
Titanio.

*Materiali non metallici.*

Elastomeri (naturali e sintetici).  
Sostanze plastiche (termoindurenti e termoplastiche).  
Tecnologie speciali.  
Applicazioni speciali (tubi, guarnizioni freno, tettucci, ecc.).  
Applicazioni antivibranti.  
Stampi in materiale plastico.

*Proprietà particolari.*

Resistenza al calore - Stabilità strutturale, stabilità dimensionale.  
Resistenza a fatica - Leggi fondamentali; requisiti di disegno; comportamento dei vari materiali; processi per incrementare la resistenza.  
Resistenza all'usura - Usura abrasiva, usura adesiva, erosione - Esempi: (canne e segmenti; camme e punterie; fretting corrosion).

*II - VI Anno - Complementi (per aeronautica avanzata e missilistica).*

*Problemi di resistenza termica.*

Proprietà di breve e lunga durata (rientro).  
Calore aerodinamico - Shoc termico.  
Materiali altamente refrattari - Conduttività.  
Sinterizzazione - Infiltrazione - Metalloceramica.

*Problemi di resistenza alla fatica.*

Danno cumulativo - Spettri di carico.  
Fatica sonora (sollecitazione - random).  
Fatica a breve durata.

*Materiali e problemi speciali.*

Grafite.  
Nidi d'ape (leghe leggere e inossidabili).  
Lubrificazione solida.  
Bassissime temperature.  
Materiali di ablazione.

### III ANNO

## MOTORI PER AEROMOBILI

(Prof. FEDERICO FILIPPI)

Caratteristiche e particolarità dei motori per impiego aeronautico; prestazioni; parametri caratteristici.

Endoreattori a propellenti liquidi e solidi, calcolazioni relative; propellenti; camere di combustione; sistemi alimentazione e iniezione combustibile; fenomeni di instabilità della combustione; effusori; refrigerazione; regolazioni della spinta.

Autoreattori; calcolazioni relative; diffusori subsonici e supersonici; stabilizzazione della fiamma; combustori; funzionamento in condizioni non di progetto; regolazione.

Turboreattori, calcolazioni relative; turbocompressori; combustori; turbine; funzionamento in condizioni non di progetto; regolazione; turboreattori a due flussi; metodi per l'incremento della spinta; cenni descrittivi; combustibili; circuito combustibile.

Turboeliche; calcolazioni relative; funzionamento in condizioni non di progetto; relazione; cenni descrittivi.

Motori alternativi; calcolazioni relative; motori ad alimentazione normale, non compressore a comando meccanico, con compressore comandato da turbina a gas di scarico, composti; cenni descrittivi; refrigerazione; carburazione.

# COSTRUZIONI AERONAUTICHE

(Prof. PIETRO MORELLI)

Geometria e nomenclatura del velivolo e delle sue parti - Funzione delle diverse parti - Architettura del velivolo: esigenze che la definiscono.

Influenza delle caratteristiche geometriche e ponderali del velivolo sulle principali caratteristiche di volo.

Condizioni di carico in volo poste a base del progetto strutturale - Diagrammi V-n - Determinazione delle forze esterne che sollecitano il velivolo nel suo complesso e le sue varie parti.

Caratteristiche dei materiali aeronautici di impiego più corrente.

Richiami di Scienza delle Costruzioni e di Teoria dell'Elasticità con particolare riferimento alle strutture aeronautiche: Flessione - Taglio e Torsione di travi a sezione sottile aperta e chiusa.

Travi a pareti sottili resistenti al taglio e correnti resistenti assialmente, sollecitate a taglio e a flessione.

Cenno sui fenomeni di instabilità elastica nei pannelli piani compressi nel loro piano e nei pannelli soggetti a forze tangenziali distribuite sul contorno.

Cenno sui fenomeni di instabilità locale e sulla instabilità torsionale delle aste, a sezione aperta sottile, compresse.

Cenno sul campo di tensione diagonale nei pannelli piani sollecitati tangenzialmente sul contorno, e sulle sollecitazioni conseguenti negli elementi di riquadro.

*L'Ala.* — Longheroni, centine, rivestimento - Diversi tipi di strutture alari - Attacchi - Alettoni, ipersostentatori, freni aerodinamici - Serbatoi sganciabili - Diversi tipi di installazioni antighiaccio.

*Fusoliera.* — Fusoliere reticolari, a guscio, a falso guscio, geodetiche - Collegamento ala-fusoliera.

*Impennaggi.* — Diverse forme e posizioni - Compensazione aerodinamica - Equilibramento statico e dinamico delle superfici mobili - Strutture.

*Organi di comando.* — Trasmissioni rigide e flessibili - Servocomandi e comandi assistiti - Particolari di progetto e di costruzione.

*Apparato propulsore.* — Propulsori ad elica (castello motore - tubazioni di scarico e di alimentazione - impianti di utilizzazione dei gas di scarico, refrigerazione, lubrificazione - capottature) - Propulsori a reazione (castello motore - prese d'aria - impianti di refrigerazione e lubrificazione - Razzi a liquido e a polvere - Razzi per la propulsione normale e loro installazione - Razzi per il decollo assistito) - Installazioni varie (impianto combustibile - comandi - avviamento).

*Organi per l'involo e l'arrivo.* — Galleggianti e scafi (caratteristiche idrodinamiche - stabilità in acqua - realizzazione strutturale) - Carrelli (architettura - la ruota orientabile - comportamento al rullaggio - ruote e pneumatiche - freni - ammortizzatori - lo «schimmy» - carrelli fissi e retrattili: dispositivi di retrazione).

*Cabina di pilotaggio.* — Installazione degli strumenti e dei comandi.

*Impianti oleodinamico ed elettrico.*

*Cabina dei passeggeri.* — Disposizione interna, arredamento - Condizionamento dell'aria (fisiologia del volo in quota - inalatori - cabina stagna in pressione - ventilazione - riscaldamento e refrigerazione - particolarità costruttive delle cabine stagne - isolamento termico) - Insonorizzazione.

*Armi e armamento.*

## GASDINAMICA

(Prof. GIOVANNI JARRE)

Richiami di teoria cinetica dei gas: velocità medie molecolari, cammino libero medio; i coefficienti di trasporto ed i calori specifici; interpretazione molecolare dei numeri di Reynolds, Mach e Prandtl.

L'irreversibilità dei fenomeni di trasporto nei gas: viscosità, conduzione termica e diffusione.

Effetti della viscosità: la resistenza di attrito in regime laminare e turbolento nelle tubazioni e sugli ostacoli lambiti da correnti fluide - Teoria elementare dello strato limite: i profili di velocità e le leggi di resistenza; influenza della rugosità superficiale - Le azioni viscosive nelle correnti libere: getti, scie e zone di mescolamento; cenni sul problema della stabilità del regime laminare e della transizione al regime turbolento.

Effetti della conducibilità termica: la trasmissione del calore per convezione naturale e per convezione forzata; l'analogia di Reynolds fra attrito e trasmissione del calore; correlazione fra i numeri di Grashof, Nusselt, Prandtl, Reynolds e Stanton.

Moti unidimensionali non permanenti; propagazione di onde di espansione e di compressione; l'analogia coi moti permanenti bidimensionali; teoria e tecnica del tubo d'urto.

## PROGETTO DI AEROMOBILI

(Prof. GIUSEPPE GABRIELLI)

*Classificazione dei veicoli e dei missili - Motopropulsione - Sostentazione.* — I veicoli e i missili - I sistemi di motopropulsione dei veicoli - I sistemi di sostentazione dei veicoli.

*La potenza specifica e la velocità massima dei veicoli.* — Introduzione - Procedimento seguito - Resistenza o forza trattiva specifica - Veicoli marini - Veicoli terrestri - Veicoli aerei - Veicoli viventi - Veicoli con rimorchio - Discussione generale.

*Espressioni e denominazioni delle forze aerostatiche ed aerodinamiche.* — Forza totale e forza aerodinamica - Forza totale, portanza e resistenza in funzione delle azioni superficiali unitarie normali e tangenziali - Resistenza di pressione e di attrito (criterio geometrico) - Espressioni della spinta e della portanza aerostatica - Espressioni della forza complessiva in base al teorema della quantità di moto - Caso del flusso bidimensionale - Resistenza di scia, d'onda e indotta (criterio energetico) - Resistenza per separazione e di forma - Resistenza di profilo o di sezione delle ali - Resistenza parassita e « strutturale » dei velivoli - Il valore minimo della resistenza indotta per un'ala di allungamento finito - La potenza indotta negli aeromobili a sostentazione per « portanza » aerodinamica ed a « getto ».

*Le polari dei velivoli.* — Premessa - Polari di « forma » e polari « effettive » - Proprietà generali delle polari « effettive » e prestazioni dei velivoli - La polare parabolica con esponente  $n = 2$  - La polare parabolica con esponente  $n$  qualsiasi.

*Resistenza effettiva e resistenza minima ideale dei velivoli.* — Introduzione - Il calcolo della resistenza di attrito sulle superfici aerodinamicamente lisce - Il calcolo della resistenza minima di attrito di un velivolo - Il calcolo della resistenza minima indotta di un velivolo - Il calcolo della resistenza minima ideale e del fattore di bontà aerodinamica.

*Le esperienze sui modelli e le leggi di similitudine in aeronautica.* — Introduzione - Principio di omogeneità ed analisi dimensionale.

*Teoria ed applicazione dei modelli strutturali - L'indice di carico strutturale.* — Introduzione - La legge di similitudine strutturale - L'indice di carico strutturale - Espressioni della tensione media di rottura in funzione dell'indice di carico strutturale per i montanti a sezione costante che cedono per instabilità primaria - Formule per la determinazione del carico a rottura di montanti a sezione costante compressi

assialmente che cedono per instabilità primaria (nel campo elastico o plastico) - L'indice di carico strutturale applicato ai tubi sottili ed ai pannelli curvi compressi irrigiditi longitudinalmente oppure non che cedono per instabilità secondaria (cedimento locale) - L'indice di carico strutturale applicato ai pannelli rettangolari piani compressi - L'indice di carico strutturale applicato ai tubi tondi « sottili » soggetti a torsione.

*Teoria ed applicazione dei modelli in similitudine dinamica.* — La legge di similitudine dinamica - Applicazioni alle correnti fluide - I modelli dinamici - I modelli di scafi - I modelli per prove di sgancio.

*Indice del peso ed indice di bontà di alcuni montanti compressi.* — Introduzione - L'indice del peso e l'indice di bontà delle strutture a rottura - Cedimento per compressione semplice - Cedimento per instabilità globale elastica (euleriana) - Cedimento per instabilità locale elastica (spessori sottili) - Cedimento per contemporanea instabilità elastica globale e locale (spessori sottili) - Cedimento per instabilità globale nel campo intermedio (spessori sottili).

*Teoria e pratica nel progetto delle giunzioni rivettate.* — Premessa - Materiali per rivetti - Forme e dimensioni dei rivetti e loro designazione - Tipi di sedi per rivetti a testa svasata - Comportamento sotto carico dei giunti rivettati - Teoria elementare delle giunzioni con rivetti a testa tonda - Estensione della teoria elementare al caso dei rivetti a testa svasata - Rappresentazione grafica adimensionale dei risultati di prove su giunti rivettati - Regole pratiche per il proporzionamento dei giunti.

*Carichi e fattori di carico.* — Tensioni di lavoro - Coefficienti e carichi: di contingenza, di elasticità, di robustezza (o di progetto), di rottura - Coefficienti o fattori di sicurezza - Fattore di riserva e margine di sicurezza - Regolamenti di navigabilità degli aeromobili.

*Schemi e pesi dei velivoli.* — Assi di riferimento - Simboli - Le linee di costruzione e gli schemi degli assi - La suddivisione del peso dei velivoli - I piani di costruzione dei velivoli.

*Il centramento dei velivoli.* — Il centramento teorico - La determinazione pratica del peso e del baricentro - La determinazione teorica dei momenti d'inerzia - Elissoide d'inerzia del velivolo - La determinazione pratica dei momenti d'inerzia e della posizione degli assi principali d'inerzia.

*Le strutture alari.* — Evoluzione storica delle strutture alari.

*Gli organi di atterramento degli aeroplani.* — Introduzione - I pneumatici - Le ruote e i freni - Gli ammortizzatori (tipi, funzionamento e loro evoluzione storica) - Criteri di progetto - Descrizione dei carrelli - Carrelli fissi, carrelli retrattili e loro classificazione - Sistemi di manovra dei carrelli - Comandi elettromeccanici - Comandi oleodinamici.

*Superfici di governo.* — Impennaggi ed alettoni.

*Gli ipersostentatori.* — Classificazione - Ipersostentatori applicati sul bordo di attacco (dispositivi fissi - aletta H. P.) - Ipersostentatori applicati sul bordo d'uscita (dispositivi senza fessura).

*Le trasmissioni di comando delle superfici di governo e degli ipersostentatori.* — Tipi di trasmissione di comando - Carichi nelle trasmissioni di comando - Forze d'inerzia - Forze di attrito.

## COSTRUZIONE DI MOTORI PER AEROMOBILI

(Prof. RENATO GIOVANNOZZI)

*Motori aeronautici alternativi.* — Tipi - Architettura - Caratteristiche - Esame particolareggiato di alcuni motori - Condizioni di carico - Sollecitazioni statiche e di fatica - Dimensionamento e verifica degli organi principali (bielle, pistoni, alberi a gomito, fasce elastiche, valvole, molle, ecc.).

*Motori a getto.* — Tipi - Caratteristiche - Esame particolareggiato di alcuni motori - Condizioni di carico - Sollecitazioni statiche e dinamiche - Dimensionamento e verifica degli organi principali - Problemi speciali di proporzionamento degli organi aeronautici.

*Velocità critiche flessionali.* — Impostazione matematica del problema - Metodi di determinazione delle velocità cubiche flessionali dei vari ordini.

*Oscillazioni torsionali.* — Riduzione delle masse e delle elasticità - Alberi in serie e in derivazione - Caso dei rotismi epicicloidali - Determinazione delle frequenze proprie - Metodo numerico generale - Metodo di Biot e di Grammel - Momenti eccitatori dovuti alle pressioni e alle forze d'inerzia - Analisi armonica - Esame delle possibilità di risonanza - Determinazione delle sollecitazioni in condizioni di risonanza.

Teoria dello smorzatore dinamico semplice - Fattore di amplificazione, ampiezza di oscillazione - Studio delle condizioni di risonanza - Teoria dello smorzatore dinamico pendolare per un sistema con un solo volano - Effetto sopra una data armonica di un pendolo sintonizzato o non sintonizzato - Quadro delle possibilità di risonanza; varie rappresentazioni grafiche - Equivalenza fra pendolo matematico, pendolo Wright, pendolo fisico - Cenno su altri tipi di pendolo - Caso di un albero con un numero qualsiasi di volani e smorzatori pendolari.

*Dischi rotanti.* — Calcolo delle sollecitazioni centrifughe e termiche con vari metodi - Scomposizione in tronchi a spessore costante - Scomposizione in tronchi con spessore variabile linearmente - Le tabelle calcolate nel Politecnico ed il loro impiego - Calcolo del disco a peso specifico fittizio (palettatura) variabile lungo il raggio - Il problema del disco rotante elastoplastico - Le relazioni fra tensioni e scorrimenti plastici - Procedimento numerico di Millenson e Manson - Gli scorrimenti plastici come distorsioni sovrapposte alle deformazioni elastiche - Cenni su possibili calcoli basati su tale concetto.

*Ingranaggi cilindrici e conici a denti diritti ed obliqui.* — Calcolo delle dentature corrette dei vari tipi - Calcoli di resistenza delle dentature.

*Geometria ed elasticità delle palette.* — Determinazione della linea elastica - Effetto della forza centrifuga sulle sollecitazioni di flessione - Campanatura - Teoria del soillo svergolato.

*Problemi di vibrazione.* — Vibrazione dei dischi - Vibrazione delle palette - Armoniche eccitatrici - Effetti di risonanza - Interpretazione delle indicazioni sperimentali - Alcuni risultati sperimentali - Metodi generali di calcolo delle frequenze proprie - Metodi di iterazione - Metodi analitici (Rayleigh, Galerkin - Grammel) - Applicazione alle frequenze flessionali e torsionali delle palette - Calcolo dell'effetto della forza centrifuga sulle loro frequenze flessionali.

