

# RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fissate non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

## Due secoli di elettrotecnica in Piemonte

PAOLO LOMBARDI passa in rapida rassegna il contributo piemontese alla storia dell'elettrotecnica. Nell'occasione della Mostra delle Regioni, inaugurata in Torino il 6 maggio fra le manifestazioni celebrative per il centenario dell'Unità d'Italia, il Piemonte ha posto l'accento sull'opera di pioniere da esso svolta in molti campi. Gli studi, le applicazioni, le industrie elettriche sono stati palestra di cimenti e di successi, che meritano di essere ricordati con particolare apprezzamento, mentre costituiscono promessa di un non degenere avvenire.

*Sono duecento anni.*

Piemonte della metà del secolo XVIII. Ancora nell'aria l'eco delle battaglie per le guerre di successione (una per tutte, eminentemente nostra: 1747, l'Assietta) e già un esplosivo germogliare di vita scientifica. Reduce di Francia a Torino, il Conte Benvenuto Robbio di San Raffaele vi avrebbe visto, scrivendo nel 1769, « i luminosi segni del nostro imminente risorgimento »<sup>(1)</sup>: una delle prime volte che s'incontra l'annuncio dei grandi eventi successivi con codesto nome poi divenuto faticoso. Erano gli anni in cui l'attenzione dei maggiori scienziati d'Europa — Euler, d'Alembert, Condorcet, Bernoulli, Nollet ed altri — si sarebbe rivolta al Piemonte con l'animo di chi aspetta « nescio quid maius ».

*Giambattista Beccaria.*

In Torino, nel 1753, per i tipi di Filippo Antonio Campana, compariva l'opera: « Dell'elettricità artificiale e naturale libri due » di Giambattista Beccaria dei Chierici Regolari delle Scuole Pie: è il primo volume dato alle stampe dall'autore e, senza dubbio, il libro più organico e completo che, nel campo dell'elettri-

cità, fosse stato scritto sino a quell'epoca<sup>(2)</sup>. Ben degno quindi di aprire la rassegna del contributo piemontese alla storia degli studi e delle applicazioni elettriche.

L'autore, uno dei maggiori cultori di scienza di quel secolo, era nato a Mondovì il 3 ottobre 1716. Trasferitosi a Roma nel 1732, poi in altre città, per la fama largamente meritata era stato chiamato nel 1748 ad insegnare la fisica nell'Ateneo subalpino, ed in seguito anche le matematiche nelle Scuole d'Artiglieria e Fortificazioni. Studiosissimo delle discipline fisiche, se si vuol ricordarne una delle imprese di maggior risonanza, ancor oggi chi dalla piazza Statuto di Torino si rechi a Rivoli, compie il percorso di cui il Beccaria misurò la lunghezza, segnata poi dalle piramidi terminali commemorative. Essa gli servì per determinare quella dell'arco di meridiano fra Andrate e Mondovì, come descrisse egli stesso nel suo « Gradus Taurinensis » pubblicato nel 1774.

Predilesse tuttavia gli studi elettrici e ne ha lasciato opere che, come l'« Elettricità artificiale » edito nel 1772, stupiscono con la ricchezza della materia e con l'ingegnosità delle previsioni. Egli

vi giunge a proporre — illustrandola con figure — una « scrittura elettrica a luce », utilizzando la scarica in tubi curvati a guisa di lettere, che contengano gas rarefatti, precorritrice delle odierne insegne luminose. Per certi aspetti « ingegnere elettrotecnico » molto prima ch'esistesse questo titolo, tanto conosciuto anche fuori del Piemonte da essere per esempio chiamato a dirigere l'impianto dei parafulmini a difesa del Duomo di Milano.

Nelle lettere al Beccari a proposito dell'« elettricismo atmosferico », stampate in Bologna nel 1758, aveva intuito gli effetti magnetici di un « blando » circolare del « fuoco elettrico » ed aveva parlato di una « elettrico-magnetica circolazione », anticipando di quasi un secolo conquiste della scienza che avrebbero reso celebri i nomi di altri studiosi. Riprova della sua notorietà nel mondo scientifico di allora — trasparente dalla corrispondenza coi maggiori scienziati del tempo anche stranieri, dal Lavoisier al Franklin per citarne soltanto due dei maggiori — il fatto che a lui Alessandro Volta, poco più che ventenne, indirizzasse nel 1765 e nel 1767 le prime due sue lettere scientifiche oggi a noi note, e nel 1769 la prima famosa memoria in quella materia in cui sarebbe diventato uno dei più grandi: « De

(1) C. CALCATERRA: « Il nostro imminente risorgimento » - Società Editrice Internazionale, Torino, 1935.

(2) M. GLIOZZI: *Giambattista Beccaria nella storia dell'elettricità* - Archeion, 1935, XVII, pag. 15.

DELL' ELETTRICISMO  
ARTIFICIALE

E  
NATURALE  
LIBRI DUE

DI  
GIAMBATISTA BECCARIA

DE' CC. RR. DELLE SCUOLE PIE.



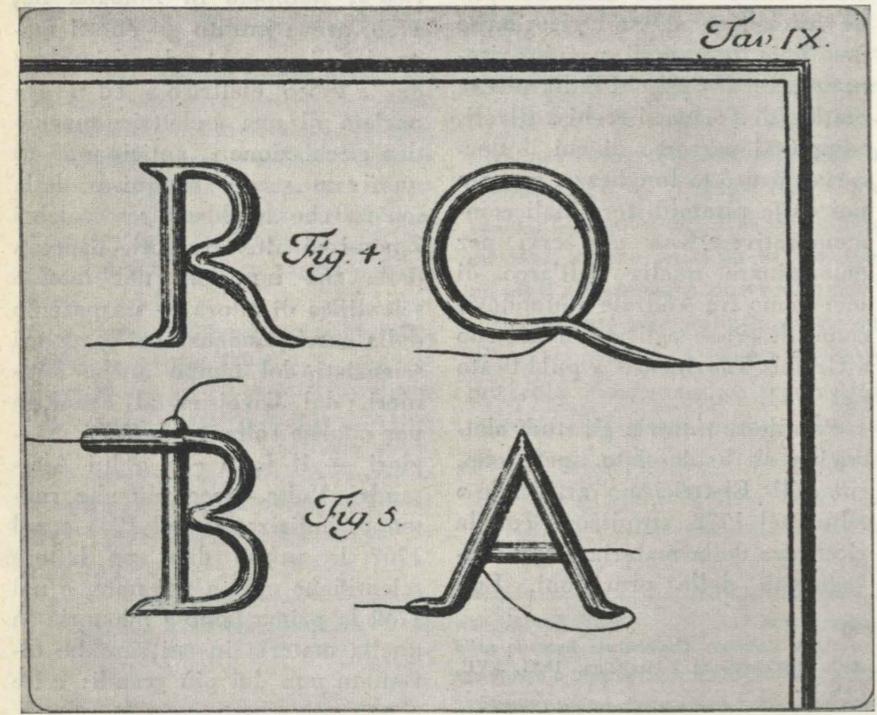
IN TORINO MDCCCLIII.

Nella Stampa di Filippo Antonio Compagnoni.

Didici sapius maxima perfusus voluptate, quam diversa Phænomena exhibent eadem corpora hyeme, aut æstate, vere, aut autumno, regnante sicillimo Boreæ, vel affluente humidi Aëtris: atque una detexi, quamobrem quædam tentamina a Philosophis infida appellatur, quorum nunc imperari, periculoseque effectus propter argenti impetum, & explosiones, que aliis temporibus silent, incertique sunt, nec alia Phænomena edunt, quam si lapidum quiescenti lapilli tantum imponerent, vel aquam aquæ stillantis. Petrus Van Musschenbroek Orati. de. Mætho inflandi experimta Physica.