#### **A scelta:**

### **ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### **A scelta:**

### **SISTEMI DI GUIDA E NAVIGAZIONE**

(Prof. GIOVANNI VILLA)

Il corso è stato articolato sulle seguenti due parti principali, che sono state svolte tenendo presente il particolare indirizzo aeronautico degli allievi:

1<sup>a</sup> parte: *Telemetria*

2<sup>a</sup> parte: *Guida e navigazione.*

Ciascuna di esse è stata a sua volta così suddivisa:

## 1ª PARTE: RADIOTELEMETRIA

### 1.1 TRASDUTTORI.

- 1.1.1. *Trasduttori* di grandezze meccaniche in grandezze elettriche, come richiesto dal sistema di telemetria.
- 1.1.2. *Elementi sensibili* dei trasduttori di tipo *passivo*: a resistenza (Strain Gages), Capacità, Induttanze.
- 1.1.3. *Elementi sensibili* dei trasduttori di tipo *attivo* - Cristalli piezo-elettrici - Coppie termo elettriche - Vari: meno noti.
- 1.1.4. *Risposta Dinamica* dei trasduttori e loro funzione di trasferimento.
- 1.1.4.1. Trasduttori paragonabili ad un sistema con « semplice cost. di tempo ».
- 1.1.4.2. Trasduttori paragonabili ad un sistema oscillatorio a 1 grado di libertà (senza e con smorzamento).

### 1.2. MODULAZIONE E CODIFICAZIONE.

- 1.2.1. « *Noise* »: sua natura e sua influenza sulla Capacità di informazione.
- 1.2.2. *Sistemi campionati* e loro capacità di informazione.
- 1.2.3. *Modulazione* di Ampiezza, Frequenza, Fase.
- 1.2.4. *Modulazione* per Impulsi nei vari modi di codificazione.
- 1.2.5. « *Multiplexing* » (nel tempo e nella frequenza) - Doppio multiplexing.

### 1.3. APPARATI E METODI.

- 1.3.1. *Sistemi* riceventi e trasmettenti (Cenni).
- 1.3.2. *Sistemi* di registrazione (oscillografi).
- 1.3.3. *Capacità* dei vari metodi di telemetria con particolare riguardo al rapporto Segnale/Disturbo.

## 2ª PARTE: GUIDA E NAVIGAZIONE

### 2.1. GENERALITÀ.

- 2.1.1. *Problemi generali* e necessità pratiche.
- 2.1.2. *Metodi di Guida* e loro possibilità allo stato attuale della tecnica (velivoli - loro caratteristiche - traffico aereo).
- 2.1.3. *Futuri sviluppi*.

### 2.2. METODI PER LA DETERMINAZIONE DI UNA DIREZIONE.

- 2.2.1. *Radio fari* convenzionali - Radio goniometri.
- 2.2.2. « *Radio Range* ».
- 2.2.3. *Consol e Consolan*.
- 2.2.4. *V.O.R.* (Visual Omni Range).

### 2.3. METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA DISTANZA - *Sistemi Ro-Teta*.

- 2.3.1. *D.M.E.* (Distance Measuring Equipment).
- 2.3.2. *Tacan*.
- 2.3.3. *Navarno*.

### 2.4. METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA POSIZIONE A GRIGLIE DI LINEE IPERBONICHE.

- 2.4.1. *Loran e Loran C*.
- 2.4.2. *Decca*.
- 2.4.3. *Altri metodi*.

### 2.5. METODI AUTOSUFFICIENTI PER LA DETERMINAZIONE DELLA POSIZIONE.

- 2.5.1. *Doppler*.
- 2.5.2. *PHI* (position homing indicator) e similari.

- 2.6. **METODI GIROSCOPICI ED INERZIALI PER LA DETERMINAZIONE DELLE POSIZIONI.**
- 2.6.1. *Giroscopi.*  
 2.6.2. *Pendolo di Schuler.*  
 2.6.3. *Accelerometri.*  
 2.6.4. *Piattaforme stabili.*  
 2.6.5. *Sistemi inerziali.*
- 2.7. **SISTEMI DI REALIZZAZIONE DELLA GUIDA.**
- 2.7.1. *Parametri principali e necessità pratiche.*  
 2.7.2. *Auto pilota sue caratteristiche e funzioni di trasferimento.*  
 2.7.3. *Attuatori caratteristiche, funzioni di trasferimento e realizzazioni pratiche.*
- 2.8. **METODI DI NAVIGAZIONE.**
- 2.8.1. *Cartografia.*  
 2.8.2. *Rotte e curve di guida.*  
 2.8.3. *Sistemi automatici di navigazione e computeri relativi.*  
 2.8.4. *Problemi di navigazione e guida per la missilistica.*
- 2.9. **GUIDA DI VELIVOLI ALL'ATTERRAGGIO.**
- 2.9.1. *I.L.S. (instrument landing system).*  
 2.9.2. *G.C.A. (ground controlled approach).*  
 2.9.3. *Altri sistemi possibili in futuro.*  
 2.9.4. *Radar: di assistenza al volo, di localizzazione (Cenni).*

## **CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA MINERARIA**

### **I ANNO**

#### **SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

#### **FISICA TECNICA**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### **ELETTROTECNICA**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

#### **CHIMICA APPLICATA**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

# MINERALOGIA E LITOLOGIA

(Prof. STEFANO ZUCCHETTI)

## Parte I - MINERALOGIA

1. *Cristallografia strutturale*. — Stato cristallino - Struttura reticolare dei cristalli - Elementi di simmetria - Oloedria e meroedria - Sistemi e classi di simmetria - Analisi strutturale dei reticoli cristallini.

2. *Cristallografia morfologica*. — Leggi generali geometriche - Notazioni, orientamento, assi, costanti cristallografiche e relativo calcolo - Aggruppamenti di cristalli (regolari; geminati; strutture d'aggregato) - Vetri e colloidali minerali.

### 3. *Proprietà dei minerali*.

Proprietà macrofisiche - Densità ed applicazioni alla concentrazione dei rinfusi di miniera.

Proprietà ottiche - Propagazione della luce nei mezzi isotropi ed anisotropi - Indicatrice ottica: significato fisico, costruzione, orientamento - Assorbimento della luce - Luce polarizzata e polarizzatori - Fenomenologia ottica presentata da lamine monorifrangenti e birifrangenti in luce polarizzata trasmessa e riflessa.

Proprietà inerenti alla coesione ed alla elasticità.

Proprietà elettriche e magnetiche e fluttuabilità; applicazioni all'arricchimento dei rinfusi - Radioattività.

Proprietà organolettiche.

Proprietà chimiche - Polimorfismo - Isomorfismo.

4. *Mineralogia pratica*. — Metodi di riconoscimento dei minerali in base a misure e valutazione di proprietà fisiche - Riconoscimento con indagini chimiche: pirognostiche, microchimiche.

5. *Genesi e giacitura dei minerali*. — Cristallogenesi - Minerogenesi - Paragenesi - Depositi minerari: caratteri e fattori di coltivabilità; classificazione.

### 6. *Mineralogia descrittiva*.

Descrizione delle specie minerali di maggiore interesse petrografico.

Descrizione dei principali minerali di interesse industriale, classificati sia secondo criteri chimico-cristallografici, sia come minerali utili di dati elementi.

Gli idrocarburi naturali - Classificazione - Descrizione dei caratteri principali - Generalità sui loro depositi.

## Parte II - LITOLOGIA

### A) I METODI DI STUDIO DEI MINERALI DELLE ROCCE.

#### 1. *Metodi di misura per il riconoscimento dei minerali trasparenti*.

Il microscopio polarizzatore, per osservazioni ortoscopiche in luce trasmessa - Preparazione dei minerali in detriti ed in sezioni sottili normali e speciali.

Metodi di misura in luce non polarizzata (misure lineari, angolari; forma, sfaldatura, inclusioni, ecc.).

Metodi di misura in luce parallela a solo polarizzatore (indici di rifrazione, potere di trasmissione; rilievo; colore, pleocroismo).

Metodi di misura in luce parallela a nicols incrociati (angoli e segno dell'estinzione, segno dell'allungamento, compensatori ed ordine del colore d'interferenza, potere birifrattivo).

Metodi di misura in luce convergente a nicols incrociati (il microscopio nell'osservazione conoscopica; segno ottico; angolo degli assi ottici; dispersioni caratteristiche).

Sistematica del riconoscimento dei minerali trasparenti (caratteri diagnostici principali per minerali mono- e birifrangenti - tabelle: criteri per la loro compilazione e loro uso).

## 2. Metodi di misura per il riconoscimento dei minerali opachi.

Il microscopio polarizzatore per osservazioni in luce riflessa dall'interno (con opak-illuminatore) ed in campo oscuro (con ultropak-illuminatore) - Preparazione dei minerali in sezioni lucide normali e speciali.

Metodi di misura riguardanti le proprietà geometriche e meccaniche dei minerali (forma, idiomorfismo, sfaldatura, durezza, rilievo).

Metodi di misura del potere riflettente e della biriflessione.

Altre misure ed osservazioni: colore di riflesso e pleocroismo di riflessione; riflessi interni; fenomeni di anisotropia.

Attacchi diagnostici e di struttura.

Sistematica del riconoscimento dei minerali opachi - tabelle: loro compilazioni e loro uso.

## 3. Determinazioni quantitative ed osservazioni accessorie per via ottica.

Analisi quantitativa su sezioni sottili e lucide per mezzo del tavolino integratore.

Il microscopio binoculare stereoscopico per studi psammografici - Esami granulometrici ed analitici su rocce incoerenti.

## B) LE ROCCE.

### 1. Genesi, giacitura e caratteri essenziali delle rocce.

Generalità sui diversi processi litogenetici.

Magmatismo, vulcanismo - Consolidamento magmatico e relative fasi - Equilibri eterogenei e differenziazioni magmatiche - I componenti volatili.

Cicli di erosione, di trasporto, di sedimentazione - Processi diagenetici.

Metamorfismo e processi metamorfici.

Tipi di giaciture delle rocce - Caratteristiche di tessitura, struttura, grana.

### 2. Le rocce magmatiche (intrusive ed effusive).

Composizione mineralogica - Costituenti essenziali, accessori, accidentali - Norme di coesistenza paragenetica.

Composizione chimica - Proporzioni dei costituenti - Rappresentazioni grafiche della composizione e formule magmatiche.

Caratteri tessiturali e strutturali.

Classificazione - Descrizione dei vari tipi intrusivi ed effusivi, con particolare riguardo a quelli più caratteristici italiani.

### 3. Le rocce sedimentari.

Composizione mineralogica - Costituenti - Caratteri tessiturali e strutturali.

Classificazione: terrigene, chimiche, organogene, organiche, piroclastiche.

Descrizione dei vari tipi, con particolare riguardo a quelli più caratteristici italiani.

### 4. Le rocce metamorfogene.

Composizione mineralogica - Costituenti - Caratteri tessiturali e strutturali.

Classificazione: a silicati sialici; a carbonati; a silicati femici.

Descrizione dei vari tipi, con particolare riguardo a quelli più caratteristici italiani.

### 5. Impiego delle rocce in base alle loro proprietà tecniche e morfologiche.

Caratteri tecnologici generici delle rocce - Requisiti chimici e fisici - Requisiti tecnologici di carattere industriale - Durevolezza delle rocce messe in opera.

Rocce per gettate e scogliere artificiali - Rocce per murature ordinarie - Rocce per coperture di tetti - Rocce per pavimentazione stradale - Rocce per massicciate stradali e ferroviarie - Rocce da decorazione - Rocce per materiali da costruzione.

## Esercitazioni.

Il programma è integrato da Esercitazioni sistematiche, sia di laboratorio che di aula.

Gli argomenti svolti principalmente sono i seguenti:

sistematica cristallografica su modelli;

riconoscimento delle specie minerali in base alle proprietà morfologiche e fisiche (escluse le ottiche) e chimiche (saggi pirognostici, ecc.);

studio macroscopico delle specie minerali di maggiore interesse litologico ed industriale;

esame delle parti costitutive essenziali ed accessorie del microscopio polarizzatore, attrezzato per osservazioni in luce trasmessa e riflessa;

osservazioni e misure microscopiche (anche proiettive), per la verifica sperimentale dei principali fenomeni ottico-mineralogici e per il riconoscimento dei minerali trasparenti ed opachi;

studio macroscopico di campioni dei principali tipi di rocce coerenti ed incoerenti.

Oltre alle esercitazioni interne sono previste escursioni sul terreno, per lo studio in posto di mineralizzazioni e formazioni litologiche caratteristiche e di rocce messe in opera.

N.B. — Gli argomenti di cui alla Parte I, paragr. 1, 2, 3 (escluse le proprietà ottiche) e 4 saranno svolti soltanto a partire dall'Anno Accademico 1962-63. Soltanto allora al 3° Anno di Ingegneria Mineraria saranno iscritti allievi che non avranno seguito il soppresso corso di « Mineralogia e Geologia » del 1° Anno.

## DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo abbiano già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

## II ANNO

### MACCHINE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## ARTE MINERARIA

(Prof. LELIO STRAGIOTTI)

### *Parte I - Caratteristiche tecniche dei giacimenti - Ricerca mineraria.*

Caratteri generali dell'industria mineraria - Nomenclatura relativa ai lavori estrattivi.

Considerazioni introduttive - Caratteristiche geomorfologiche dei depositi di minerali solidi, litoidi, metalliferi e combustibili: le rocce utili e le relative proprietà - Corrispondenti caratteristiche generali dei depositi di idrocarburi.

La ricerca mineraria: problemi generali di campionatura; mezzi ed opere per l'individuazione e la valutazione dei depositi utili.

Problemi di cubatura nell'ambito delle cave e miniere tradizionali - Cenno ai corrispondenti problemi per il bilancio volumetrico di giacimenti a gas e ad olio.

### *Parte II - L'abbattimento delle rocce.*

Il problema generale dell'abbattimento delle rocce nel quadro della coltivazione mineraria ed i relativi aspetti economici e finanziari.

I fattori tecnici dell'abbattimento: manodopera e salari; mezzi ed energie; rocce - Organizzazione del lavoro: unità di lavoro, cicli e diagrammi di lavoro.

Caratteristiche di resistenza delle rocce reali e di modelli ideali: curve intrinseche. Caratteri peculiari delle rocce nei riguardi dell'abbattimento: il problema dell'attacco e del distacco delle medesime dalla loro sede naturale e del caricamento dell'abbattuto - Quadro generale dei mezzi individuali e delle macchine impiegati a giorno ed in sotterraneo.

*L'abbattimento senza uso di esplosivi.*

L'abbattimento di rocce coerenti dure, a giorno, mediante taglio con filo elicoidale e con cunei - L'abbattimento col fuoco.

L'abbattimento ed il caricamento di rocce coerenti tenere a giorno: escavatori a cucchiaia; escavatori a tazze, a ruota; estorbatrici; scaricatori; monitors, ecc.

L'abbattimento ed il caricamento (con eventuale trasporto locale) di rocce pseudo-coerenti o sciolte, a giorno: mezzi a lama raschiante, a benna trainata e sospesa, draghe a tazze ed a suzione.

L'abbattimento con mezzi impiegati prevalentemente in sotterraneo in rocce coerenti, anche in parte distaccate o fessurate: martelli picconatori, fluidi in pressione.

Macchine tipiche per cantieri di coltivazione sotterranea, in rocce coerenti: sottoscavatrici, tagliatrici, piattrici, escavatrici integrali, ecc.: esame critico e comparativo della loro funzione per l'abbattimento - Cenno a fresatrici integrali per avanzamenti frontali in gallerie e pozzi.

Il caricamento dell'abbattuto nel sotterraneo - Attrezzature connesse od incorporate con tagliatrici, piattrici, escavatrici e fresatrici integrali - Attrezzature varie indipendenti (pale meccaniche caricatrici, scrapers, becchi d'anatra e canali oscillanti, caricatori continui).

*L'abbattimento delle rocce con gli esplosivi.*

Caratteristiche e proprietà tecniche degli esplosivi - Esplosivi deflagranti, dirompenti e detonanti; esplosivi semplici e miscele esplosive di uso corrente; esplosivi per impieghi speciali; esplosivi all'aria liquida - Saggi convenzionali; stazioni di prova.

Micce, inneschi e ritardi - Notizie sull'impiego degli esplosivi - Norme sulla costruzione e l'esercizio dei depositi di esplosivi.

Lavoro compiuto dagli esplosivi ai fini dell'abbattimento; determinazione delle cariche - Disposizioni e caricamento delle mine in gallerie, pozzi e cantieri - Mine speciali e grandi mine.

Considerazioni critiche conclusive e dati relativi all'abbattimento in cantieri a cielo aperto ed in sotterraneo.

*Parte III - La pressione dei terreni e la statica degli scavi.*

L'equilibrio degli scavi e la funzione delle armature: considerazioni introduttive e definizioni generali; l'influenza del tempo nei confronti delle condizioni di equilibrio.

Analisi delle condizioni naturali di equilibrio esistenti nei terreni prima degli scavi.

Evoluzione dell'equilibrio e distribuzione delle pressioni nei terreni in seguito all'apertura di scavi singoli ad asse verticale, orizzontale, inclinato e di sezione circolare, ellittica, qualunque - Condizioni di equilibrio per un masso semi-indefinito in regime elastico o con rocce localmente in stato di distensione.

Estensione dei risultati a rocce e terreni qualsiasi, omogenei o stratificati, ed a scavi di forma qualunque, anche moltiplicemente connessi; la fessurazione indotta dagli scavi nei terreni coerenti limitrofi - Il caso dei terreni incoerenti.

Misura delle pressioni e delle deformazioni in sotterraneo: prove su modelli.

Analisi delle armature e dei rivestimenti: caratteristiche generali dei materiali impiegati - Armature provvisorie e definitive, deformabili e rigide: tipi fondamentali.

Armature tradizionali: attuazioni varie in legno ed attuazioni con elementi metallici.

Attuazioni nel campo delle butte metalliche - Tipi tradizionali e tendenze - Le armature semoventi.

I rivestimenti metallici stagni - I rivestimenti murari - Notizie particolari sui rivestimenti di pozzi.

Le armature sospese; il bullonaggio delle rocce - Stati di coazione nei terreni determinati dalle armature.

Fenomeni speciali connessi all'estrinsecarsi delle pressioni nei terreni - I colpi di tensione - L'influenza della presenza di gas.

Evoluzione dell'equilibrio dei cantieri di coltivazione - La meccanica dei terreni in stato di distensione - L'influenza delle coltivazioni preesistenti ed i movimenti dei terreni.

Influenza delle pressioni dei terreni nei confronti dell'abbattimento e della coltivazione - Utilizzazione delle pressioni dei terreni.

I cedimenti dovuti alle coltivazioni minerarie: studio della loro evoluzione nel tempo e definizione dei massicci di protezione.

#### *Parte IV - Organizzazione dello scavo di vie e di cantieri.*

Considerazioni complementari sul maneggiamento del minerale ed il caricamento dell'abbattuto nei cantieri a giorno ed in sotterraneo e negli avanzamenti - Cenni sui connessi mezzi di trasporto di cantiere.

Organizzazione dello scavo di gallerie di miniera di sezione normale, in formazioni rocciose compatte, ed in terreni coerenti, franosi, fluenti ed acquiferi.

Organizzazione dello scavo di gallerie di grande sezione in formazioni rocciose compatte ed in terreni coerenti, franosi, fluenti ed acquiferi.

Organizzazione dello scavo di pozzi: in formazioni compatte di rocce coerenti dure ed in terreni resistenti, con eventuale eduazione; in terreni franosi o sciolti (in particolare con i metodi dei marciavanti, delle piccole riprese, dell'anello tagliente); in terreni acquiferi (in particolare con i metodi dell'aria compressa, della cementazione, della congelazione, a livello pieno).

Scavo di pozzi e fornelli in rimonta; allargamento ed approfondimento di pozzi in esercizio.

Organizzazione del lavoro nei cantieri di coltivazione sotterranea - Tipi di organizzazione fondamentali; evoluzione e tendenze attuali.

#### *Parte V - Coltivazione di giacimenti con metodi tradizionali e con diretto accesso dell'uomo.*

Fattori determinanti l'organizzazione di una coltivazione mineraria a giorno ed in sotterraneo con diretto accesso dell'uomo - Limiti di coltivabilità a giorno ed in sotterraneo.

Importanza ed influenza degli impianti e dei servizi di miniera in relazione alla coltivazione: loro caratteri differenziali per le coltivazioni a giorno e per quelle in sotterraneo - Cenni sui problemi di trasporto del minerale, di ventilazione dei cantieri, di eduazione delle acque e di illuminazione.

*L'organizzazione delle coltivazioni a giorno: esame critico delle relative peculiarità; classificazione dei metodi e dettagli sulla loro impostazione.*

Notizie particolari sulle coltivazioni a giorno di rocce incoerenti e di rocce coerenti tenere - Coltivazione di alluvioni - Organizzazione della coltivazione di formazioni estese.

Notizie particolari sulle coltivazioni a giorno di rocce coerenti dure, abbattute senza vincoli speciali di pezzatura - Esame di metodi in rapporto alle condizioni topografiche dei giacimenti ed alla configurazione della fronte.

Coltivazioni di marmi e di rocce ornamentali; problemi specifici di organizzazione e di abbattimento.

*L'organizzazione delle coltivazioni in sotterraneo: criteri generali, scelta degli accessi, coordinamento dei lavori di grande preparazione, dei tracciamenti, degli abbattimenti di coltivazione.*

Classificazione dei metodi di coltivazione, in relazione ai tipi di rocce formanti il giacimento, alle modalità di abbattimento e trasporto, alle caratteristiche topografiche dei giacimenti, alle modalità di sostegno generale degli scavi.

Metodi di coltivazione in sotterraneo per vuoti: caratteristiche generali e condizioni di applicabilità in giacimenti di piccola potenza e di grande potenza - Esempificazioni varie (in particolare: per camere e pilastri, con diaframmi, a magazzino, per sottolivelli, ad imbusti).

Metodi di coltivazione in sotterraneo per scoscendimento: generalità sulle frane, sul loro comportamento e sul loro controllo.

Caratteristiche delle coltivazioni con scoscendimento del tetto - Ripresa di coltivazioni per vuoti: metodi misti - Applicazioni con riferimento alla forma ed alle giaciture degli adunamenti (coltivazioni con pilastri corti o lunghi, per camere e diaframmi, coltivazioni per lunghe fronti e longwall, coltivazioni per sottolivelli, coltivazioni per fette orizzontali ed inclinate).

Caratteristiche delle coltivazioni per scoscendimento del minerale - Metodi per frana a blocchi - Considerazioni conclusive sull'evoluzione dei metodi per frana e sulle tendenze attuali.

Metodi di coltivazione in sotterraneo con ripiena: generalità sulle ripiene, sulle loro caratteristiche e sulla loro sistemazione.

Applicazione delle coltivazioni con riempimento, con riferimento alla forma ed alle giaciture caratteristiche degli adunamenti (per lunghe fronti in direzione o secondo pendenza; per fette orizzontali, inclinate, verticali; per gradini rovesci in giacimenti stratiformi; stossbau); considerazioni conclusive sull'evoluzione dei metodi per ripiena e sulle tendenze attuali.

Sintesi critica sugli orientamenti moderni per la condotta delle coltivazioni sotterranee - Cenno delle operazioni di spigolamento, spoglio e ripresa dei giacimenti.

*Parte VI - Coltivazione di giacimenti senza diretto accesso dell'uomo o con metodi speciali.*

*Coltivazioni di fluidi:*

La coltivazione degli idrocarburi: criteri generali di organizzazione di un campo per gas ed olio per i differenti tipi di giacimenti - Produzione primaria e produzione secondaria - Cenno a problemi speciali ed alle coltivazioni per gallerie.

Sistemazione dei pozzi per la produzione di gas; impianti di disidratazione, desolforazione, degasolinaggio - Drenaggio naturale di depositi di gas secco, di oli e di gas condensabili.

Sistemazione dei pozzi per la produzione di oli: impianti di pompamento, di disidratazione e di degasazione dell'olio.

La coltivazione dei fluidi endogeni: criteri di individuazione e di produzione.

*Coltivazioni speciali:*

Coltivazioni per gassificazione sotterranea dei carboni: metodi a fronte libera e metodi con sondaggi.

Considerazioni critiche sul metodo e sulle relative possibilità di applicazione - Estensione alla coltivazione di idrocarburi.

Coltivazioni per fusione di depositi solfiferi.

Coltivazioni per soluzioni di depositi salini.

Coltivazioni di sali per evaporazione.

*Esercitazioni - Comprendono:*

*a) esercizi di calcolo:*

Problemi stratigrafici nella ricerca - Rapporto di ricerca - Cubatura di un giacimento.

Studio di macchine per l'abbattimento di rocce senza uso di esplosivi ed analisi delle condizioni di impiego: tagliatrici, piallatrici, escavatrici a pala ed a draga, scrapers, rippers, filo elicoidale, ecc.

Determinazione di caratteristiche fisiche e chimiche di esplosivi - Studio di piani di mina e progetto di circuiti di accensione e di volate.

Calcolo e verifica di armature cedevoli e rigide, per gallerie, pozzi e cantieri. Studio di avanzamenti di gallerie e tunnels - Progetto di scavo di pozzi.

Studio di metodi di coltivazione a giorno.

Studio di metodi di coltivazione in sotterraneo: esame dei fattori determinanti, proporzionamento dei cantieri, organizzazione generale dei lavori - Analisi di metodi in alternativa.

b) *esercizi di Laboratorio:*

Determinazione di proprietà fisiche e meccaniche fondamentali di rocce e terreni. Applicazione di apparecchi misuratori di stati di sollecitazione e di deformazioni (superficiali o di massa) di rocce, per prevalente impiego di laboratorio o per uso sul terreno.

c) *Tirocinio pratico di miniera*, con relazione su programma apposito.

## GEOLOGIA

(Prof. GIOVANNI CHARRIER)

### *Parte I - Geologia generale.*

Considerazioni preliminari.

*La Terra e l'Universo.* — Cenni sulla struttura del cosmo e sull'origine del sistema solare e della Terra.

*Forma e dimensioni della Terra.* — Definizione e metodi di studio del geoido.

*La struttura della Terra.* — Cenni su atmosfera, idrosfera, biosfera, litosfera, involucro intermedio o mantello e nucleo terrestre.

*Il problema della costituzione fisica e chimica dell'interno della Terra.* — Terremoti e metodi geosismici; regime termico; densità e pressioni; composizione chimica dell'involucro intermedio o mantello e del nucleo terrestre.

*Caratteri chimici e fisici della litosfera.* — Composizione chimica e mineralogica media; sial e sima; cenni sulla frequenza e sulla distribuzione degli elementi chimici e sui tipi fondamentali di struttura reticolare nei materiali costitutivi della litosfera.

*Fondamenti teorici della Geologia.* — Principio dell'attualismo e degli stati intermedi - Principio isostatico e anomalie di gravità.

Ipotesi della contrazione del raggio terrestre (contrazionismo classico e gravitativo), delle traslazioni crostali (« Continental drift » di Wegener ecc.), della permanenza delle aree continentali e dei ricettacoli oceanici.

Il fattore tempo in Geologia - Concetto di plasticità nel tempo applicato ai materiali della litosfera.

### *Parte II - Geodinamica esterna (Geologia esogena).*

*Degradazione meteorica o alterazione superficiale delle rocce.* — Disgregazione fisica e alterazione chimica - Degradazione cumulativa.

*La glyptogenesi.* — Aspetti del modellamento delle terre emerse in regioni a erosione normale, in aree desertiche, in aree glaciali e periglaciali - lungo i litorali marini, in aree di affioramento di rocce calcaree o gessose (carsismo).

Il ciclo glyptogenetico o di erosione - Caratteri dello stadio giovanile dell'evoluzione del rilievo continentale, dello stadio maturo, dello stadio senile e dello stadio terminale o di penepiano - Illustrazione delle più importanti forme del rilievo.

*La sedimentazione.* — Aspetti del rimaneggiamento superficiale dei materiali della litosfera - Sedimentazione detritica (clastica o terrigena), sedimentazione chimica, organogena ed organica - Costruzioni biogene di tipo corallino (« bioherme »).

Studio degli ambienti di sedimentazione: sedimentazione continentale (detritica, alluvionale, fluvio-lacustre, glaciale, desertica, residuale), di transizione (deltizia, maremmana, salmastra) e marina (litorale, neritica, pelagica).

Il fenomeno della risedimentazione sui fondi marini, per effetto delle correnti di torbida: olistostrome e olistoliti.

Il ciclo di sedimentazione: trasgressioni e regressioni marine; discontinuità e discordanze.

L'evoluzione dell'assetto delle terre emerse nel vasto quadro del ciclo geologico, comprendente le fasi di litogenesi, di orogenesi e di glyptogenesi.

### *Parte III - Geodinamica interna (Geologia endogena).*

*Tettonismo.* — Il problema delle cause delle deformazioni crostali - Deformazioni continue o plastiche e discontinue o clastiche (Pieghie e faglie) - Tettonica di copertura e tettonica dell'imbasamento - Scioglimento gravitativo - Milonisi - Tettonica salina (diapirismo) - I cicli tetto-genici.

*Manifestazioni magmatiche.* — Plutoni (corpi sottogiacenti o batoliti, corpi iniettati concordanti e discordanti) vulcani (da eruzione centrale, da eruzione lineare o labiale, da eruzione areale) e subvulcani (laccoliti) - Aspetti secondari del vulcanismo - Cicli magmatici e minerogenici - Magmatismo e tettonica.

*Metamorfismo delle rocce.* — Metamorfismo di contatto o locale e metamorfismo regionale - Sequenze metamorfiche e zone di metamorfismo - Ultra metamorfismo - Anatessi - Palingenesi - Polimetamorfismo - Il problema petrogenetico dei graniti.

### *Parte IV - Geologia storica e regionale.*

*Geocronologia assoluta.* — Datazione dei minerali costituenti le rocce con metodi basati sul decadimento dei nuclei di elementi radioattivi.

*Datazioni relative.* — Criterio stratigrafico, criterio litologico e criterio paleontologico - Origine della vita ed evoluzione degli organismi viventi - Fossilizzazione.

Unità cronologiche e litocronologiche: illustrazione della tabella stratigrafica.

*Lineamenti di storia geologica.* — Il gruppo di terreni Arcaico - I tempi fossiliferi (Paleozoico, Mesozoico, Terziario, Quaternario o Antropozoico) - Cenni di paleogeografia e di paleoclimatologia, con particolare riferimento all'evoluzione climatica quaternaria (glaciali e interglaciali; il fenomeno glaciale e il problema delle cause delle glaciazioni).

*Elementi di Geologia regionale italiana.*

### *Parte V - Geologia di campagna e stratimetria.*

*Il rilevamento geologico.* — Attrezzatura di campagna del geologo - Guida al rilevamento sul terreno - Raccolta dei dati, studio del materiale, elaborazione e raccordo delle osservazioni - Lettura e levata delle carte geologiche - Fotogeologia.

*Elementi di stratimetria e di disegno geologico.* — Problemi di stratimetria e loro applicazione in campo geo-minerario - Costruzione di profili geologici e di stereogrammi.

*Parte VI - Geologia applicata ai problemi tecnico-minerari e prospezione.*

*Elementi di meccanica dei terreni.* — Classificazione geotecnica dei materiali della litosfera - Condizioni di stabilità - Le frane.

*Proprietà tecnologiche delle rocce.* — Peso specifico, peso di volume, porosità, capacità di imbibizione, proprietà termiche, resistenza alla compressione, all'urto, alla trazione, alla flessione, all'usura.

Le rocce come materiale da costruzione - Durevolezza.

*Elementi di geidrologia.* — Principali proprietà idrologiche del terreno - Terreni permeabili ed impermeabili - Circolazione delle acque nei terreni permeabili per porosità - Morfologia della superficie freatica - Falde acquifere - Regime delle falde acquifere profonde - Circolazione delle acque nei terreni permeabili per fessurazione - Ricerche d'acqua - Cenni sui bacini di ritenuta.

*Elementi di prospezione geomineraria.* — Assaggi e sondaggi - Ricerca di minerali radioattivi, di idrocarburi - Esplorazione geomineraria a largo raggio.

## IDRAULICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

### TECNICA DELLA PERFORAZIONE E SONDAGGI

(Prof. GIOVANNI BALDINI)

*Introduzione.* — Generalità: limiti e scopi del corso.

Analisi delle operazioni elementari al microfronte del foro in perforazione.

Caratteristiche di perforabilità delle rocce a rotazione ed a percussione con saggi di laboratorio - Scale di perforabilità.