Pioniere negli studi sull'elettricità, il monregalese Giambattista Beccaria (col prenome nell'inconsueta grafia da lui adottata, sostituito, nell'ingresso in religione, al Francesco di battesimo) pubblica in Torino nel 1753 una delle prime, se non la prima opera sistematica in materia. La citazione di contro al frontespizio è da un'orazione di Pietro van Musschenbroeck di Leida in Olanda, nato nel 1692 e morto nel 1761: ne sono celebri gli « Elementa Physica »; a lui, col von Kleist e col Cunaeus, si attribuiscono la scoperta e le prime notizie della « bottiglia di Leida », prototipo di condensatore elettrico. Citazione ghiotta per lo studioso e l'amatore di curiosità, che riferisce, con uno stile immaginifico, di fenomeni riguardanti evidentemente l'elettricità, senza nominarla. L'impresa editoriale del frontespizio può valere come constatazione e come impegno: SEMPER IDEM.



Nell'«Elettricismo artificiale», del 1772, il Beccaria riferisce (pag. 222-3) di sue esperienze di molto tempo prima: « Sono ben vent'anni, che io pensai di potermi divertire con una specie di scrittura elettrica a luce; da un valente barometrista mi feci piegare in forma di caratteri, quali sono segnati nelle fig. 4, e 5 della Tav. IX de' cannelli di vetro; nelle stremità delle parti loro erano annestati ermeticamente de' fili di ferro; da alcun'altra acconciissima parte se ne estraeva poi l'aria colla macchina pneumatica molto forzosamente, e in tale stato si chiudevano anche in quella parte. Ma appena mi accinsi a sperimentare, che mi avvidi di avere didotto un vano tentativo da un mancante ragionamento: non che una serie di tali caratteri, il voto dei quali faceva comunicare per mezzo de' fili di ferro, neppure uno d'essi era interamente illuminato dalla scarica d'una boccia; che ne era troppo esteso il sentiero, perchè la veemente scintilla potesse tragittare per l'aria diradata, che lo occupava ». Ingegnosissima l'idea, precorritrice delle moderne insegne luminose, sincero lo sperimentatore, che lealmente riferisce il suo parziale insuccesso. Con « boccia » egli intende una « bottiglia di Leida », di quelle testè ricordate.

vi attractiva ignis electrici, ac phoenomenis inde pendentibus ».

Società ed accademia.

A Torino il Beccaria aveva avuto scolari Gian Francesco Cigna, Luigi Lagrange (Lagrangia, come si legge nell'atto di battesimo presso la chiesa di S. Filippo) e Giuseppe Angelo Saluzzo di Monesiglio. Contavano, questi, ventun anni il secondo, ventitrè il primo ed il terzo, quando, riunendosi periodicamente in casa del Conte Saluzzo a sperimentare e conversare d'argomenti di matematica e di fisica, diedero origine nel 1757 a quella Società Privata Torinese, che divenne presto meritamente famosa nel mondo scientifico di allora. Intitolata subito dopo, nel 1759, Società Reale, per diretto interessamento del Princi-

pe ereditario Vittorio Amedeo, il quale le portava grande stima, l'anno 1783 la avrebbe vista trasformata, dal Principe divenuto Re, nella gloriosa attuale Accademia delle Scienze (3).

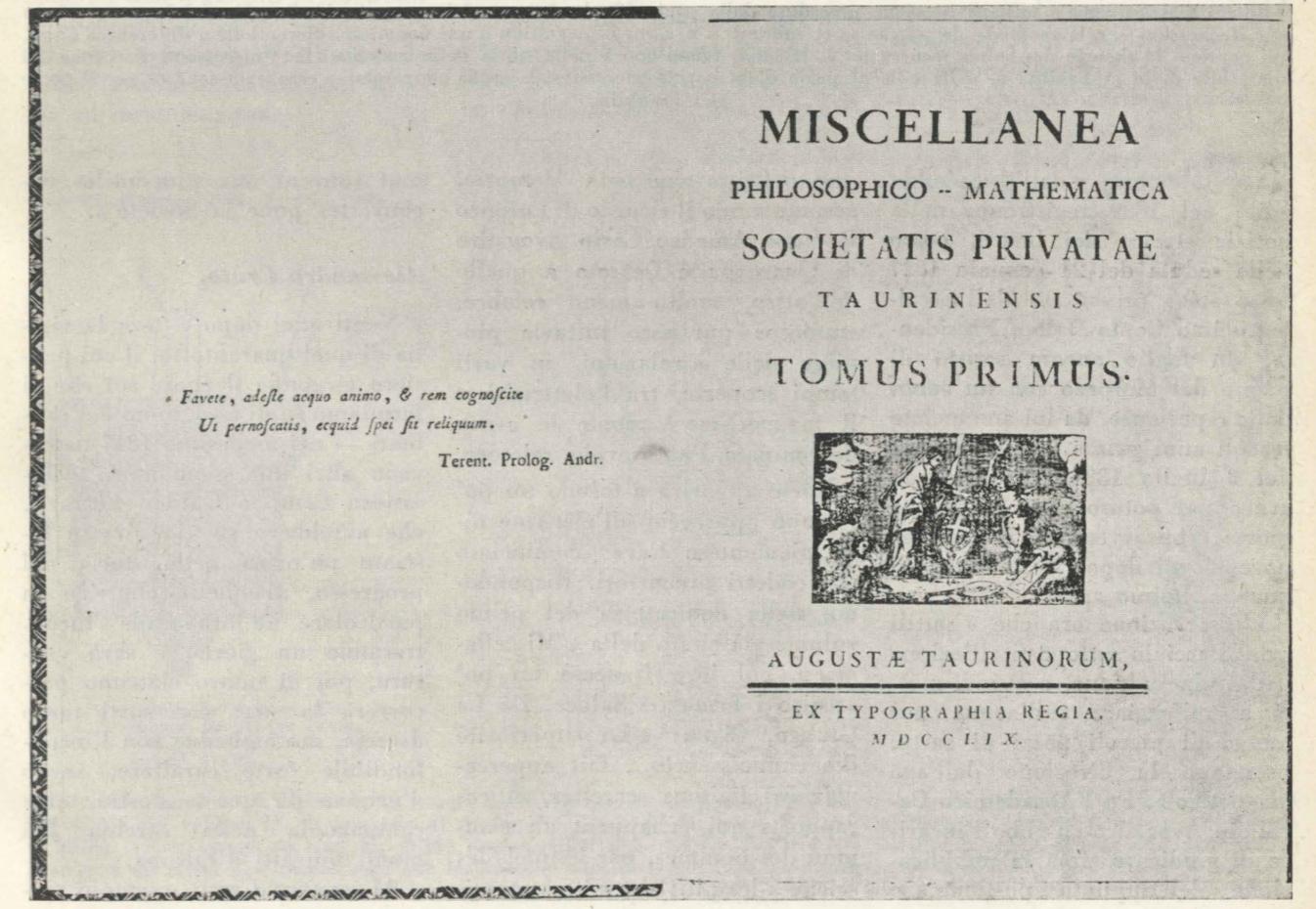
Già il primo tomo della « Miscellanea philosophico-mathematica Societatis Privatæ Taurinensis (Augustæ Taurinorum, ex Typographia Regia, MDCCCLIX) » reca una dissertazione del Cigna « De analogia Magnetismi et Electricitatis ». E dei volumi successivi, editi via via dalla Società, non ve n'è alcuno che non contenga studi direttamente o per qualche verso attinenti a questioni elettriche.