*I - Perforazione con martelli perforatori e perforatrici* (per lavori da mina, bullonatura di roccia ed opere ausiliarie).

a) *Perforazione a percussione:*

Evoluzione della tecnologia della perforazione a percussione - Quadro schematico delle perforatrici a percussione dei martelli perforatori.

Caratteristiche generali dei principali tipi di martelli perforatori ad aria compressa, suddivisi in funzione del peso e della potenzialità ed in rapporto al tipo di distribuzione.

Studio del ciclo di un martello ad aria compressa e analisi delle caratteristiche della trasmissione dell'energia d'urto dallo stantuffo al fronte del foro.

Martelli perforatori a comando elettrico e con motore a scoppio.

Caratteristiche degli utensili di perforazione a percussione: fioretti, taglienti, aste prolungabili e flessibili - Rigenerazione dei fioretti.

Dispositivi di sostegno ed avanzamento dei martelli perforatori: con servosostegno, con slitta, su colonne, su gruppi mobili (jumbo, wagon-drill, ecc.).

Il problema dell'eliminazione dei detriti nella perforazione a percussione e soluzioni tecnologiche relative.

La perforazione quale fattore dell'abbattimento delle rocce: organizzazione di cantieri tipici a giorno ed in sotterraneo - Altre applicazioni tecnologiche varie della perforazione a percussione.

b) *Perforazione a rotazione:*

Evoluzione e quadro schematico delle perforatrici a rotazione - Caratteristiche generali delle perforatrici pneumatiche ed elettriche.

Tipi di utensili e loro rigenerazione - Dispositivi eventuali di sostegno e di avanzamento.

Applicazioni tecnologiche generali della perforazione a rotazione - Metodologie speciali per la perforazione di rocce dure.

*II - Perforazione per piccole e medie profondità con sonde* (per lavori da mina, per ricerca e per servizi ausiliari).

a) *Sondaggi a percussione:*

Quadro generale dei metodi ed evoluzione tecnologica relativa - Cenno dei sondaggi rapidi a percussione.

Notizie particolari sugli impianti attuali di perforazione alla corda - Utensili di perforazione e di pescaggio.

Applicazioni dei sondaggi a percussione per la ricerca mineraria e per la ricerca idrica: organizzazioni di cantiere.

b) *Sondaggi a rotazione:*

Quadro generale dei metodi ed evoluzione tecnologica relativa - Caratteristiche della perforazione a rotazione a bassa ed ad alta velocità.

Impianti e macchine di impiego attuale: sonde sensitive, ad avanzamento idraulico, ad avanzamento meccanico - Cenno a sonde speciali.

Utensili per la perforazione a rotazione, con e senza recupero di testimonia.

Applicazioni dei sondaggi a rotazione per la ricerca mineraria, per scopi speciali di coltivazione e per opere civili: organizzazioni di cantiere.

*III - Perforazione per grandi profondità* (per ricerca e coltivazione di giacimenti di idrocarburi e per coltivazioni speciali).

I problemi inerenti alla perforazione a grande profondità, con particolare riguardo alla trasmissione dell'energia - Tecniche di lavoro convenzionali con motori in superficie e con motori sotterranei; tecniche speciali.

Caratteristiche della perforazione rotary: gli utensili di perforazione.

I cantieri di perforazione rotary: organizzazione, installazione e servizi generali di una sonda.

Proporzionamento delle torri, delle antenne e delle loro sottostrutture, in rapporto alle forze agenti durante la perforazione, la manovra e le soste di manovra - Caratteristiche delle funi e delle attrezzature di tiro.

Il circuito dei fanghi nella perforazione rotary: caratteristiche tecnologiche e proprietà tecniche dei fanghi di perforazione.

La batteria di perforazione e la tavola rotary - Analisi delle condizioni di lavoro e delle sollecitazioni, semplici e composte, delle aste di perforazione.

Profilo di rivestimento e programmi usuali di tubamento dei pozzi - Condizioni di sollecitazioni, semplici e composte, delle colonne di rivestimento.

Tecnologia delle cementazioni, primarie e di rimedio, delle colonne di rivestimento: caratteristiche delle relative malte di cementazione.

L'ancoraggio dei pozzi al terreno: tipi di inflangiate - Forze agenti sulle inflangiate di testa per le diverse situazioni di governo - La difesa dei pozzi dalle eruzioni: cause di squilibrio dei pozzi; mezzi di difesa attiva ed apparecchiature di sicurezza.

La difesa dei pozzi dalla contaminazione da parte del fango e delle sabbie - Tipi di filtri ed operazioni per la loro posa; funzione delle colonne perdute (liners) ed operazioni di posa in opera.

Caratteristiche tecniche ed economiche degli impianti rotary per la perforazione a grande profondità; il controllo ed il comando dei lavori di sonda.

*IV - Operazioni ausiliarie, problemi speciali e prospettive della perforazione rotary.*

Operazioni di carotaggio meccanico e ricerca delle caratteristiche dei giacimenti di idrocarburi.

Tecnologia di prove di pozzo - Cenni sull'interpretazione dei risultati: curve di risalita della pressione in pozzo.

Cenni sulle operazioni di completamento dei pozzi a gas e ad olio; processi di stimolazione.

Parametri tecnologici ed operativi speciali della perforazione Rotary - I problemi della perforazione a pressione ridotta - Angolo di equilibrio della perforazione: definizione del carico limite sullo scalpello.

Controllo della deviazione dei pozzi e problemi della perforazione deviata.

La perforazione fuori costa, da piattaforme fisse e da natanti.

Caratteristiche meccaniche ed idrauliche delle turboperforatrici.

Applicazioni delle turboperforatrici e relativi risultati operativi per pozzi deviati - Problemi connessi.

Incidenti ed inconvenienti nella esecuzione dei sondaggi - Problemi particolari connessi alla perforazione per coltivazioni speciali.

Risultati, limiti e traguardi della perforazione a grande profondità.

#### *Esercitazioni.*

a) di calcolo e disegno:

Studio cinematico e dinamico di macchine perforatrici ad aria compressa; eventuali rilievi e disegni d'insieme e di dettaglio.

Organizzazione di cantieri di perforazione, per fori da mina e di ricerca - Analisi del controllo e del comando dei lavori di sonda.

Disegno e dimensionamento di particolari meccanici, di apparecchiature e di impianti di perforazione.

Studio statico di torri di perforazione; esame delle sollecitazioni su inflangiate di testa pozzo; calcolo di sollecitazioni in elementi tubolari.

Analisi tecnologiche di operazioni compiute nella perforazione rotaria.

Studio di circuiti di fanghi di perforazione.

Studio di caratteristiche idrauliche, tecnologie ed operative di turboperforatrici.

*b) sperimentali di laboratorio:*

Determinazioni pratiche di perforabilità di rocce a rotazione ed a percussione.

Saggi di perforazione ed esame delle prestazioni di martelli perforatori; rilievi di cicli (di pressione dell'aria compressa; delle forze; delle inerzie) in martelli perforatori.

Saggi tecnici su fanghi di perforazione.

Saggi tecnici sulle malte di cementazione.

## COSTRUZIONE DI MACCHINE E TECNOLOGIE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

### III ANNO

#### GIACIMENTI MINERARI

(Prof. ANTONIO CAVINATO)

1. Concetto di concentrazione utile.

2. I depositi utili legati al Vulcanismo: *a)* Magmatici; *b)* Pegmatitici; *c)* Contatto-metamorfici; *d)* Idrotermali; *e)* Fumarolici.

3. Depositi rocciosi utili: talcoscisti, asbersti, coolini, bentoniti; derivanti da processi metasomatici od autometasomatici.

4. Alterazioni dei depositi a solfurati: specie i filoniani - Aspetti minerariamente importanti: solfurati ferriferi, zinciferi, piombiferi, cupriferi, mangesiferi.

5. L'alterazione superficiale argillosa e lateritica.

Le bauxiti, le argille - Crostoni residuali ferriferi e mangesiferi e nicheliferi. I grandi depositi sedimentari ferriferi e mangesiferi e uraniferi.

6. L'alluvionale « detritico » - I conglomerati auriferi ed uraniferi.

7. Il metamorfismo in generale.

I grandi depositi di scisti ferriferi del Lago Superiore, del Minas Seraes, del Sud Africa.

8. Le concentrazioni biochimiche: rocce calcaree, silicee, fosfatiche, guanifere. Il solfo.

9. I depositi salini di tipo continentale e di tipo marino.

Sali di sodio, bromo, potassio, boro, iodio.

10. Petroli e carboni.

11. Epoche e province metallogeniche.

12. I materiali e minerali utili all'industria: composizione chimica, requisiti industriali, giaciture, produzioni, importanza, commercio.

# IMPIANTI MINERARI

(Prof. LELIO STRAGIOTTI)

*Introduzione: Problemi generali di costruzione e di esercizio degli impianti di miniera.*

Finalità tecniche ed economiche di un impianto.

I diversi tipi di impianti di miniera ed il macchinario connesso: problemi ubicazionali; criteri di ammortamento e di rinnovo.

Esigenze speciali delle apparecchiature meccaniche ed elettriche negli impianti di miniera, in relazione alle particolari condizioni di ambiente.

## *I - Trasporto e distribuzione dell'energia.*

Le fonti d'energia disponibili in sotterraneo e l'evoluzione storica degli impianti di miniera - La meccanizzazione del sotterraneo e le sue esigenze - Quadro generale dei problemi di trasporto e distribuzione delle varie specie di energia impiegabili in miniera.

Campo di impiego attuale dell'aria compressa - Caratteristiche generali degli impianti di compressione d'aria di miniera e delle reti di distribuzione: loro limiti.

Problemi speciali di distribuzione dell'aria compressa - Tipi di compressori impiegabili e loro ubicazione - I motori ad aria compressa.

L'impiego dell'energia elettrica in miniera ed i problemi connessi - Tipi di corrente e tensioni adoperate in miniera - Particolarità degli impianti elettrici di miniera.

L'elettrificazione del sotterraneo: schema generale di una rete di distribuzione a corrente alternata - Installazioni fisse, semifisse e mobili.

Approvvigionamento e produzione dell'energia elettrica - Le reti di approvvigionamento: cenno agli impianti idroelettrici e termici di produzione - Impianti ausiliari di emergenza.

Stazioni di trasformazione, cabine di sezionamento e distribuzione - Linee di trasporto aeree e con cavi: criteri generali di installazione e di impiego.

I problemi di sicurezza che condizionano l'impiego dell'energia elettrica nel sotterraneo: grisou, incendi, dispersioni di corrente - Caratteristiche generali di protezione meccanica e contro lo stillicidio delle apparecchiature elettriche da miniera.

Caratteristiche delle apparecchiature di sicurezza antigrisoutose - Apparecchi a tenuta di fiamma, a sicurezza elettrica intrinseca, a sicurezza aumentata, a protezione per ventilazione - La protezione contro i sovraccarichi di corrente e contro i corti circuiti.

Dispositivi generali di protezione delle linee e delle macchine elettriche - Le terre e la loro attuazione in miniera - Analisi di situazioni tipiche diverse di impianti, in relazione all'isolamento del neutro.

Notizie particolari sul materiale di linea e sulle apparecchiature connesse impiegate nel sotterraneo - Cavi armati per pozzi e per gallerie; cavi flessibili per cantieri; organi di collegamento - Apparecchiature di sezionamento e manovra.

Notizie particolari sui trasformatori: dati costruttivi e di impiego - Il problema del raffreddamento dei trasformatori: tipi speciali di trasformatori per sotterraneo.

Richiami sui motori elettrici a corrente alternata: motori sincroni ed asincroni e loro caratteristiche di impiego e d'installazione - Esame particolare dei problemi d'avviamento e di frenatura; problemi speciali di protezione connessi con il funzionamento dei motori.

L'impiego della corrente continua in miniera.

Richiami sui sistemi di produzione: notizie particolari sulle dinamo, sui gruppi convertitori, sulle convertitrici e sui raddrizzatori, a semiconduttori ed a vapori di mercurio - Gli accumulatori.

Le linee di trasporto per corrente continua e le loro peculiarità - I motori elettrici a corrente continua: richiami generali e problemi di comando e di regolazione.

Dispositivi di controllo e segnalazione nella distribuzione e nell'impiego dell'energia elettrica in miniera - Apparecchiature di regolazione automatica - Applicazioni nella distribuzione a cantieri o sezioni elettrificate, con catene di macchine operatrici.

La trasmissione meccanica dell'energia: sua importanza intrinseca nella realizzazione di installazioni di trasporto; suoi limiti.

Richiamo sulla trasmissione meccanica a mezzo di organi flessibili: cinghie, catene, funi.

Notizie particolari sull'impiego di funi metalliche: tipi e caratteristiche; norme di calcolo, impiego ed esercizio.

## *II - Trasporto del minerale.*

Funzioni e classificazioni dei trasporti di miniera - Fattori determinanti la scelta ed il coordinamento dei trasporti in connessione con le varie operazioni produttive.

Caratteristiche dei materiali da trasportare: loro correlazione con le esigenze specifiche dei diversi sistemi di trasporto.

*Trasporti interni:* esame generale dei trasporti di cantiere (manuali; per gravità lungo fornelli o scivoli; con scrapers; con canali a scossa, canali ad alette, nastri, trasportatori a scaglie; con vagonetti, autovagoni, carri-spola; ecc.) e dei trasporti nelle vie (con ferrovie, con trenaggi a fune ed a catena, con trasportatori continui).

Analisi di dettaglio dei trasporti continui: caratteristiche costruttive, di calcolo e di impiego dei canali a scossa, dei trasportatori a nastro e dei trasportatori ad alette - Notizie sui trasportatori a nastro con fune o catena di trazione, sui trasportatori a scaglie e sui canali rallentatori.

Analisi di dettaglio del trasporto su rotaia - La via: caratteristiche costruttive e di calcolo del materiale fisso - Caratteristiche costruttive, tipi e tendenze per il materiale mobile - Il problema della trazione: motori fissi e motori mobili; locomotori (tipi) - Schemi di organizzazione di trasporti su rotaia in miniera: evoluzione e tendenze attuali; dispositivi di segnalazione e telecomando.

Trasporti su piani inclinati - Derivazione dagli impianti di trasporto su rotaia: caratteristiche peculiari per il materiale fisso e per il materiale mobile - Tipi di profili; disposizioni costruttive particolari alle stazioni e lungo la linea; norme di sicurezza per l'esercizio in sotterraneo.

Sistemi speciali di trasporto: trasporti idraulici e trasporti pneumatici - Campo d'impiego, caratteristiche e limiti di ogni sistema: applicazioni per la messa in opera della ripiena - Cenni a possibili sviluppi del sistema di trasporto idraulico.

*Trasporti esterni:* esame generale dei mezzi di trasporto impiegabili, per l'assolvimento delle varie esigenze connesse con l'esercizio di una attività estrattiva - Considerazioni di confronto fra trasporti su strada ordinaria, con ferrovia o con mezzi funicolari.

Teleferiche: tipi di impianti e di disposizioni costruttive - Calcolo pratico e norme di progetto della linea - Organizzazione delle stazioni.

Trasporti esterni diversi, per esigenze speciali: notizie su elementi costruttivi e di calcolo di blondins, draglines, ecc. - Impianti per lizzatura a mano e meccanica.

Sintesi critica sugli orientamenti per l'organizzazione tecnico-economica dei trasporti interni ed esterni.

## *III - Immagazzinaggio del minerale.*

Silos e tramogge in sotterraneo ed a giorno.

Tipi costruttivi e problemi di calcolo.

Cenno ad impianti portuali speciali.

Depositi di minerali sciolti e di pietre lavorate: loro organizzazione e relative apparecchiature od impianti di alimentazione e spillamento.

Organizzazione e sistemazione delle discariche - Notizie su problemi particolari; stabilizzazione delle discariche.

## *IV - Estrazione.*

Tipi di impianti: classificazione ed elementi costruttivi generali.

Attrezzature dei pozzi ed organi di guida - Guidaggio rigido, in legno o metallico; guidaggio con cavi - Attrezzature di guida alle stazioni - Sistemazione delle canalizzazioni.

Contentori a gabbia e contentori a benna: gabbie ed accessori; tipi di skips - Caratteristiche costruttive generali e dei diversi tipi.

Caratteristiche degli organi di sospensione e di sicurezza; paracadute per il trasporto di persone.

Mancorrenti di guidaggio, rigidi, pneumatici ed elastici.

L'estrazione con gabbie - Apparecchiature di stazione per il servizio a gabbia appoggiata ed a gabbia sospesa: tacchetti e passerelle di raccordo - Manovre alle stazioni: dispositivi di ingabbiamento e sgabbiamento meccanico ed automatico.