Terzo Presidente dell'Accademia delle Scienze — primo, ono-

(3) Il primo secolo della R. Accademia delle Scienze di Torino. Notizie storiche e bibliografiche (1783-1883) - Stamperia Reale di G. B. Paravia, Torino, 1883.

rario, il Lagrange, e secondo il Saluzzo — fu eletto nel 1788 Carlo Lodovico Morozzo di Bianzè: avviato alla carriera militare ed allievo del Lagrange nelle Scuole d'Artiglieria, dopo aver militato nelle Guardie passò nei Reggimenti Provinciali e vi fu ufficiale superiore in quelli di Susa e di Torino, fino a diventare nel 1798 « Ispettor generale di tutta l'Infanteria provinciale ». Di lui scrive il Manno (3) che « scusò gli ozi del militare in pace, studiando e sperimentando di fisica e di chimica ». Dopo la battaglia di Marengo, per le prove di devozione date alla causa reale, fu escluso dall'Accademia, finchè nel 1804 venne sollecitato a rientrarvi. Visse ancora pochi mesi, ma ad essi si ricollega un episodio particolare degli inizi dell'elettrotecnica fra noi.

Fondata dai giovani Gian Francesco Cigna, Luigi Lagrange e Giuseppe Angelo Saluzzo di Monesiglio, per discutervi di scienza, la Società Privata Torinese editò nel 1759 il primo volume della sua « Miscellanea filosofico-matematica », che contiene lavori d'interesse raro. La citazione di Terenzio, che figura di contro al frontespizio, offre garbato invito ad una favorevole comprensione ed esprime la fiducia di una consapevole speranza.



42  
peut néanmoins être de la dernière importance pour la résolution de plusieurs problèmes qui conduisent à de telles équations, dont la doctrine des hasards est principalement remplie, comme je me propose de le faire voir une autre fois, en appliquant à cette espèce de calcul la théorie que je viens d'expliquer.



JOHANNIS FRANCISCI CIGNA<sup>43</sup>

De Analogia Magnetismi, & Electricitatis

DISSERTATIO.

Magnetica phaenomena ad electrica pertinere etiam ante inventam electricitatis theoriam ingeniosi Viri conjectarunt, quod utrimque attractionis motus, & repulsionis observarent, atque adeo analogia ducti ex eodem fluido excitari arbitrarentur, quod in electricis quidem in sensus incurreret, in magneticis autem occulte actionem suam exerceret: quae porro opinio, etsi ab aliis, iisque Clarissimis Viris impugnata fuerit, nuper tamen per immortalia electrica inventa restituta est, ac illustrata. Cum in eam rem meditaretur, nonnulla occurrerent, quae ut analogiam magnetici, & electrici fluidi confirmare, ita identitatem dubiam reddere posse videbantur, quae quamquam obvia sunt, cum tamen magna ex parte haecenus non sint animadvertita paulo futurus exponenda esse duxi.

1. Corpora inaequaliter electrica se attrahunt, aequaliter se repellunt, eodem modo poli magnetici diversi nominis se attrahunt, ejusdem se repellunt (a).

2. Motus electrici non contingunt, nisi corpora actu electrica fuerint insulata, magnetici motus perpetuo contingunt, ergo magnes perpetuo insulatus est.

3. Corpora actu electrica movent corpora deferentia, seu eadem attrahunt, magnes ferrum attrahit; ergo ferrum est instar corporis deferentis.

4. Prae-

f 2

(\*) Observante Cl. D. Alibardo in addit. ad Francolini epist. t. 2. p. 108.

JO-

L'inizio della dissertazione del Cigna — ch'è la prima delle numerose note su argomenti di elettricità, susseguentisi nei volumi delle « Miscellanee » torinesi — viene preceduto dalla pagina finale di una celebre coppia di memorie del Lagrange. Sono le « Recherches sur la méthode de maximis, et minimis » e « Sur l'intégration d'une équation différentielle à différences finies, qui contient la théorie des suites récurrentes », le quali fanno epoca nella storia delle matematiche. Interessanti l'accenno ivi alla teoria delle probabilità e, nella nota al piede della pagina successiva, la grafia adoperata — erroneamente? — per il nome del Franklin.

Le Memorie dell'Accademia edite nel 1829 registrano, nella notizia storica dei lavori, come nella seduta del 21 gennaio 1827 fosse stato presentato dall'Eccellentissimo Conte Balbo, Presidente, un foglio ancora scritto di pugno dal Morozzo con un sunto delle esperienze, da lui annunciate tredici anni prima, nell'adunanza del 3 luglio 1804; l'autore non aveva poi potuto esporle, per la morte sopravvenuta improvvisa nove giorni dopo, il 12 luglio di quel medesimo anno.

L'osservazione era che « sottili aghi d'acciaio sottoposti all'azione della pila Voltiana, e quindi messi a galleggiare sull'acqua per mezzo di piccoli pezzi di carta, prendono la direzione dell'ago magnetico ». Fu l'Accademico Cavaliere Avogadro ch'ebbe l'incarico di giudicare circa la pubblicazione dell'appunto postumo, e

questo figura oggi nelle Memorie, accomunando il ricordo di Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro di Quaregna e Cerreto a quello dell'altro, molto meno celebre, studioso: pur esso tuttavia pioniere nelle « relazioni, in varii tempi scoperte, tra l'elettricità e il magnetismo », come le aveva denominate l'autorevole relatore.

Forse apparirà a taluno un po' lontano approccio all'elettrotecnica piemontese l'aver cominciato con codesti precursori. Rispondo, nella dedicatoria del primo volume già citato della « Miscellanea », col loro francese un po' arcaico i firmatari Saluce, De La Grange, Cigna: « La supériorité des connoissances... fait appercevoir ces liaisons secrettes, et ces rapports qui échappent au commun des hommes, par lesquels les sciences les plus abstraites condui-

sent souvent aux plus utiles découvertes pour la Société ».

Alessandro Cruto.

Venti anni dopo — era la vigilia di quel quarantotto, il cui pensiero ci gonfia il cuore sol che ci fermiamo su di esso, anno dei portenti — nel medesimo 1847 nascevano altri due piemontesi, Alessandro Cruto e Galileo Ferraris, che avrebbero su vie diverse lasciato un'orma nella storia del progresso, di quello elettrico in particolare. Le loro strade s'incontreranno un giorno e sarà ventura, poi di nuovo ciascuno percorrerà la sua: con sorti tanto diverse, ma ambedue con l'inconfondibile forte carattere, segno d'origine da questa nostra terra campagnola nella cerchia dei monti più alti d'Europa.

Alessandro Cruto, esempio sin-

golarissimo d'autodidatta (4), aveva visto la luce in Piosasco il 18 maggio 1847, figlio di un semplice capomastro e destinato quindi a continuare la professione paterna. A Torino avrebbe dovuto apprendere gli elementi della pratica costruttiva, ma studiava invece libri di scienza ed assisteva alle lezioni di fisica e di chimica all'Università, profittandone con prodigi di volontà ed ingegno.

Per un decennio, coi mezzi rudimentali che si possono immaginare disponibili nelle sue condizioni di modestissimo lavoratore manuale in un piccolo paese, si era occupato di un tema assai ambizioso, la sintesi del carbonio e la generazione del diamante, quando nella primavera del 1879 assistè ad una conferenza del professore di Fisica tecnica presso il Regio Museo Industriale di Torino, uno degl'istituti di origine del nostro attuale Politecnico: era Galileo Ferraris che trattava, in un ciclo di cinque pubbliche riunioni, dell'illuminazione elettrica, come di una delle più promettenti applicazioni di tale forma di energia, ed esponeva fra l'altro le difficoltà alla diffusione del sistema ad incandescenza.

Anche Galileo Ferraris era nato nel 1847, il 30 ottobre, nella modesta famiglia di un farmacista, a Livorno Vercellese; ma avviato agli studi ed eccelso subito in essi, occupava ormai la cattedra universitaria col titolo di ordinario, ottenuto « per merito singolare » in quello stesso anno. Troppo note e largamente diffuse sono le vicende della sua vita e le opere sue (5) perchè ci si dilunghi su di esse ora, in questa breve rassegna, ma ci si tornerà anche nel seguito.

All'uditore Cruto le parole del docente offrirono l'occasione di orientarsi verso la ricerca di un mezzo per soddisfare la nuova esigenza, utilizzando i frutti degli esperimenti sul carbonio. Ottenuto dal professore Naccari di poter fruire dell'ospitalità e dei mezzi del Laboratorio di fisica dell'Università, perfezionati ingegnosamente i processi, costruite le prime lampadine, costituita una società per fabbricarle, giungeva il Cruto al successo del 1884, nel quale con la prova concreta dell'illuminazione di diverse sale dell'Esposizione internazionale di Elettricità in Torino raccoglieva la conferma del primato conse-

guito, mentre anche all'estero i suoi brevetti venivano utilizzati (6).

Mezzi finanziari ed industriali molto più potenti di quelli di cui egli potè disporre, rapidi progressi ulteriori di tecnica e di fabbricazione assicuraronò in appresso la riuscita di altre iniziative: basti citare tra tutti il nome di Edison. Ma gli episodi narrati costituiscono una pietra miliare nella storia dell'illuminazione elettrica. Ed in Alpignano, ove nel 1885 sorse la fabbrica della « Società Italiana di Elettricità Sistema Cruto », oggi uno stabilimento della Società Philips occupa milletrecento dipendenti, provvedendo con piena autonomia alla fabbricazione dei semilavorati e del prodotto finito praticamente per tutti i tipi di lampade.

Galileo Ferraris.

Quando Galileo Ferraris morì l'8 febbraio 1897 — non aveva ancora compiuto cinquant'anni — gli si stavano organizzando onoranze per la recente nomina a senatore. Una medaglia sarebbe stata modellata da Davide Calandra — che lavorava allora al ce-

(4) E. SOLERI: Alessandro Cruto (1847-1908) - Energia Elettrica, 1933, X, pag. 1038.

(5) G. FERRARIS: Opere pubblicate per cura dell'Associazione Elettrotecnica Italiana - U. Hoepli, Milano, 1902-3-4.

(6) F. DE MARE: Lampe à incandescence système Cruto - L'Electricien, 1885, IX, pag. 391 e 434.

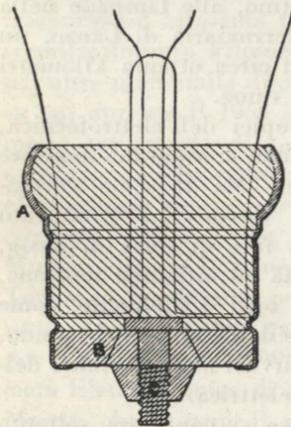
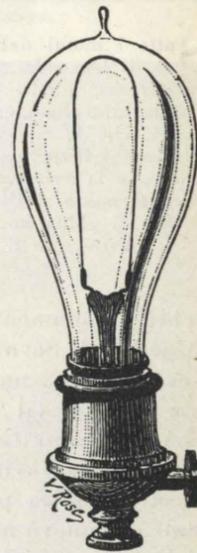
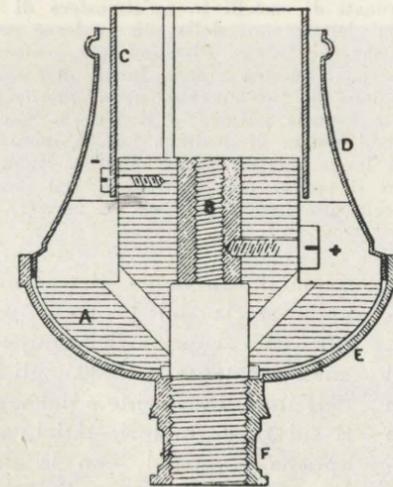


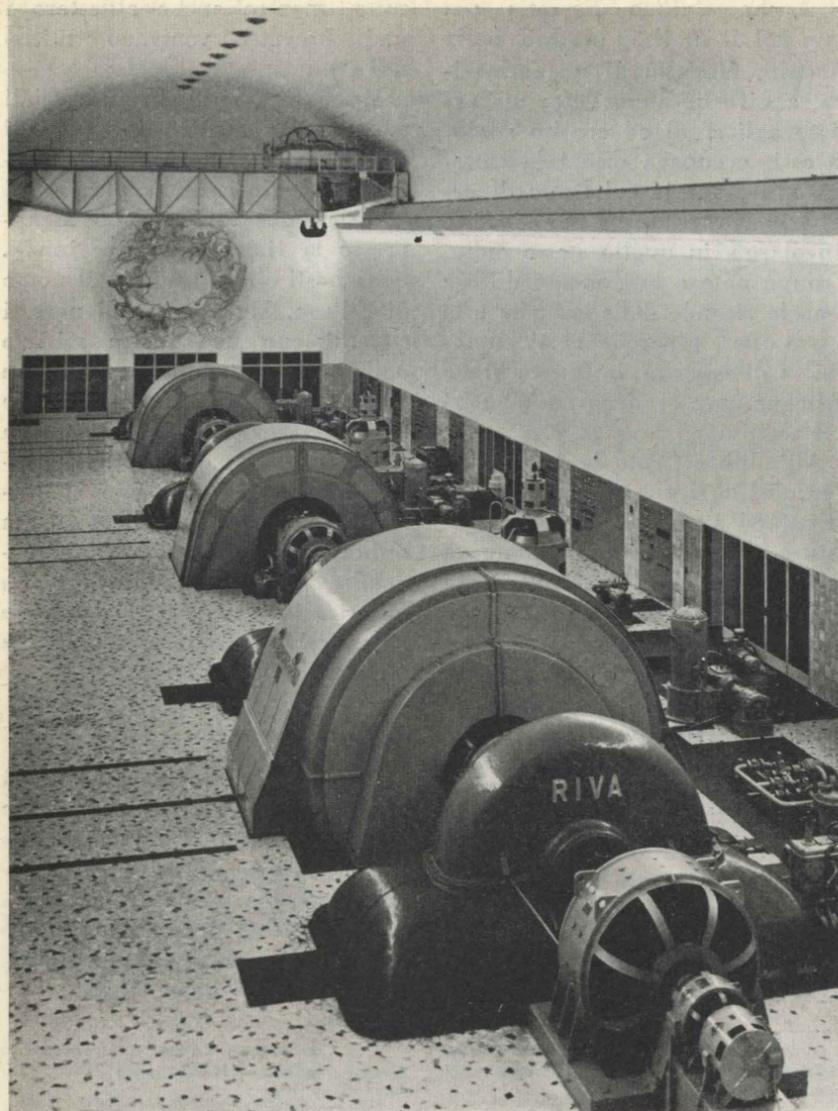
Fig. 1. — Douille de la lampe Cruto.

Fig. 2. — Support des lampes Cruto.

Fig. 3. — Vue d'ensemble de la lampe avec support à clef.