L'estrazione con skips - Apparecchiature di stazione per il dosamento ed il carico della benna - Manovre alle stazioni - Analisi delle sollecitazioni sulle guide e sulle strutture dovute allo scarico della benna.

Organizzazione delle stazioni dei pozzi: caratteristiche essenziali e tipi per estrazione con gabbie o per estrazione con skips - Illustrazione di installazioni.

Macchine di estrazione: disposizioni d'insieme e basi di calcolo generali - Le funi di estrazione, le apparecchiature di attacco delle stesse, gli organi d'avvolgimento: tamburi cilindrici, conici, cilindro-conici e spiraloidei; bobine; pulegge di aderenza Koepe monofuni e polifuni - Apparecchiature ausiliarie diverse: freni, riduttori, dispositivi di sicurezza, ecc.

Equilibramento statico e dinamico delle macchine d'estrazione: analisi dei diversi sistemi adottati.

Considerazioni critiche sulle tendenze attuali nella costruzione delle macchine di estrazione, con particolare riferimento agli organi di avvolgimento delle funi.

Comando, regolazione ed esercizio delle macchine d'estrazione - I problemi di esercizio, con particolare riguardo agli impianti con puleggia Koepe - I motori di comando: sistema trifase diretto; sistema a corrente continua con gruppo Ward-Leonard o con alimentazione mediante raddrizzatori - Gli organi di frenatura ed il loro comando: dispositivi di sicurezza - Le segnalazioni negli impianti di estrazione - Regolazione e funzionamento automatici delle macchine di estrazione.

Scelta delle caratteristiche e del tipo di una macchina d'estrazione: sintesi critica sugli orientamenti moderni al riguardo.

Osservazioni particolari in merito agli impianti di rilevante capacità e per grandi profondità.

Castelletti di estrazione: elementi fondamentali per i tipi classici e per i tipi a torre - Materiali impiegati per la loro costruzione - Molette.

Elementi di calcolo per lo studio e la progettazione di un castelletto d'estrazione: strutture iperstatiche e strutture isostatiche.

Esame critico di confronto tra la disposizione con macchina a terra e quella con macchina su torre nel quadro della organizzazione del complesso di un impianto di estrazione - Sviluppo di un « centro » di estrazione.

Cenni su metodi di estrazione continua - Impianti di estrazione a nastro - Impianti di estrazione idraulica: connessione del metodo con eventuali operazioni di coltivazione.

#### *V - Ventilazione dei cantieri.*

Composizione dell'aria nell'interno delle miniere - Cause che la viziano o rendono pericoloso od inadatto l'ambiente: grisou, polveri, gas vari, temperatura, umidità.

Definizione del microclima dell'ambiente di lavoro nei cantieri sotterranei - Fabbisogno di aria.

Calcolo della ventilazione: resistenza di singoli condotti di ventilazione; resistenza, temperamento ed orifizio equivalente di una miniera; caratteristica di una miniera - Studio di un circuito di ventilazione: ventilazione naturale ed artificiale; correnti principali e secondarie di cantiere; dispositivi per dirigere e regolare le correnti di ventilazione.

Mezzi per la produzione della corrente d'aria artificiale - Ventilatori: tipi, orientamenti per la scelta; modalità di installazione e di esercizio; accoppiamento di ventilatori.

Esempi di impianti di ventilazione - Controlli della ventilazione.

Impianti per condizionamento dell'aria per le miniere profonde.

#### *VI - Eduzione delle acque.*

Il regime idrologico del sottosuolo e la misura delle quantità di acqua da eudurre.

Difesa passiva e difesa attiva dalle acque - Eduzione con gallerie di scolo o con mezzi meccanici.

Esame dei mezzi di eduazione: benne, pompe ed apparecchiature varie - Impianti principali e secondari - Caratteristiche generali di impiego delle pompe a stantuffo e delle pompe centrifughe; esempi di impianti di eduazione.

Eduazione durante l'approfondimento dei pozzi e nei lavori di ricerca.

#### *VIII - Servizi vari e di sicurezza.*

Illuminazione del sotterraneo: impianti fissi e semifissi; lampade portatili (ad acetilene, elettriche, ad accumulatori, di sicurezza a fiamma) - Lampisterie.

Norme di sicurezza e mezzi di controllo e prevenzione per ambienti grisoutosi, od a polveri infiammabili, o soggetti a fenomeni di autocombustione.

Modalità di manifestazione di esplosioni di grisou, esplosioni di polveri infiammabili, fuochi ed incendi sotterranei - Provvedimenti di emergenza e conseguenti - Controlli e provvedimenti nei confronti di inondazioni.

Impianti di sicurezza ed installazioni di soccorso - Apparecchi respiratori per l'accesso ad ambienti irrespirabili.

Organizzazione dei salvataggi - La lotta contro gli infortuni e le malattie professionali nel quadro della organizzazione tecnico-economica di una miniera.

#### *Appendice - Problemi di esercizio ed organizzazione industriale.*

Problemi di organizzazione nell'impiego e nell'esercizio di macchine e di impianti.

La programmazione del lavoro e la saturazione delle macchine e della manodopera; la previsione dei costi delle operazioni.

Lo studio del lavoro umano dal punto di vista psicologico e fisiologico - Rilievo dei tempi di lavoro - Principi di economia dei movimenti.

Inquadramento economico generale dell'impresa: l'organizzazione industriale e lo studio dei fattori della produzione, con applicazione all'industria estrattiva - Cenno ai problemi di organizzazione aziendale amministrativa, sociale ed urbanistica.

#### *Esercitazioni.*

Comprendono:

a) *esercizi vari di calcolo* (comuni a tutti gli indirizzi) su problemi concernenti i seguenti argomenti:

Produzione e distribuzione di aria compressa.

Trasporto e distribuzione di energia elettrica.

Protezione di impianti elettrici di miniera.

Trasmissione di energia meccanica.

Trasporto di minerali con nastri, con ferrovie, per treni, con trenaggi, con mezzi pneumatici ed idraulici.

Elettrificazione di cantieri per il comando di apparecchiature di lavoro e di trasporto.

Trazione elettrica.

Estrazione lungo piani inclinati.

Ventilazione delle miniere: studio di circuiti ed impiego di ventilatori.

Eduazione delle acque.

Bilancio tecnico-economico di un impianto.

b) *sedute di disegno e progetto* (riservate ai soli studenti dell'indirizzo « esercizio miniere») per lo sviluppo dello studio di elementi costruttivi o di installazione relativi a: impianto di distribuzione di aria compressa, impianto di distribuzione di energia elettrica, impianti vari di trasporto per sotterraneo, impianto di teleferica, impianti vari di trasporto per sotterraneo, impianto di teleferica, impianto di estrazione (attrezzature di pozzo, macchina di estrazione e castelletto).

c) *tirocinio pratico di miniera* (per i soli studenti degli indirizzi « esercizio miniere » e « prospezione geomineraria ») con relazione su apposito programma.

# PREPARAZIONE DEI MINERALI

(Prof. ENEA OCCELLA)

*Introduzione.* — La preparazione dei minerali: scopo e limiti tecnico-economici; evoluzione storica e tecnologica in rapporto ai principi fisici della concentrazione, alla tecnica della coltivazione mineraria ed alle esigenze della metallurgia - Bibliografia.

## *Parte I - Proprietà dei grani minerali e delle torbide e loro determinazione.*

I grani minerali e le loro proprietà geometriche, fisiche e chimiche.

Esami granulometrici: classificazione granulometrica per vagliatura, sedimentazione, elutriazione, centrifugazione, trasporto colico; per via microscopica - Rappresentazioni grafiche e distribuzioni granulometriche caratteristiche.

Esami densimetrici: determinazioni sperimentali delle curve di lavaggio - Le curve dei tenori e le loro elaborazioni.

Generalizzazione delle curve di epurabilità e loro estensione ai vari metodi fisici della preparazione dei minerali.

I grani misti ed il loro ruolo: definizione e determinazioni teoriche e sperimentali del grado di liberazione.

Proprietà delle torbide: densità, viscosità, tensione superficiale, ph - Flocculazione e dispersione - Effetto dell'aggiunta di elettroliti e colloidi.

Campionatura di grani e di torbide - Considerazioni statistiche; formule pratiche per la campionatura; apparecchi campionatori - Pesatura: bilance.

Principi generali per la separazione di classi di grani minerali - Principio dell'equivalenza e sue esemplificazioni; successione di operazioni elementari per la sua realizzazione - Simboli e diagrammi di trattamento e di flusso.

I risultati della separazione dei grani minerali: rese, recuperi, tenori medi - La precisione delle operazioni di separazione e le curve di partizione.

Significato economico della preparazione dei minerali; prezzi di vendita dei minerali.

## *Parte II - La comminuzione dei grezzi minerali.*

La frantumazione industriale - Classificazione ed esemplificazione di frantumatori: a mascelle (ad eccentrico diretto, a semplice o doppia ginocchiera, ecc.), rotativi (giratori, conici, a sfera, a disco), ad impulso, speciali - Evoluzione dei vari tipi, campo di applicazione, criteri di scelta.

La triturazione: granulatori, cilindraie, pestelli, trituratori a martelli, ad anello rotante.

La macinazione: molini a tamburo rotante (a sfere ed a barre, tubolari, cilindro-conici), molini cileni e molazze, disintegratori, molini pendolari.

Caratteristiche generali, disposizioni costruttive e di esercizio, caratteristiche delle macchine per la comminuzione - Considerazioni sintetiche sulle operazioni di comminuzione: efficienza relativa - Operazioni ausiliarie introdotte nel ciclo di comminuzione - Riciclaggio e suo significato.

## *Parte III - La classificazione dei grani nei vari stadi della concentrazione gravimetrica.*

La vagliatura industriale: superficie staccianti e loro caratteristiche - Esame delle probabilità di passaggio di grani attraverso superficie staccianti e fattori che la influenzano, in rapporto alla potenzialità ed alla precisione di taglio - Realizzazioni tecnologiche: trommeis, vagli oscillanti ed a scosse, vibrovagli, vagli speciali.

Separazione dei minerali per galleggiamento: attuazioni con liquidi pesanti, soluzioni saline e sospensioni granulari - Evoluzione dei vari tipi di macchine, cicli relativi e loro campo di applicazione.

Il movimento dei grani nei fluidi: studio delle velocità finali di caduta in regime di Stokes e di Newton - Generalizzazione del fattore di forma e rappresentazioni diagrammatiche relative - Effetto della caduta contemporanea di molti grani - Definizione di equicadenza - Osservazioni sul moto vario iniziale dei grani.

Classificazione idraulica in caduta libera ed ostacolata: classificatori sfangatori, addensatori, sceveratori, meccanici - Idrovagli, sluices e rhéolaveurs.

Efficienza dei classificatori e relativo campo di applicazione.

Classificazione centrifuga in mezzo liquido - Principi e realizzazioni industriali: centrifughe e cicloni ispessitori, classificatori, arricchitori.

Classificazione pneumatica: macchine statiche e classificatori meccanici e centrifughi.

Separazione con crivelli: considerazioni teoriche sul principio del loro funzionamento - Classificazioni dei vari tipi elementari e realizzazioni tecnologiche industriali; l'evoluzione dei crivelli ed il loro campo di applicazione - Crivelli ad aria.

Separazione su tavole: considerazioni teoriche per i tipi fissi ed a scossa - Principali attuazioni tecnologiche e relativo campo di applicazione.

Cenni alla concentrazione su spirali.

#### *Parte IV - Concentrazione dei minerali per flottazione.*

Aspetti fisici della flottazione: angolo di contatto dei grani minerali, capacità di sostentamento delle forze di superficie; effetto della dimensione dei grani - Gli agenti schiumeggianti.

Aspetti chimico-fisici della flottazione: adsorbimento ionico - Agenti collettori, modificatori, deprimenti, attivanti - Il ruolo del pH.

Attuazioni tecnologiche: tipi di macchine e caratteristiche relative - Accoppiamenti di macchine nei circuiti di flottazione.

Cenni sull'agglomerazione, sulla flottazione su tavole e sulla separazione per adesione a grassi.

Campo di applicazione della flottazione: esempi di impianti di flottazione selettiva ed integrale - Accessori caratteristici degli impianti di flottazione: dosatori, condizionatori, ecc.

#### *Parte V - Concentrazione dei minerali con metodi speciali.*

La cernita ottica ed elettronica; concentrazione dei minerali in base a proprietà termiche e ad altre proprietà fisiche particolari.

Separazione magnetica: considerazioni teoriche - Attuazioni tecnologiche industriali di cernitrici magnetiche: dati di funzionamento e campo di applicazione.

Separazione elettrostatica: considerazioni teoriche - Attuazioni tecnologiche di cernitrici elettrostatiche e relativo campo di applicazione.

Separazione dell'oro mediante amalgamazione e cianurazione: cenni sui principi teorici e sulle attuazioni tecnologiche relative.

Concentrazione per comminuzione differenziale.

Mineralurgia dello zolfo: schemi dei principali procedimenti, anche in rapporto all'accoppiamento con la concentrazione per flottazione.

#### *Parte VI - Accessori e criteri di organizzazione degli impianti di arricchimento dei minerali.*

##### *Accessori per la separazione dei solidi dai fluidi.*

Addensatori: definizione del principio operativo e delle caratteristiche degli addensatori per torbide industriali - Bacini e vasche di sedimentazione.

Filtri: fattori influenzanti la portata dei filtri - Attuazioni tecnologiche statiche, a pressione ed a depressione - Filtri addensatori.

Essiccatori.

Apparecchi per la captazione e la separazione delle polveri industriali.

##### *Accessori per operazioni ausiliarie.*

Silos, tramogge, alimentatori, trasportatori ed elevatori di materiali granulari, pompe e dispositivi per sollevamento di acqua e di torbide abrasive.

##### *Impianti di arricchimento.*

Criteri per la determinazione dei diagrammi di trattamento.

Accoppiamenti caratteristici di apparecchiature; circuiti chiusi ed aperti - Definizione della portata delle macchine; criteri per il proporzionamento e la scelta delle stesse - Disposizione di queste nei fabbricati industriali.

Il problema della disposizione in sito e del recupero delle discariche.

Criteri economici di conduzione degli impianti industriali.

Esemplificazione di cicli di preparazione per grezzi di vario tipo, in rapporto ai problemi di arricchimento dei grezzi delle miniere italiane.

#### *Esercitazioni.*

##### *a) eseguite da tutti gli indirizzi:*

Esercitazioni collettive di carattere esemplificativo, relative al proporzionamento di macchine industriali per la comminazione, la classificazione e la concentrazione dei grezzi.

Esercitazioni dimostrative di criteri operativi nell'attività di laboratorio, per problemi interessanti la determinazione di proprietà dei grani, delle torbide e la comminazione dei materiali.

##### *b) seguite dagli allievi degli indirizzi «Esercizio miniere» e «Prospezione».*

Esercitazioni individuali per il rilevamento di macchine di laboratorio per la comminazione, la classificazione e la concentrazione dei minerali, e per l'esame delle relative prestazioni, operando su grezzi caratteristici;

Esercitazioni di studio sulle possibilità di arricchimento di grezzi italiani tipici e di progetto di cicli industriali di trattamento, comportanti anche il proporzionamento di massima delle macchine relative, la previsione delle condizioni di installazione ed il preventivo economico d'esercizio.

## TOPOGRAFIA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## GEOFISICA MINERARIA

(Prof. GIUSEPPE RATTI)

*Introduzione.* — Generalità sui metodi di ricerca geofisica - Scelta dei metodi in relazione ai problemi di ricerca.

### *I - Metodo gravimetrico.*

Principi del metodo e problemi geologici con esso indagati.

Densità dei corpi naturali e misura della stessa.

Campo gravitazionale della terra: anomalie regionali e locali; teorie isostatiche - Forma della terra e riduzione della gravità alla superficie del geoide.

Strumenti per la misura della gravità assoluta e relativa: pendoli; gravimetri statici e astatici.

Rilievo gravimetrico con gravimetro: determinazione del valore di scala dello strumento; tecniche operative; correzioni dei risultati; costruzione e interpretazione delle Carte gravimetriche; anomalie prodotte da corpi di densità e forma definite; costruzione ed uso dei reticoli per il calcolo delle anomalie.

Rilievo gravimetrico con la bilancia di torsione (o di Eötvös): grandezze Eötvösiane e loro espressione in funzione del potenziale gravitazionale; determinazione dell'equazione della bilancia; esecuzione delle misure; correzioni dei risultati; rappresentazione e interpretazione dei risultati; uso di reticoli.

Campi di applicazione dei gravimetri e della bilancia di torsione.

### *II - Metodo magnetometrico.*

Principi del metodo e problemi geologici con esso indagati - Proprietà magnetiche delle rocce; suscettività magnetica e misura della stessa.

Campo magnetico terrestre: variazioni periodiche e aperiodiche; anomalie regionali e locali; determinazione dei valori assoluti delle componenti dell'intensità del campo.

Apparecchi per la magnetometria geomineraria; bussole e magnetometri - Variometro di Schmidt - Esecuzione delle misure e rappresentazione dei risultati.

Interpretazione delle anomalie magnetiche; teorie dei poli singoli e dei dipoli ideali; teoria della induzione magnetica; costruzione ed uso dei reticoli per il calcolo delle anomalie magnetiche.

Rilievo aeromagnetico: strumenti impiegati; tecniche operative.

Cenni sulle relazioni tra anomalie magnetiche e anomalie gravimetriche.

### *III - Metodi sismometrici.*

Natura e caratteristiche delle onde elastiche e relative velocità di propagazione - Costanti elastiche delle rocce.

Equazioni dell'equilibrio dinamico.

Propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo: riflessione e rifrazione in corrispondenza di superfici di discontinuità; angolo limite di incidenza; intensità e fase delle onde riflesse e rifratte; assorbimento e assorbimento selettivo - Dromocrone.

*Metodo di rilievo sismico a riflessione:* specchio piano; dromocrone relative a formazioni riflettenti piane; determinazione della pendenza; determinazione della velocità di propagazione; rilievo di una faglia; studi di correlazione; procedimenti operativi; lettura e interpretazione dei sismogrammi.

*Metodo di rilievo sismico a rifrazione:* dromocrone relative a uno strato orizzontale, a uno strato inclinato e a più strati; profili coniugati; ritardi di tempo; metodi analitici e grafici di studio delle dromocrone; procedimenti operativi a profilo continuo, a profili incrociati, a ventaglio; elaborazione dei sismogrammi.

Apparecchiature per i rilievi sismici: sismografi meccanici; sismografi elettrici; attrezzature accessorie nell'impiego dei sismografi.

Tecniche operative sul suolo e in zone coperte di acqua - Cenni sui metodi e modalità di produzione di onde sismiche - Cenni sui terremoti e sulla costituzione interna della terra.

### *IV - Metodi geoelettrici.*

Resistività e altre proprietà elettriche delle rocce e dei minerali e misura delle stesse.

Distribuzione della corrente nel terreno - Influenza di masse elettricamente eterogenee sul campo elettrico.

Metodo dei potenziali naturali: cause di polarizzazione spontanea; apparecchiatura per la misura delle differenze di potenziale; esecuzione delle misure e interpretazione dei risultati.

Metodo delle linee equipotenziali e metodo dei rapporti di potenziale.

Metodo della resistività apparente: vari tipi di quadripoli; interpretazione dei dati di resistività apparente; determinazione per via grafica della resistività vera e della profondità di contatto nel caso di due strati sovrapposti.

Metodi elettromagnetici: campo elettromagnetico associato ad una corrente elettrica che circola nel terreno; determinazione degli elementi di un campo elettromagnetico polarizzato rettilineamente od ellitticamente.

Metodi induttivi: caratteristiche del campo indotto; metodi della bobina orientabile, del compensatore di Sundberg, di Turam a doppia bobina esploratrice.

Metodo dei transistori elettrici.

Metodo della misura delle correnti telluriche.

Applicazione delle onde radioelettriche nell'indagine del sottosuolo.

### *V - Cenni su altri metodi di rilievo geofisico.*

Ricerca dei minerali radioattivi: natura e caratteristiche delle radiazioni; strumenti e tecnica di misura delle stesse.

Metodo geochimico.

Metodo geotermico.

*Appendice* (per i soli allievi degli indirizzi « idrocarburi » e « prospezione geomineraria »).

*Argomenti speciali di prospezione geofisica - Carotaggi.*

Generalità sui carotaggi geofisici e classificazione degli stessi - Proprietà delle formazioni: resistività, porosità, saturazione in acqua, fattore di formazione.

Determinazione in pozzo dei potenziali spontanei: loro natura e caratteristiche; potenziale spontaneo statico.

Metodi convenzionali di misura della resistività delle formazioni: sonda normale; sonda laterale; sonda per calcari; influenza del valore del distanziamento delle sonde; casi fondamentali di rilievo; curve di correzione e di interpretazione dei dati delle misure.

Carotaggio ad induzione: principio del metodo; coefficiente geometrico e curve caratteristiche di indagine.

Laterolog - Microlog - Microlaterolog.

Carotaggio sonico.

Carotaggi radioattivi: misura della radioattività naturale delle formazioni; misura della radioattività indotta mediante bombardamento con neutroni.

Applicazioni dei carotaggi elettrici, radioattivi e sonico: riconoscimento e definizione degli strati; correlazioni; determinazione della porosità e della saturazione in acqua e in idrocarburi delle formazioni.

Altri tipi di carotaggi: carotaggio termico; carotaggio geochimico; carotaggio continuo durante la perforazione.

Metodi e dispositivi per la determinazione della direzione e inclinazione degli strati.

Dispositivi di misura del diametro del pozzo e dell'orientamento del suo asse.

*Esercitazioni*

a) comuni a tutti gli indirizzi:

Calcoli numerici ed esempi di applicazione dei metodi di prospezione trattati.

b) riservate agli indirizzi « idrocarburi » e « prospezione geomineraria »:

Costruzione ed uso di reticoli per l'interpretazione di rilievi magnetici e gravimetrici.

Analisi ed interpretazione dei diagrammi di carotaggio.

Analisi ed interpretazione di dromocroni e sismogrammi.

Interpretazione dei risultati di un rilievo geoelettrico.

Studio di strumenti ed apparecchiature ed impiego dei medesimi.

**Indirizzo a scelta: Esercizio miniere:**

**TECNOLOGIE METALLURGICHE**

(Prof. MARIA LUCCO BORLERA)

*Chimica analitica applicata ai metalli ed ai minerali.* — Metodi di dissoluzione - Disgregazioni.

Ricerca qualitativa sistematica dei cationi e degli anioni - Saggi di riconoscimento per via secca.

Analisi quantitativa per via gravimetrica e per via volumetrica.

Principali metodi dell'analisi strumentale.

*Leggi chimico-fisiche e diagrammi di stato di interesse metallurgico.* — Diagramma ferro-carbonio - Rilevamento dei diagrammi di stato: analisi termica, dilatometrica, röntgenografica, micrografica.

*Metallurgia estrattiva.* — Riducibilità degli ossidi riferita all'energia di formazione - Processi di riduzione per via ignea.

Metallurgie da solfuri, per precipitazione, per torrefazione, per reazione - Trattamento della blenda e della galena - Utilizzazione delle ceneri di pirite.

Forni usati nei processi metallurgici - Sistemi di arricchimento dei minerali e trattamenti preliminari - Processo Dwight Lloyd e processo Renn Krupp.

*Siderurgia.* — Minerali di ferro e loro requisiti per l'utilizzazione - Produzione della ghisa: alto forno e forno elettrico - Riduzione degli ossidi di ferro e reazioni nell'altoforno - Preaffinazione della ghisa in mescolatore - Desolfurazione - Produzione dell'acciaio - Affinazione al Martin e al convertitore - Disossidazione e calmaggio degli acciai - Produzione di ferroleghe e seconda fusione della ghisa.

*Acciai.* — Acciai al carbonio - Trattamenti termici degli acciai: ricottura, normalizzazione, tempra, rinvenimento - Acciai speciali - Acciai al nichel, cromo, manganese, silicio - Loro struttura, trattamenti termici e caratteristiche di impiego.

*Ghise.* — Struttura delle ghise - Ghise da getto - Ghise legate - Trattamenti di malleabilizzazione e sferoidizzazione della ghisa.

*Alluminio.* — Bauxiti e loro requisiti per l'utilizzazione nei processi Bayer e Haglund - Elettrolisi dell'allumina - Raffinazione elettrolitica dell'alluminio - Leghe di alluminio da getto e da trattamento termico.

*Manganese.* — Minerali e loro utilizzazione per via idrometallurgica - Processo Leaver all'anidride solforosa - Processo al ditionato di calcio - Processo Bradley-Fith all'ammoniaca - Processo Nossen all'acido nitrico - Processo Dean al carbammato.

*Rame.* — Minerali solforati e ossidati, loro requisiti per l'utilizzazione - Metallurgia per via ignea - Idrometallurgia: lisciviazione con acido solforico e carbonato ammonico; in loco, in catasta, per percolazione, per agitazione - Separazione del rame dalle liscivie - Precipitazione per cementazione e processo elettrolitico.

*Zinco.* — Minerali - Preparazione elettrolitica - Processo Tainton e processo Anaconda.

*Magnesio.* — Preparazione del cloruro di magnesio e produzione elettrolitica del magnesio - Magnesio dall'acqua di mare.

*Uranio.* — Minerali - Processo classico per la produzione dell'ossido.

Ottenimento dell'uranio dall'ossido e dal tetrafluoruro - Decomposizione termica del tetraioduro di uranio - Produzione dell'uranio metallico per elettrolisi.

Estrazione con solventi e con resine a scambio ionico.

Metallurgia del torio e cenni sulla metallurgia del molibdeno.

*Comportamento in opera, controlli e protezione dei materiali metallici.* — Resistenza a fatica dei materiali metallici - Comportamento delle leghe ad alta temperatura: fenomeni di scorrimento viscoso - Prove meccaniche e controlli sui metalli - Analisi macro e micrografica - Prove di durezza e microdurezza.

Corrosione dei metalli e fenomeni di ossidazione a bassa e alta temperatura - Decapaggio e protezione delle superfici metalliche.

Zincatura, protezioni anodiche e protezioni galvaniche.

### *Esercitazioni di Tecnologie Metallurgiche.*

1. *Analisi qualitativa e quantitativa.* — Metodi di analisi - Precipitazione e separazione dei gruppi analitici - Metodi di riconoscimento per via secca - Analisi quantitativa gravimetrica: raccolta, lavaggio e calcinazione dei precipitati - Analisi volumetrica - Soluzioni titolate - Uso degli indicatori - Acidimetria, alcalimetria, iodometria e altri procedimenti volumetrici.

2. *Analisi chimica applicata.* — Analisi dei calcari e delle dolomiti - Disgregazione dei minerali costituiti da silicati - Analisi delle argille e delle bauxiti - Analisi dei minerali di ferro e dei metalli ferrosi - Dosamento volumetrico del manganese e preci-

pitazione del nichel con dimetilglossima - Analisi delle leghe e dei minerali di piombo, zinco e stagno - Dosamento del cromo nelle cromiti - Analisi gravimetrica ed elettrolitica del rame.

3. *Analisi metallografica.* — Preparazione dei provini, attacco chimico ed elettrochimico - Esame micrografico dell'acciaio e dei metalli non ferrosi.

4. *Analisi strumentale.* — Rilevamento di diagrammi di stato e punti critici per via dilatometrica e mediante analisi termica - Dimostrazioni di analisi röntgenografica - Prove di durezza e microdurezza.

### **Indirizzo a scelta: Esercizio miniere:**

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

### **Indirizzo a scelta: Idrocarburi:**

## TECNICA DEI GIACIMENTI DI IDROCARBURI

(Prof. GIOVANNI BALDINI)

*Introduzione.* — Generalità; sviluppi della ingegneria di giacimento come propeudica alla coltivazione dei campi di idrocarburi - Scopi e limiti del corso.

Condizioni idrodinamiche, geologiche, strutturali e petrografiche per l'accumulo degli idrocarburi nei giacimenti.

Temperatura e pressione dei giacimenti di idrocarburi e loro influenza sulle condizioni di accumulo e di coltivazione.

Cenni sulle proprietà fisiche e chimiche degli idrocarburi.

*I - Proprietà specifiche delle rocce serbatoio - Meccanica del flusso monofase.*

Tipi e valori limiti di porosità; fattore di resistività delle rocce di giacimento - Correlazione fra porosità e fattore di resistività - Determinazione della porosità.

Cubatura volumetrica dei giacimenti di idrocarburi; calcolo delle riserve iniziali.

Permeabilità assoluta delle rocce: cause di variazione della permeabilità assoluta - Effetto Klinkenberg.

Condizioni e caratteristiche di flusso dei fluidi nei mezzi porosi.

Flusso monofase, permanente, parallelo e convergente, di liquidi e di gas nei mezzi porosi - Permeabilità risultanti di formazioni in parallelo ed in serie - Equazione teorica ed equazione reale della portata di gas nei giacimenti a flusso stabilizzato; prove di produzione - Metodo « isocrono » per l'interpretazione delle prove di produzione.

Cenni sulla teoria di Houpeurt dei condotti a forma troncoconica ripetuta: correlazioni fra parametri morfologici e reologici delle rocce serbatoio.

Flusso monofase non permanente: equazioni di diffusività per i flussi parallelo e convergente - Distanze ridotte e tempo ridotto (o adimensionale) dei giacimenti.

Soluzioni dell'equazione di diffusività per il flusso di fluidi poco compressibili: di Bronscombe-Collins per giacimenti di tipo volumetrico, di Homer per zone di drenaggio a raggio infinito - Soluzioni generali di Van Everdingen-Hurst: caso della pressione terminale nota e della portata terminale nota - Calcolo dell'invasione di acqua nei giacimenti.

I transienti di pressione nei giacimenti per il flusso non permanente, in comparazione con la distribuzione di pressione nel flusso permanente - Calcolo della pressione media nei giacimenti durante il flusso e dei tempi di riassetto.

Determinazione, significato e interpretazione delle curve di risalita della pressione nei pozzi, per i greggi ad olio e per i gas naturali.

#### *II - Proprietà specifiche dei fluidi di giacimento.*

Condizioni e caratteristiche delle acque di formazione e delle acque circostanti al giacimento.

Campionamento dei greggi e dei gas a condensati di fondo e di superficie - Metodo del « test-car » e del campione ricostituito - Analisi della composizione e determinazioni sperimentali di volume, pressione e temperatura dei fluidi di giacimento.

Il gas in soluzione negli idrocarburi: liberazione del gas differenziale e monostadio.

Studio del comportamento di fase degli idrocarburi: le costanti di equilibrio - Calcolo dei diagrammi di stato di miscele a due ed a più componenti, in funzione delle loro percentuali molari.

Il fenomeno della condensazione retrograda.

I giacimenti a gas secco, a gas umido, a gas a condensati, a gas condensati.

I giacimenti di greggi sottosaturi e di greggi sovrasaturi; di idrocarburi a componenti dotati di volatilità prossima o di molto diversa.

Compressibilità dei fluidi di giacimento: energia di espansione dei giacimenti.

#### *III - Proprietà di complesso dei sistemi fluidi-roccie serbatoio - Elementi di meccanica del flusso a più fasi.*

La saturazione dei fluidi in giacimento: determinazione della variazione del volume poroso e della saturazione dei fluidi, al procedere della coltivazione.

Permeabilità effettive e permeabilità relative per il flusso contemporaneo di due fasi.

Le condizioni microscopiche dello spiazzamento dei fluidi nei mezzi porosi: risultati di Buckley-Leverett, di Welge e di Rapoport e Leas.

Determinazione delle permeabilità relative per mezzo dei dati di produzione e di laboratorio, per il flusso permanente e per quello non permanente.

Tensioni superficiali e tensioni interfacciali dei fluidi - L'espressione di Laplace della pressione capillare; le pressioni capillari e di spiazzamento nei capillari e nei mezzi porosi - Correlazione tra permeabilità e saturazione irreducibile di acqua per i giacimenti.

Zone di transizione acqua-olio ed olio-gas; determinazione delle pressioni capillari: metodo dello stato ripristinato e metodo per iniezione di mercurio.

Correlazioni di Iffly fra parametri delle pressioni capillari ed equazioni di flusso stabilizzato dei gas - Correlazioni fra parametri della curva delle pressioni capillari e permeabilità relative.

Condizioni di flusso contemporaneo di due fasi: determinazione delle saturazioni e delle permeabilità relative in giacimento nel flusso contemporaneo di due fasi.