La rivista francese « L'Electricien », curata da E. Hospitalier, nell'anno 1885 illustrò, con le figure riportate dalle pagine 434 e 435 del volume IX, le lampade di Alessandro Cruto da Piosasco. Era concessionario dei brevetti di esse per la Francia il Mildé. « Nous avons vu chez M. Mildé une installation de lampes Cruto où la distribution nous semble être parfaite. On allume et on éteint des lampes sans que les voisins s'en ressentent ». L'indipendenza di funzionamento delle lampade di uno stesso impianto offriva una non lieve difficoltà, come si rileva dal commento elogiativo.



Sotto i monti della Val d'Aosta, coronati di castelli in un'atmosfera di storia e di leggenda, produce oggi energia elettrica una delle più moderne centrali in caverna: quella di Avise della Società Idroelettrica Piemonte per centosessantamila kilovoltampere installati. Vi si accede con una galleria lunga oltre seicento metri, che la collega alla contigua stazione di smistamento, nodo internazionale di scambi d'energia fra il Piemonte, la Francia, attraverso il Piccolo San Bernardo, e la Svizzera, attraverso il Grande. Opera di meditata tenacia montanara; dice il motto degli estinti signori del luogo, la più antica famiglia valdostana di cui si abbia notizia (tre castelli per il borgo: col più vetusto, dal nome di Avise, quelli di Blonay e di Cré): QUI TOST AVISE TARD SE REPENT.

lebre monumento del Principe Amedeo di Savoia-Aosta — e doveva recare un'epigrafe latina, già dettata dal Garizio: a colui che « maximi Galilaei nomen in physica renovavit et Subalpinis in electrotechnica principatum attribuit », rinnovò nella fisica il nome del sommo Galilei e diede il primato nell'elettrotecnica ai Piemontesi.

Fu infatti, la sua, figura preminente nella scienza elettrica e ri-

mane il suo nome pietra miliare nella storia del progresso scientifico. La scoperta del campo magnetico rotante nel 1885, gli studi dell'anno precedente e dei seguenti sui trasformatori statici, allora appena comparsi, con la definizione di quel fattore di potenza, ch'è oggi corrente sulle labbra di quanti si occupino comunque di elettrotecnica, costituiscono titoli unici per assicurarne la fama.

Ai lati del monumento eretogli

in Torino, due bassorilievi, appena accennati, ricordano episodi internazionali della vita di lui: l'inaugurazione del primo esperimento per il trasporto di energia elettrica da Lauffen a Francoforte nel 1891, ov'egli fu acclamato dagli elettrotecnici di tutte le nazioni come lo scopritore del principio che aveva reso possibile la costruzione dei motori asincroni a campo rotante; il ricevimento offerto da Thomas Alva Edison a lui recantesi al Congresso internazionale di Chicago del 1893, ove riconoscimenti e plausi lo avrebbero salutato come uno dei più autorevoli partecipanti.

#### Impianti elettrici.

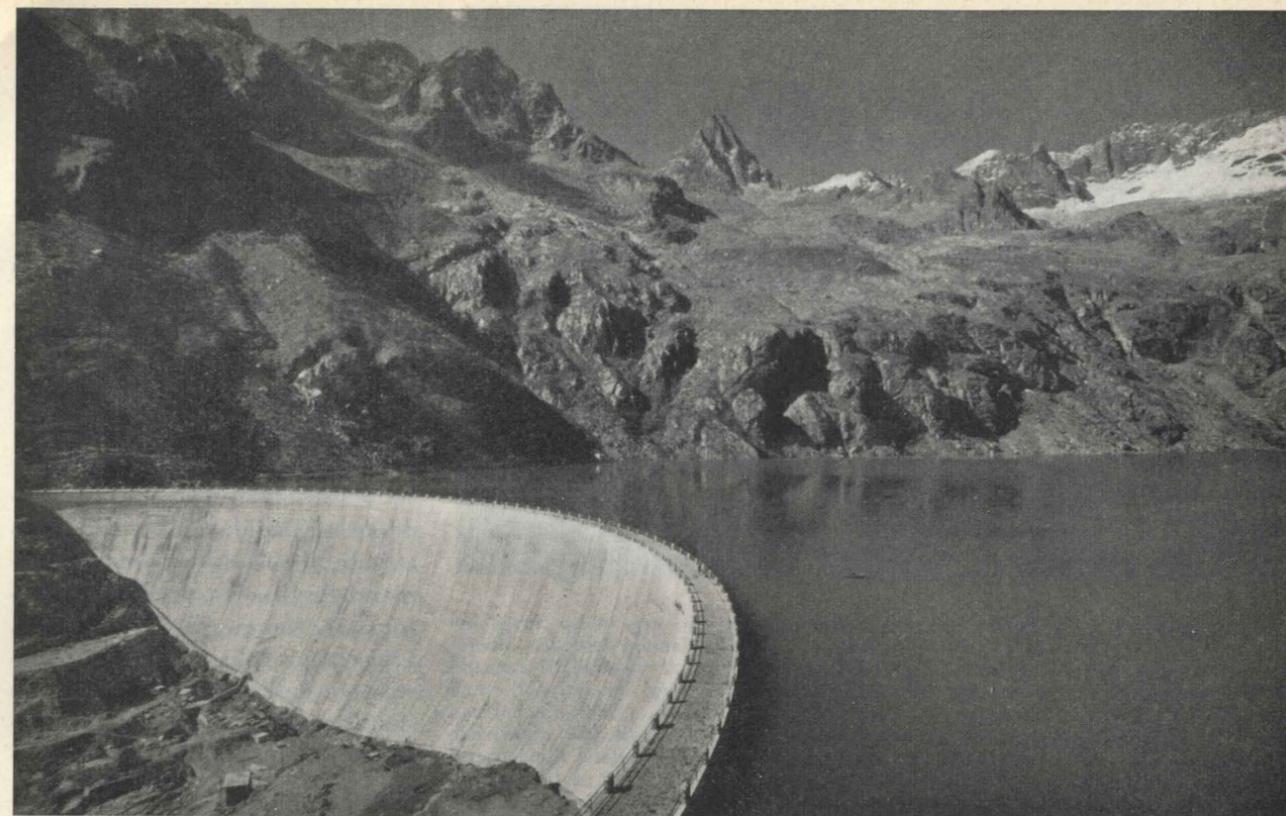
« Non possiamo impedirci di ripensare con immenso compiacimento alla nostra Esposizione di Torino, che fu la sede dei primi esperimenti ». Così Galileo Ferraris scriveva commemorando Luciano Gaulard, morto il 26 novembre 1888, l'inventore dei « generatori secondari » — oggi, trasformatori — che avevano reso possibile in quel 1884, nell'occasione della mostra internazionale di elettricità, il primo esempio d'illuminazione elettrica « a grande distanza » (7): trentaquattro chilometri, dalle macchine in una galleria dell'Esposizione nel parco del Valentino, alle lampade nella Stazione ferroviaria di Lanzo, un circuito di circa ottanta chilometri di filo di rame.

Tempi epici dell'elettrotecnica, dai quali non ci separano neppure ottant'anni. Ma il seme germogliato in Torino ha ramificato nella fitta rete di linee di bassa, media, alta ed altissima tensione, che copre oggi il Piemonte, come gran parte dell'Italia e del mondo, a distribuirvi il flusso costante dell'energia elettrica.

Anche se si considera soltanto

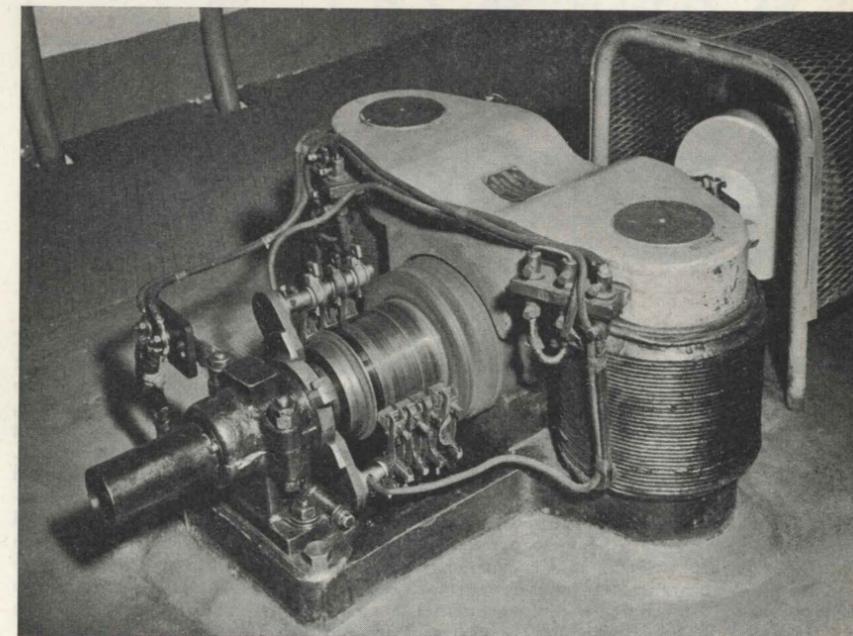
(7) H. E. TRESCA: *Essais faits à Turin et à Lanzo sur la distribution de l'éclairage électrique à grande distance* - L'Electricien, 1884, VIII, pag. 376.

Il Tresca, membro dell'Istituto di Francia e presidente onorario della giuria internazionale per i premi dell'Esposizione, riferisce con tale relazione all'Accademia delle Scienze di Parigi.

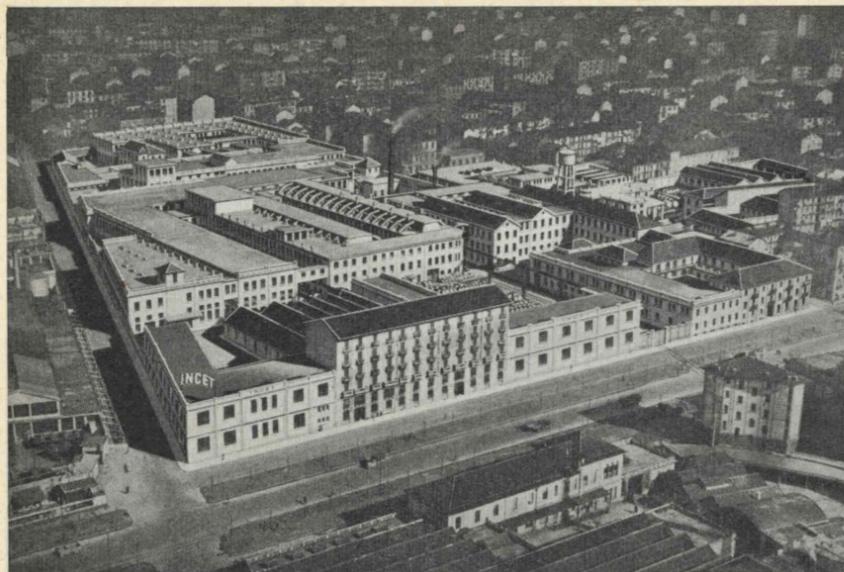


Fra le montagne che separano la Val d'Aosta da quella dell'Orco, sotto i giochi del gruppo del Gran Paradiso, si annida il nerbo degli impianti produttori di energia dell'Azienda Elettrica Municipale di Torino, con i numerosi bacini e le corrispondenti centrali. Dominata dalla cima arguta della Becca della Tribolazione, la diga di Pian Telesio chiude il lago che, a poco meno di duemila metri sul livello del mare, accumula stagionalmente ventiquattro milioni di metri cubi d'acqua, capaci di produrre circa settanta milioni di kilowattora. È l'« eva d'or » (acqua d'oro, acqua d'Orco) che, invece delle pagliuzze di prezioso metallo dei tempi leggendari, reca alla moderna civiltà industriale il contributo insostituibile delle grandi masse d'energia.

la nostra regione, e si citano solamente i massimi organismi, il Gruppo della Società Idroelettrica Piemonte dispone di una rete di trasporto ad altissima tensione di tremilaottocento chilometri di terna, oltre undicimila di conduttore, su cui durante il 1960 è stata immessa un'energia di sei miliardi e mezzo di kilowattora; mentre, al complesso quasi equivalente che compete alle Aziende Elettriche Municipalizzate Italiane, quella di Torino ha contribuito per oltre un sesto. Le basi erano state gettate, per il Gruppo, nel 1899 con la Società Elettrochimica di Pont Saint Martin che costruì il primo impianto idroelettrico di Carema; per l'Azienda nel 1903 con l'approvazione da parte del Consiglio Comunale di Torino della Centrale idraulica di Chiomonte, e con la costruzione in città di quella termica del Martinetto.



Nei trattati di elettrotecnica della fine del secolo scorso la macchina si trova citata come del tipo « Manchester ». È una dinamo generatrice, eccitata in derivazione, costruita nel 1896 — lo testimonia la targa — dalla Società Nazionale delle Officine di Savigliano, e funziona tuttora regolarmente, dando la sua normale prestazione, nella Sala prove della fabbrica torinese.



Fa ora parte viva di Torino la zona settentrionale, che era molto fuori dei bastioni il 7 settembre del 1706, quando si svolse la famosa battaglia liberatrice dal lungo assedio. Ne furono fulcri fra Dora e Stura il Castello di Lucento ed il Convento dei Cappuccini alla Madonna di Campagna, oggi ingoiati dall'estendersi della città, che ha di molto superato la Borgata Vittoria, celebrante col suo nome il grande avvenimento. Da quei terreni, già adatti allo sviluppo industriale e prima sede nel 1888 di una fabbrica di conduttori elettrici isolati, dimostratisi presto insufficiente, la Società Anonima Ingegnere Vittorio Tedeschi si trasferì nel 1897 alla Barriera di Milano, costituendo il germe del grande Stabilimento attuale della INCET, la cui superficie supera un ottavo di quella complessiva della Torino romana e medioevale. Vi si producono fili, conduttori, cavi di tipi ed usi i più svariati, adoperando gl'isolanti più moderni, per gamme amplissime di frequenza e di tensione.

### Fabbriche e stabilimenti.

Accanto all'industria di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, quella delle molteplici fabbricazioni — delle macchine, degli apparecchi, dei conduttori — che all'elettrotecnica si ricollegano. La troviamo fin dai suoi principi largamente rappresentata, non di rado addirittura nata, in Piemonte.

Risale al 1880 la costituzione della Società Nazionale delle Officine di Savigliano, che dalle iniziali costruzioni meccaniche estende nel 1892 il campo della sua attività al macchinario ed agli impianti destinati a produrre e trasportare energia elettrica: opera, oggi, la prevalente e la più interessante dell'azienda, che nei due stabilimenti di Torino e di Savigliano occupa milletrecento lavoratori.

In Ivrea, nel 1896, Camillo Olivetti — allievo del Ferraris e da questo invitato, dopo la laurea in elettrotecnica, a seguirlo in America per il Congresso di Chicago — ritorna alla piccola patria e vi fa nascere la prima fabbrica italiana di strumenti di misura elettrici. È la C.G.S., dalle iniziali delle unità centimetro, grammo, secondo; si trasferirà nel 1904 a Milano, per fiorire di vita rigogliosa nello stabilimento di Monza; testè, pollone distaccato dal tronco settentrionale, una sua fabbrica porterà anche a Casoria presso Napoli la sigla ben nota della maggiore impresa del genere in Italia, intitolandosi ad un nome nuovamente piemontese, quello di Giancarlo Vallauri.