#### *IV - Programmazione della coltivazione dei giacimenti di idrocarburi.*

Programmazione della coltivazione dei giacimenti senza spinta d'acqua: a gas secco e ad olio in condizioni di sovrasaturazione - Determinazione della variazione del volume poroso di giacimento, in base al declino di pressioni ed all'infusso cumulativo d'acqua in giacimento; bilanci quantitativi ed indici di spinta dei giacimenti.

Programmazione della coltivazione dei giacimenti con spinta d'acqua: a gas secco, ad olio sottosaturo e ad olio con cappa di gas.

Spiazzamento dei fluidi nei mezzi porosi bagnati preferenzialmente dall'acqua o dall'olio: costruzioni grafiche di Pirson per lo spiazzamento microscopico.

Risultati di Stiles e di Dyskra-Parsons per lo spiazzamento macroscopico: quota di giacimento invaso dal fluido spiazzante.

Caratteristiche della coltivazione dei giacimenti di greggi con fluidi non miscibili - Coltivazione dei giacimenti a gas condensato per ciclagioni, e di giacimenti di greggio per iniezione di acqua.

Metodi sperimentali per lo studio analogico dei giacimenti di idrocarburi.

Quadro riassuntivo delle determinazioni delle proprietà dei giacimenti di idrocarburi.

a) di calcolo:

Studio della variazione di parametri fisici degli idrocarburi e di miscele di idrocarburi in funzione della pressione, con particolare riguardo alla determinazione del comportamento di stato delle miscele in rapporto ai fenomeni connessi con la coltivazione dei giacimenti ed alla separazione degli idrocarburi.

Determinazione dei valori di pressione nei giacimenti nelle condizioni di flusso permanente e non permanente.

Interpretazione di risultati sperimentali e di dati di produzione rilevati durante la coltivazione di giacimenti; curve di risalita della pressione, prove di produzione, storie di produzione - Valutazione dell'invasione d'acqua in giacimento.

Cubatura volumetrica e bilancio quantitativo dei giacimenti; determinazione del declino di pressione in funzione della produzione cumulativa per i vari tipi di giacimento.

Determinazione delle caratteristiche del flusso di gas nei mezzi porosi dai risultati di prove statiche di laboratorio - Analisi di problemi di spiazamento.

b) sperimentali:

Determinazioni di porosità e di permeabilità assoluta delle rocce.

Determinazioni di viscosità, di tensione superficiale ed interfacciale e dei punti di bolla e di rugiada di miscele di idrocarburi.

Determinazioni varie su altri parametri fra cui: pressione capillare, bagnabilità frazionaria all'acqua, permeabilità relative in regime stazionario ed in regime transitorio.

Eventuali studi di modelli analogici di giacimento.

**Indirizzo a scelta: Idrocarburi:**

**PRODUZIONE DEGLI IDROCARBURI**

(Prof. GIUSEPPE RATTI)

*I - Completamento dei pozzi.*

Generalità sul completamento - Tipi di completamento: convenzionale e permanente.

Sfruttamento successivo e contemporaneo delle formazioni mineralizzate - Completamenti multipli e loro tecnologia.

Perforazione delle colonne a fronte delle formazioni produttive; perforazione a pallottola; perforazione a carica cava.

Discesa e fissaggio del packer di produzione.

Condotte di produzione (tubing) - Tipi di sospensione - Analisi delle sollecitazioni e dimensionamento relativamente alle sollecitazioni e alle portate.

Operazione di stimolazione - Stimolazione per esplosione; per acidificazione; per fratturazione idraulica - Tipi di fluido e attrezzatura richiesta nella fratturazione idraulica.

Metodi per il controllo e l'eliminazione dell'acqua e della sabbia dalla produzione - Tipi di filtri; filtri di ghiaia - Consolidamento di sabbie incoerenti - Dissabbiamento.

Operazioni varie di intervento - Iniezioni di cemento - Tappi di arresto di cemento - Chiusura mineraria dei pozzi - Descrizione degli impianti ausiliari e delle operazioni da essi compiute - Manutenzione delle attrezzature nel pozzo.

Dispositivi di sicurezza per i pozzi e norme di sicurezza.

*II - Sollevamento, trattamento di campo e trasporto degli idrocarburi liquidi.*

Pozzi ad erogazione spontanea: erogazione continua ed intermittente; metodi per provocare l'erogazione - Idrodinamica del flusso spontaneo.

Sollevamento degli idrocarburi liquidi con gas lift: principio del gas lift; calcolo delle condizioni di operazione - Dispositivi di eliminazione della contropressione sulla formazione produttiva - Il gas lift intermittente - Il gas lift a camere di accumulazione.

Sollevamento degli idrocarburi liquidi con pompe di profondità - Tipi di pompe: idraulica, centrifuga, sonica, ad astine di pompamento - Caratteristiche generali delle pompe ad astine - Principi di operazione delle pompe ad astine: sollecitazioni nelle astine; diagrammi dinamometrici per la misura degli sforzi nelle astine; deformazioni elastiche delle astine e della condotta di produzione; corsa effettiva del pistone; rendimento volumetrico; rendimento di sollevamento; effetto della presenza di sabbia e gas nell'olio - Cavalletto di pompamento e bilanciamento dello stesso.

Separazione di gas dai grezzi - Separatori: orizzontali e verticali; atmosferici e sotto pressione - Separazione a più stadi.

Separazione dell'acqua dai grezzi - Condizioni dell'acqua nei grezzi; caratteristiche fisiche delle emulsioni - Metodi di disidratazione: meccanici, chimici, elettrici. Centri di raccolta dei grezzi - Tipi di serbatoi - Taratura di un serbatoio.

Condotte per il trasporto di idrocarburi liquidi - Analisi delle perdite di carico; esame del caso di olio molto viscoso.

Sollecitazioni nelle condotte e dimensionamento delle stesse.

Dilatazione termica delle condotte; giunti di dilatazione.

### *III - Produzione, trattamento di campo e trasporto degli idrocarburi gassosi.*

Composizione e caratteristiche del gas naturale - Analisi del gas per frazionamento, col metodo spettrometrico, col metodo cromatografico - Altre determinazioni effettuate sul gas naturale: misura della densità, della viscosità, del calore di combustione, del punto di rugiada, del contenuto in gasolina.

Il sistema acqua-idrocarburi - Condizioni di formazione e campi di stabilità degli idrati - Prevenzione della formazione di idrati mediante riscaldamento del gas: apparecchiature relative.

Disidratazione del gas naturale:

per raffreddamento mediante espansione;  
per assorbimento dell'acqua con un liquido (proprietà fisiche dei glicoli; impianti di disidratazione a glicol);

per adsorbimento dell'acqua su letto solido (natura dell'adsorbimento e proprietà delle sostanze adsorbenti; schema di un impianto ad adsorbente solido).

Separazione della gasolina dal gas naturale - Separazione preliminare - Processo di degasolinaggio con assorbente liquido - Processo di degasolinaggio con adsorbente solido.

Desolfurazione del gas naturale - Processo di desolfurazione con soluzioni di etanolammine - Processo di desolfurazione con carbonato di potassio - Cenni su altri processi.

Reti e centri di raccolta dei gas naturali - La compressione del gas naturale: richiami sul ciclo di lavoro di un compressore alternativo e sulla compressione a più stadi - Condizioni di operazioni di un compressore e regolazione dello stesso.

Condotte per il trasporto del gas naturale: equazione del flusso dei gas; perdite di pressione nelle condotte - Cenni sul flusso bifase olio-gas - Apparecchiature ad alta pressione per i gas naturali e norme di sicurezza.

Corrosione nelle installazioni di produzione: corrosione in pozzo; nelle reti di raccolta; negli impianti di trattamento.

Misure e controlli degli impianti di produzione e di trattamento.

### *Esercitazioni.*

Comprendono *esercizi vari di calcolo* (e subordinatamente di disegno e di progetto) su: problemi di completamento di pozzi, apparecchiature di sollevamento di olii, impianti di trattamento di gas, reti di raccolta e trasporto di idrocarburi.

È previsto inoltre un *tirocinio pratico di cantiere*, con relazione su programma apposito.

**Indirizzo a scelta: Prospezione:**

## ANALISI DEI MINERALI

(Prof. ELIO MATTEUCCI)

*Introduzione.* — L'analisi dei minerali come mezzo di prospezione geomineraria ed in particolare per la prospezione geochimica.

Analisi elementare per via chimica - Analisi mineralogica per via ottica e per via diffrattometrica - Rapporti tra l'analisi mineralogica e l'analisi degli elementi in un campione minerario ed in una roccia.

*Analisi elementare qualitativa.* — Disgregazione analitica con particolare riguardo alla disgregazione dei minerali - Identificazione degli ioni analitici e delle molecole analitiche - Prodotto di solubilità e precipitazione.

Reazioni analitiche dei principali elementi ordinati secondo il sistema periodico.

Principali riconoscimenti per via secca e per via microchimica.

Procedimento sistematico di analisi qualitativa per via umida per il riconoscimento dei metalli: i sei gruppi analitici classici.

Procedimento per il riconoscimento degli anioni.

*Analisi elementare quantitativa.* — Analisi quantitativa per via gravimetrica - Considerazioni sulle relative operazioni analitiche principali: preparazione del campione, pesata, bilancia analitica e metodi di pesata, raccolta dei precipitati, loro lavaggio, essiccazione e calcinazione dei precipitati.

Analisi quantitativa per via volumetrica - Considerazioni sulle operazioni, sugli strumenti e sui calcoli propri della volumetria - Conduzione delle analisi volumetriche.

Titolazioni alcali-acidimetriche.

Titolazioni ossido-riduttometriche: permanganatometria, iodometria, uso di soluzioni di bicromato - Calcoli relativi.

Titolazioni complessometriche - Generalità sui complessi - Reazioni di formazione dei complessi metallici, indicatori metallici - Curve di titolazione - Calcoli relativi.

L'analisi quantitativa dei silicati e delle rocce secondo la marcia classica e secondo la marcia rapida, limitatamente ai principali ossidi.

Considerazioni sugli errori nel prelevamento, nella macinazione e durante l'analisi di una roccia o di un campione minerario.

Calcoli interpretativi dei risultati delle analisi elementari delle rocce: rappresentazioni diagrammatiche e normative.

*Analisi strumentale.* — Metodi spettrofotometrici per assorbimento - Principi ed apparecchi - Determinazioni colorimetriche, fotocolorimetriche, spettrofotometriche.

Metodi spettrofotometrici per emissione - Principi ed apparecchi - Determinazioni flammofotometriche spettrografiche classiche e röntgenspettrografiche.

Metodi elettrochimici - Principi ed apparecchi - Determinazioni elettrolitiche, polarografiche, amperometriche, potenziometriche e conduttometriche.

*Analisi mineralogica.* — I metodi dell'analisi mineralogica qualitativa e quantitativa - Richiami ai mezzi ottici per l'analisi mineralogica quantitativa - Diffrattometria qualitativa e quantitativa - Principi ed apparecchi - Conduzione delle determinazioni e loro limiti.

Raffronto tra risultati dell'analisi mineralogica e dell'analisi elementare e loro interpretazione geologico-mineraria ai fini della prospezione.

*Analisi tecniche di minerali di interesse minerario ed industriale.* — Procedimenti per lo studio completo di calcari e marne, di minerali di ferro, di solfo, di piombo, di zinco, di rame, di alluminio, di nichelio, di antimonio, di mercurio, di carboni.

Cenni a determinazioni analitiche sugli idrocarburi e sui minerali di metalli preziosi e di uranio.

### *Esercitazioni.*

Alle lezioni fanno riscontro esercitazioni settimanali sistematiche aventi lo scopo di dare al corso carattere fondamentalmente applicativo e di far sì che gli studenti imparino ad usare i principali strumenti del laboratorio analitico chimico, nonchè gli apparecchi per l'analisi strumentale ed apprendano praticamente le tecniche analitiche qualitative e quantitative, elementari e mineralogiche, classiche e strumentali, i cui principi formano argomento delle lezioni.

Dopo una breve serie di analisi chimiche qualitative e quantitative di sostanze pure e dopo alcune esercitazioni sull'uso degli strumenti analitici, lo studente è chiamato ad eseguire, in collaborazione col docente, un gruppo di studi completi di minerali o rocce aventi interesse minerario od industriale.

### **Indirizzo a scelta: Prospezione:**

## **PROSPEZIONE GEOMINERARIA**

(Prof. ANTONIO CAVINATO)

1. Rilevamento Geologico e rilevamenti speciali geominerari, geoidrologico, geogralogico.

Attrezzature tecniche relative - Esercizio di effettivo rilievo sul terreno.

2. Correlazione tra ambienti geologico-petrografici e concentrazioni utili: a) nel vulcanico; b) nel lacustre; c) nel marino; d) nell'eluvium, alluvium, ecc.

3. I criteri guida per la determinazione delle percentuali in minerali utili.

Il problema fondamentale della campionatura (prelievi, prove, ecc.) nelle concentrazioni utili di ogni specie.

4. Mappazioni di ogni tipo di assestamenti strutturale e di disturbo stratigrafico.

Mappazioni dei corpi minerali utili (petroli, falde acquifere, filoni, strati di carboni, ecc.).

5. I fondamentali problemi stratimetrici.

6. Attrezzature chimiche di campagna e relativi saggi chimici; attrezzature per ricerche radioattive; attrezzature per prelievi di campioni, ecc.

7. Cognizioni di calcolo attuariale necessarie al minerario.

8. Valutazioni economiche delle miniere.

## **CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA**

### **I ANNO**

### **SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

### **MECCANICA DELLE MACCHINE E MACCHINE**

(Prof. CARLO MORTARINO)

1. Problemi di equilibrio statico e dinamico, nel piano e nello spazio, senza e con effetti di attrito, con contatti, di vincolo riducibili o non ad un punto, non noti

« a priori », resi attivi dall'annullarsi di « giochi » - Procedimento per verifica dell'equilibrio, nel caso di vincoli condizionati dai giochi.

2. Azioni di contatto diretto tra solidi. In assenza di moto relativo: aderenza; con moto relativo: attrito; usura - Usura per saldatura e strappamento; temperature locali.

3. Azioni di contatto mediato tra solidi. Formazione di veli lubrificanti e untuosi - Cuscinetti: tipi e materiali - Sostentazione di organi di macchine, fermi o in moto, per mezzo di fluidi (gas o liquidi) in pressione.- Esempio di un circuito completo di sostentazione e lubrificazione di una macchina - Criteri di sicurezza - Bilancio energetico di un sistema di lubrificazione o sostentazione.

4. Ruote, motrici e portanti, su: rotaia; strada; terreno - Contatti di rotolamento - Cause di dissipazione di energia in rotolamento con deformabilità, singola o concomitante, dell'elemento rotolante e della sede - Cuscinetti a rotolamento: tipi; montaggio; giochi; interferenze, alle temperature ambiente e di funzionamento - Criteri di progetto e cause distruttive dei cuscinetti di rotolamento - Contatti tra solidi elastici: risultati di Herz e limiti di applicabilità.

5. Trasmissioni, di moto e di potenza, con ruote dentate, tra assi paralleli, incidenti sghembi - Rapporti di trasmissione; vincoli degli assi, reazioni dei vincoli - Rotismi differenziali - Effetti di: deformabilità degli assi; giochi; imprecisioni di costruzione e di montaggio - Criteri di scelta dello schema della trasmissione.

6. Trasmissioni, di moto e di potenza, con flessibili: cinghie piane; trapezoidali; funi acciaio - Pulegge corrispondenti - Deformabilità dei flessibili e delle pulegge - Comportamento dinamico delle trasmissioni con flessibili - Flessibili ad elementi articolati: catene; ..... - Comportamento dinamico - Criteri di scelta del sistema di trasmissione con flessibili, oppure con ruote dentate - Trasmissioni con elementi funzionanti in parallelo; il problema della ripartizione del carico.

7. Contatti estesi, con usura, tra solidi in moto relativo: innesti a frizione; freni; spazzole su collettori - Effetti termici nei freni: sui materiali e sulla geometria - Descrizione di impianti frenanti: per argano di miniera; per carro ponte; per autoveicoli - Freni di esercizio; freni di sicurezza - Effetti dinamici della chiusura automatica di un freno di sicurezza - Ipotesi possibili (di usura; di elasticità; ..... ) per definire la distribuzione delle azioni di contatto e discussione della loro validità per ogni caso specifico - Criteri di progetto di un freno in relazione alla prevedibile variabilità delle caratteristiche di funzionamento.

8. Azioni fluidodinamiche su strutture fisse; su veicoli; entro macchine - Fenomeni elementari.

9. Ricerca dei fattori influenti su un fenomeno - Libera scelta di un sistema di misura - Relazioni di omogeneità dimensionale per definire le « variabili effettive » influenti in un fenomeno - Criteri di similitudine di fenomeni, condizionata dagli strumenti misuratori dei fattori influenti - Limiti del significato dei « numeri adimensionali » a rappresentare le « variabili effettive » e le condizioni di similitudine - Controllo sperimentale di similitudine apparente e similitudine effettiva - Ricerca sperimentale su modelli; interpretazione ed estensione dei risultati ottenuti su modello.

10. Metodo sperimentale in ingegneria - Ricerche di laboratorio, in condizioni schematiche - Ricerche ed osservazioni al vero - Impostazione di una ricerca sperimentale. Classificazione di errori e metodi per la loro individuazione e limitazione.

11. Prove tipiche di laboratorio: accettazione dei materiali costituenti le macchine; prove su elementi di macchine - Resistenza a fatica; effetti di intaglio - Metodi di controllo, distruttivi e non distruttivi - Prove tipiche su macchine, strutture, impianti completi: collaudo secondo norme e prescrizioni di progetto - Ricerche su prototipi - Ricerche ed osservazioni su macchine ed impianti durante e dopo l'esercizio.

12. Principi di sicurezza di macchine ed impianti in previsione di condizioni normali, lievemente anormali, eccezionali di esercizio - Analisi della sicurezza: in progetto; in collaudo; in esercizio - Prescrizioni di controlli e opere di manutenzione.

13. Macchine (impianti) concepite come trasformatrici di flussi energetici: principali; ausiliari, passivi - Bilanci energetici.

14. Centrali di produzione di energia: idroelettrica; termoelettrica con turbina a vapore, con turbina a gas, con motrice a combustione interna - Schemi e principali componenti - Voci del bilancio energetico dell'impianto completo.

15. Motrici idrauliche: Pelton; Francis; Kaplan; ad elica - Descrizione - Campi di applicazione - Azioni fluidodinamiche elementari - Bilancio energetico della macchina - Regolazione del flusso - Organi di comando ed attuazione della regolazione nella principali condizioni di intervento: avviamento, regime, parallelo, fermata - Caratteristiche meccaniche - Cavitazione - Pompe rotative, alternative.

16. Motrici a vapore - Turbine: tipi - Cicli ideali e cicli effettivi di evoluzione del vapore, in relazione alle condizioni di ammissione e di scarico, con o senza rigenerazione intermedia - Bilancio energetico di un elemento di turbina e complessivo della macchina - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n. - Fenomeni di corrosione - Problemi meccanici - Motrici a vapore alternative - Descrizione; principali organi componenti; sistema di distribuzione del vapore - Cicli termodinamici: ideali; indicati - Bilancio energetico - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n.

17. Turbina a gas - Schemi per funzionamenti: a ciclo chiuso; a ciclo aperto - Flusso energetico interno. Bilanci energetici: di un elemento di turbina; di un elemento di compressore; della turbina; del compressore; del gruppo - Cicli - Combustibili - Problemi di resistenza strutturale - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n.

18. Motrici a combustione interna Diesel - Tipi: a 4 e 2 tempi - Cicli ideali e cicli indicati - Combustibili impiegati - Flussi entranti di aria e di combustibile ed organi di regolazione e distribuzione: iniettori, valvole, ... compressori di sovralimentazione, pompe di lavaggio - Bilanci energetici - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n. - Sistemi di raffreddamento, lubrificazione, avviamento - Equilibri dinamici.

19. Motrici a combustione interna a carburazione, a 4 tempi, ad alimentazione naturale o forzata - Cicli ideali e cicli indicati - Combustibili - Combustione normale, anormale - Flussi entranti di aria, di combustibile, di miscela ed organi di regolazione e distribuzione: carburatore, valvole, compressori di sovralimentazione ..... Bilanci energetici - Sistemi di accensione, raffreddamento, lubrificazione, avviamento - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n. - Equilibri dinamici interni ed esterni - Vincoli.

20. Compressori di liquidi, di gas, di vapori.

21. Gruppo di manovra: elettropompa-motore idraulico.

22. Impianto di laminazione continuo, controllato elettronicamente, esaminato dal punto di vista meccanico

23. Determinazione sperimentale di caratteristiche di macchine motrici ed operatrici - Freni dinamometrici - Misure torsionometriche - Misure di velocità.

24. Formazione di gruppi di macchine - Caratteristiche di regime e di transitorio - Caratteristiche nel periodo di gruppi a regime periodico - Volani: influenza su velocità e forze.

25. Fenomeni vibratorii in macchine e strutture; cause ed effetti - Isolamento dalla causa; annullamento, compensazione della causa - Transitori, fenomeni d'urto (ondosi) - Nelle macchine idealmente a regime assoluto: cause interne (rotoriche e statoriche) di vibrazioni; di sovraccarichi dinamici, ciclici. - Ricerca e compensazione isolata delle cause perturbatrici - Esempio di un alternatore; ricerche sul rotore, sulla macchina completa in officina, sul gruppo turboalternatore in servizio - Macchine equilibratrici - Principi di funzionamento - Applicazione a rotori rigidi, a rotori cedevoli, a rotori elastici - Strumenti di controllo delle macchine in servizio.

26. Regolazione: scopi, principi - Regolazione continua; esempio: turboalternatore, di una centrale idroelettrica - Regolazione intermittente; esempio: camera termostatica.

*Esercitazioni:*

1. Statica; dinamica, senza e con attriti, senza e con giochi.
2. Rilievo di elementi di macchine.
3. Esercizi grafici e numerici in relazione alle lezioni.
4. Formazione di un gruppo a regime assoluto.
5. Formazione di un gruppo a regime periodico e verifica della irregolarità di velocità.
6. Tema particolare, scelto da un singolo o da un gruppo di Allievi (non più di 3), su una macchina o su un organo di macchina, ed accettato dall'Assistente relatore.

*In Laboratorio.*

1. Esame ed applicazione di strumenti di normale uso di Laboratorio: tachimetri; contagiri; anemometri; .....
2. Determinazione della caratteristica di una macchina.
3. Rilievo di fenomeni vibratorii.
4. Equilibramento di un rotore.
5. In relazione al tema particolare, su iniziativa dell'Allievo.

## FISICA TECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Civile).

## ELETTROTECNICA - I

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## MATERIALI PER L'ELETTROTECNICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## COMPLEMENTI DI MATEMATICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo abbiamo già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

## II ANNO

### CAMPI ELETTROMAGNETICI E CIRCUITI

(Prof. MARIO BOELLA)

Rappresentazione matematica di una propagazione ondosa e definizioni fondamentali - Equazioni di Maxwell - Equazioni d'onda del campo elettromagnetico in un mezzo lineare e omogeneo - Soluzione di Kirchhoff - Potenziali ritardati vettore e scalare - Dipolo hertziano e suo campo elettromagnetico vicino e lontano - Teorema di Poynting e applicazione al campo del dipolo hertziano - Dipolo magnetico - Potenza irradiata e resistenza di radiazione di un dipolo.

Propagazione in un mezzo limitatamente conduttore - Costante di propagazione complessa - Propagazione in un mezzo ionizzato - Costante dielettrica, costante di propagazione e indice di rifrazione complessi - Caso di mezzo ionizzato magneticamente attivo - Anisotropia del mezzo - Casi di polarizzazione rotatoria e birifrangenza formula di Appleton-Hartree - Velocità di fase e di gruppo e velocità di segnale - Interazione e girointerazione ionosferica.

Propagazione in un mezzo limitato - Condizioni al contorno e teorema di unicità - Propagazione su terra piana - Trattazioni di Sommerfeld e Weyl - Elaborazione delle soluzioni - Coefficienti di riflessione piana - Calcolo del campo superficiale - Influenza del suolo sulla resistenza di radiazione del dipolo - Propagazione su terra sferica - Soluzione generale - Trasformazione di Watson - Sviluppi di van der Pol e Bremmer - Trattazione generale dei campi elettromagnetici e propagazione guidata - Teoria dei modi in coordinate curvilinee ortogonali - Guide d'onda - Linea biconica indefinita - Studio dell'attenuazione nelle guide.

Fisica della ionosfera - Teoria di Chapman - Propagazione ionosferica delle radioonde - Ionogrammi e ionosonde - Teoremi di Breit e Tuve e di Martyn - Analisi della propagazione di radiazioni di varia lunghezza d'onda - Previsioni di propagazione delle onde corte - Echi e disturbi di varie origini - Importanza della exosfera.

Propagazione troposferica - Indice di rifrazione modificato del mezzo - Casi tipici di rifrazione - Effetto di condotto.

Propagazione delle perturbazioni di corrente e di tensione lungo una linea omogenea - Coefficienti di riflessione, trasformazioni di impedenza, carta di Smith - Influenza di reattanze concentrate, in serie o in derivazione sulla linea - Studio delle antenne filiformi - Calcolo della potenza irradiata - Influenza della radiazione sulla distribuzione di corrente e di tensione - Impedenza propria e mutua di radiazione di antenne filiformi.

Studio integrale dell'antenna irradiante - Cenno alla teoria del Baudoux, trattazione di Hallén, trattazione di Schelkunoff con la teoria dei modi - Influenza della forma dell'antenna sull'impedenza di entrata dell'antenna.

Distribuzione nello spazio dell'energia irradiata da un'antenna - Direttività e guadagno - Teoria generale di una schiera di radiatori - Influenza della distribuzione di ampiezza e fase lungo la schiera sulle caratteristiche di direttività - Lobi secondari - Criteri per la progettazione ottima di una schiera - Schiere a irradiazione longitudinale e trasversale - Schiera continua di radiatori elementari - Diagrammi di irradiazione di un'antenna filiforme rettilinea - Torri autoirradianti per radiodiffusione, cortine, antenne rombiche - Antenne a elica - Antenna Yagi - Sistemi di alimentazione delle antenne e problemi di antenne a larga banda - Antenne dielettriche, a sigaro e cenno ai metodi di progettazione sfruttando i concetti di onde di superficie - Principio di Babinet e antenne a fessura - Sistemi di antenne per alta direttività, con riflettore, a tromba, a lente e altre.

### MISURE ELETTRICHE

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## ELETTRONICA APPLICATA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria elettrotecnica).

### TEORIA DELLE RETI

(Prof. MARIO SOLDI)

Reti lineari passive con parametri concentrati; funzioni di rete e loro proprietà generali - Bipoli; condizioni di attuabilità e sintesi in casi semplici - Circuiti oscillatori, risonanza - Bipoli puramente reattivi, RC e RL; condizioni di attuabilità e sintesi - Problema di approssimazione e sua soluzione con i diagrammi elementari associati a zeri e poli.

Doppi bipoli; teoria classica - Gruppi di parametri che individuano un doppio bipolo - Celle elementari di doppi bipoli e loro accoppiamento - Inserzione di un doppio bipolo fra un generatore ed un carico; fattore d'inserzione - Attenuatori - Doppi bipoli di adattamento - Teoria dei filtri basata sui parametri immagine - Filtri passa basso - Trasformazioni di frequenza; filtri passa alto e passa banda ottenuti dal passa basso - Amplificatori selettivi.

### TECNOLOGIA MECCANICA

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Meccanica).

### IMPIANTI ELETTRICI

(Prof. RINALDO SARTORI)

Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica - Linee elettriche; perdite e rendimenti; cadute di tensione.

Diagrammi di carico; elementi caratteristici di un impianto - Tariffe - Schemi e apparecchiature di cabina - Rifasamento.

Macchine elettriche; perdite e rendimenti; prove - Dati di targa.

Trasformatori; circuiti equivalenti; collegamento in parallelo - Autotrasformatori.

Alternatori; funzionamento in parallelo; motori sincroni.

Motori e generatori asincroni; circuito equivalente, diagramma circolare, caratteristica meccanica - Avviamento; motori con doppia gabbia o con cave profonde - Motori monofasi asincroni - Variatori di tensione e di fase - Trasmettitori di angoli e di coppie; albero elettrico.

Macchine a corrente continua - Generatori e motori - Caratteristiche esterne e caratteristiche meccaniche - Gruppo Ward-Leonard - Funzionamento dinamico - Metadinamo e metamotori.

Apparecchi elettronici - Raddrizzatori semplici e comandati - Regolazione di correnti alternate.

### III ANNO

### COMUNICAZIONI ELETTRICHE

(Prof. MARIO BOELLA)

Generalità sui sistemi di comunicazione elettrica - Informazione - Analisi, sintesi, modulazione - Modulazione di grandezze armoniche in ampiezza, fase, frequenza

- Trasmissione e modulazione discontinua di una funzione continua - Teorema di interpolazione. Modulazione di impulsi in ampiezza, larghezza, fase - Modulazione a impulsi a codice e quantizzazione della funzione di informazione - Canali di comunicazione ed esemplificazioni - Teoria statistica dell'informazione e legge di Hartley.

Richiami sui suoni e l'audizione - Scala di sensazione sonora, audiogramma - Trasduttori elettroacustici: microfoni, ricevitori, altoparlanti - Incisione su dischi: caratteristiche, normalizzazioni, fonorivelatori - Incisione su nastro magnetico - I problemi dell'alta fedeltà di riproduzione e della stereofonicità.

Sistemi telefonici, apparecchi di abbonato, centrali di commutazione - Esame di centralini a commutazione manuale - Circuiti telefonici, distorsioni, pupinizzazione - Linee aeree e in cavo - Reti telefoniche urbane - I problemi di diafonia e amplificazione nei circuiti telefonici - Amplificatori telefonici classici e ad impedenza negativa - Cavo coassiale - Sistemi di comunicazione a correnti vettrici e multiplex in frequenza - Gruppi fondamentali, supergruppi, sistema normalizzato per cavo coassiale - Apparecchiature terminali e intermedie.

Risuonatori e filtri elettromeccanici - Piezoelettricità, proprietà del quarzo cristallino, attuazione di piezorisuonatori in quarzo - Tipi di taglio e loro applicazioni - Cenni di tecnologia - Circuito elettrico equivalente di un piezorisuonatore - Filtri a quarzo - Studio della cellula elementare di un filtro a traliccio - Procedimento di sintesi del circuito in base ai dati caratteristici della curva di risposta - Equivalenza di una cella complessa ad una serie di celle elementari - Progettazione generale di un filtro a quarzo - Esempi di calcolo.

Radiogoniometria e radiolocalizzazione - Il radiogoniometro a telaio, determinazione della direzione e del senso - Difetti e limitazioni - Radiogoniometri a doppio telaio ed Adcock vari - Installazione, errori e loro correzione - Determinazione del punto mediante rilevamenti radiogoniometrici - Mappe - Metodi di navigazione iperbolica - Sistemi Gee, Loran standard, Loran C, Decca - Sistemi di radioguida per aerei con rotte di equisegnale - Sistemi ILS per radiorotte di atterraggio - Altimetri per aerei - Principi generali sui radar - Sistemi di rappresentazione dei dati - Radar panoramici - Antenne per radar - Esempi per radar navali, di esplorazione, di puntamento - Circuiti per alimentazione delle antenne, sistemi TR e di commutazione del lobo.

Apparecchiature per telegrafia celere - Trasmettitori Creed e Boheme meccanici e fotoelettrici - Registratori a penna scrivente e sistemi automatici di decodificazione - Telescrivente - Sistemi Siemens-Hell.

## CONTROLLI AUTOMATICI

(Gli studenti sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito per la laurea in Ingegneria Elettrotecnica).

## RADIOTECNICA

(Prof. CLAUDIO EGIDI)

*Componenti.* — Resistori a filo, effetto di pelle, parametri parassiti - Resistori chimici, potenza nominale e ridotta, tensione nominale, prove - Rumore termico; effetto Bernamont; effetto Boella.

Cavi per radiofrequenza, perdite, equazioni, normalizzazione.

Induttori: bobine, materiali per nuclei, isolanti, schermi.

Condensatori: dielettrici in uso, circuiti serie e parallelo, perdite; riscaldamento dielettrico.

*Unità di trasmissione.* — Neper e decibel, uso proprio, esteso ed improprio - Unità relative ed assolute.

*Modulazione.* — Tipi usati, dinamica e gamma - Modulazione di ampiezza pura, sovr modulazione, battimento, rappresentazioni vettoriali - Modulazioni d'angolo