E la Olivetti d'Ivrea, costituita nel 1908 e grandiosamente affermata nella costruzione delle macchine per scrivere, amplia la sua produzione alle telescriventi, alle calcolatrici; fa sorgere altri stabilimenti in Italia — oltre che in Piemonte, in Toscana, Campania, Lombardia — ed all'estero — in Spagna, Inghilterra, Argentina,

Brasile, Africa del Sud — procurando lavoro ad un complesso di circa venticinquemila persone; studia ed offre al mercato mondiale il primo calcolatore elettronico italiano.

Per i collegamenti che dei circuiti elettrici sono parte essenziale, ecco nel 1888 alla Madonna di Campagna (ricordi di vittoria del 1706) sorgere per opera di Vittorio Tedeschi una piccola officina per la fabbricazione di conduttori isolati: saranno presto settantacinque gli anni di vita che hanno portato lo stabilimento ad occupare settantamila metri quadrati di terreno, cinquemila coperti da fabbricati, con oltre mille dipendenti: l'odierna INCET (Industria Nazionale Cavi Elettrici, Torino), fabbricante di conduttori dei tipi più svariati.

Ed ecco nel 1924 nascere per iniziativa di Virginio Tedeschi la CEAT (Conduttori Elettrici e Affini, Torino) a soddisfare l'esigenza che la grande richiesta di energia elettrica nel periodo successivo alla prima guerra mondiale faceva prevedere impellente: produttrice oggi di cavi, ma estendente la propria attività ad altri settori — come quelli dei pneumatici e dei tessili — ed ampliante la propria sfera d'influenza in altri paesi, con una società francese, una venezuelana, una indiana. Bella la coincidenza delle lettere finali delle sigle delle due ditte, che portano attraverso tutto il mondo — simbolo di un mezzo di collegamento — il richiamo a Torino.

### Scuola di elettrotecnica.

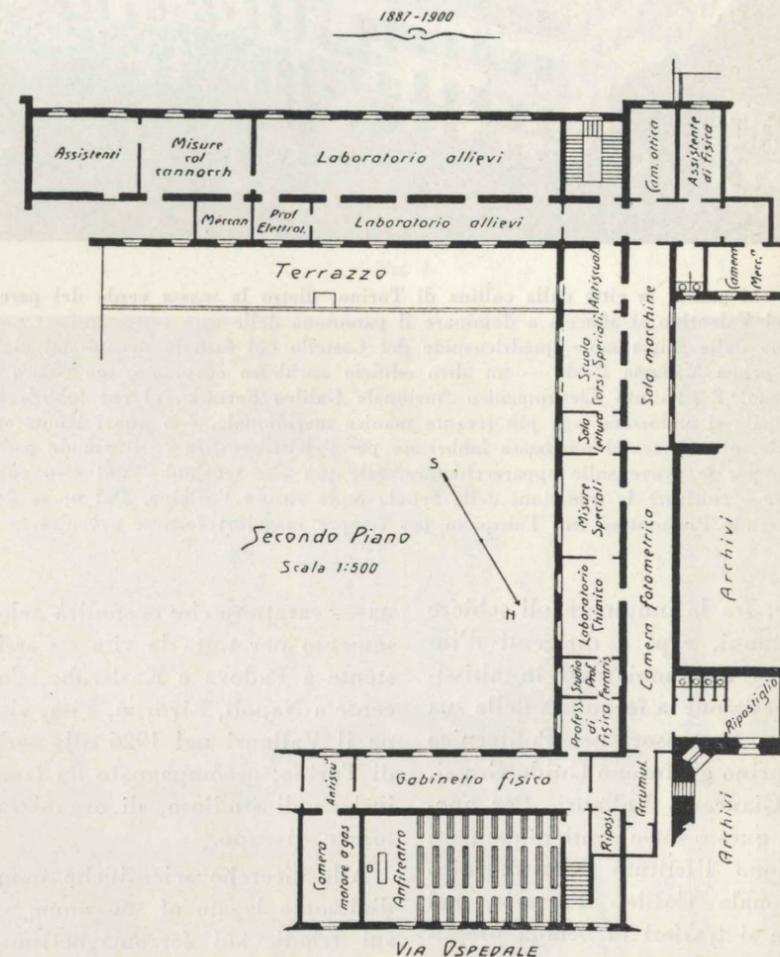
Alla scienza ed alla scuola aveva voluto il Ferraris dedicare il meglio delle forze e dell'ingegno. Nel 1887 promosse ed iniziò per primo in Italia un corso speciale di elettrotecnica; è dell'anno seguente l'istituzione per Regio Decreto, presso il Museo Industriale, della « Scuola con laboratorio » di tale disciplina, diretta da lui. Essa

ne avrebbe assunto nove anni dopo — quand'egli morì — il nome, che tuttora si conserva in quello dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale, erede della tradizione illustre.

Intanto, anche di un'altra isti-

sezioni, e con la sede centrale di poi stabilita in Milano, essa è indubbiamente fra le più vive ed operose associazioni tecniche oggi esistenti; molte nazioni, anche delle più progredite, giustamente ce la invidiano.

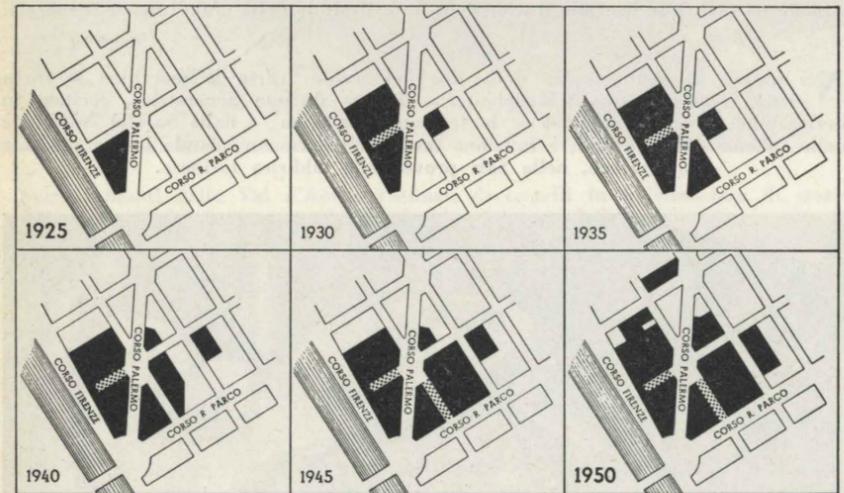
### SCUOLA CON LABORATORIO DI ELETTROTECNICA « GALILEO FERRARIS » DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO IN TORINO



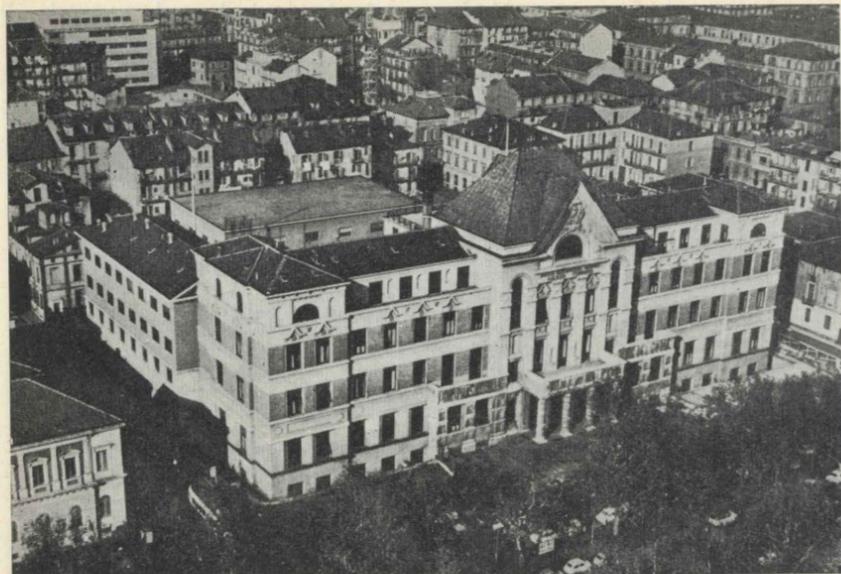
A qualche vecchio torinese procurerà emozione di ricordi la pianta dell'ala del Regio Museo Industriale, predecessore del Politecnico, prospiciente su via Ospedale e contenente la « Scuola con laboratorio di elettrotecnica ». Ora tutto è scomparso, inghiottito dalle rovine della guerra, ma non si possono considerare senza riflessioni accorate il piccolo studio del Professore Ferraris, il modesto anfiteatro ed i laboratori di ripiego, che furono tuttavia palestra di ricerche e d'insegnamenti tanto celebri e fecondi.

tuzione benemerita era stata culla Torino, l'Associazione Elettrotecnica Italiana, che vi ebbe la sua prima sede nell'anno di fondazione 1897, essendosene acclamato primo Presidente generale Galileo Ferraris qui residente. Con gli ottomiladuecento soci sparsi in tutta Italia, taluno all'estero, in sedici

La tradizione torinese, già affidata ai discepoli diretti del maestro, aveva avuto ramificazioni generose in tutta l'elettrotecnica italiana a cavallo dei due secoli: molte cattedre universitarie furono coperte da allievi di lui, che ne tramandarono le caratteristiche salienti dell'insegnamento; così



Rigogliosa di propaggini in forme varie di attività ed in lontani paesi, la CEAT ha saputo prevenire e soddisfare esigenze industriali in momenti favorevoli: per la cessione dei servizi telefonici ad amministrazioni private, per l'impianto della parte preponderante della rete interurbana, per l'elettrificazione ferroviaria, per le nuove costruzioni della marina militare e mercantile, per l'aviazione alla vigilia del maggiore sviluppo, per i trasporti d'energia in cavi ad altissima tensione. Onde, con lo Stabilimento di Torino sulla riva della Dora per la produzione di conduttori elettrici (di cui fu grandioso l'impulso costante nel primo venticinquennio), fanno parte del Gruppo un'altra fabbrica in città per pneumatici d'ogni tipo, una in provincia a Giaveno per filati e tessuti, una a Poissy in Francia ed una in associazione a Valencia in Venezuela ancora per cavi e conduttori elettrici. Sono intanto in avanzata costruzione a Settimo Torinese, sui lati dell'autostrada verso Milano, nuovi stabilimenti per pneumatici e cavi, mentre ne è entrato testè in funzione uno in India con la partecipazione di un Gruppo di Bombay.



Per chi guardi la città dalla collina di Torino, dietro la massa verde del parco del Valentino si affaccia a dominare il panorama delle case retrostanti — non lontano dalla grigia mole quadricuspide del Castello col fastigio ornato dai gigli della prima Madama Reale — un altro edificio anch'esso cuspidato, ma chiaro e moderno. È l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, al cui fabbricato principale si addossano una più recente manica meridionale, con nuovi laboratori ed aule, e — dietro il più basso fabbricato per l'elettroacustica — il grande padiglione per le prove sulle apparecchiature, alle più alte tensioni. Vuol esso conservare e coltivare le tradizioni della Scuola onde attingere l'origine. Dal nome del grande Piemontese trae l'auspicio per sempre maggiori fortune avvenire.

come, fra le innumerevoli schiere di alunni, capi e dirigenti d'industrie testimoniarono in altissime posizioni la fecondità della sua scuola. Successori nel Politecnico di Torino gli furono Guido Grassi, poi Giancarlo Vallauri. Per opera di questo sorse venticinque anni or sono l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, nel quale si trasferì la Scuola preesistente con lo stesso nome.

#### Istituto elettrotecnico nazionale.

Giancarlo Vallauri non era stato allievo del Ferraris, ma allievo di un allievo di lui: precisamente di Luigi Lombardi, che — piemontese di origine e di studi — aveva portato nel Politecnico di Zurigo prima e bandito poi, maestro di generazioni di alunni, dalle cattedre di elettrotecnica delle Scuole per gl'ingegneri di Napoli e di Roma le nobili tradizioni di quella di Torino. Dopo l'inizio di carriera come ufficiale di Mari-

na — carattere che custodirà gelosamente per tutta la vita — assistente a Padova e Karlsruhe, docente a Napoli, Livorno, Pisa, viene il Vallauri nel 1926 alla sede di Torino, accompagnato da fama insigne di studioso, di organizzatore e di capo.

Alle ricerche scientifiche mondialmente legate al suo nome — sui triodi, sul ferromagnetismo, sulla radiopropagazione — egli ne farà qui seguire delle nuove, fra cui l'importante gruppo finale sull'induzione elettromagnetica; ed intanto, Direttore del Politecnico, Presidente della Società Idroelettrica Piemonte, investito di altre numerose cariche, dà opera preziosa nell'ambito accademico ed in quello industriale. Ma l'impresa prediletta, da lui vagheggiata per tanti anni e considerata scopo ultimo da assegnare al culmine della carriera, è la fondazione e la guida di quello che ben si potrà riconoscere come il « suo » Istituto: qua-

si sintesi di ricordo del Ferraris e del fondatore.

Alto centro di studi, esempio di un laboratorio nazionale di ricerca, il Galileo Ferraris adempie compiti d'indagine scientifica e di sperimentazione tecnica a vantaggio degli enti di Stato, d'industria e privati, è sede di corsi di perfezionamento del Politecnico, collabora all'attività di questo con molta parte dei suoi ricercatori. Vi si affrontano problemi teorici e pratici, proposti dal campo vastissimo delle discipline elettriche; reparti e sezioni si dedicano alle alte tensioni, alle apparecchiature, ai campioni, ai dielettrici, all'elettroacustica, all'elettromeccanica, all'elettronica, alla fisica dei solidi, alla fotometria, ai materiali magnetici, alle radiocomunicazioni, alla televisione; si coltiva la collaborazione nazionale ed internazionale, con studiosi, con istituzioni italiane e straniere; ne offre mezzo valido la cura di pubblicazioni per ciò alimentate.

#### Semper idem.

Dai primi libri stampati presso di noi in materia di elettricità, questa pur rapida ed incompleta rassegna — troppo sarebbe stato ancora da dire — ci ha portati a riparlare di pubblicazioni. Siamo passati a volo d'uccello su due secoli di opere; n'è balzato agli occhi in forte rilievo un contributo raro alla storia del progresso: il contributo del Piemonte nel campo dell'elettrotecnica. Dall'impresa che figura nel frontespizio del più antico dei volumi citati — « Dell'elettricità artificiale e naturale » del Beccaria « in Torino MDCCLIII, nella Stampa di Filippo Antonio Campana » — togliamo l'augurio con cui ci piace concludere: che codesto contributo, sulla traccia esemplare segnata dai nostri padri, continui valido ed efficacissimo, « semper idem ».

Paolo Lombardi

# Borromini animatore di architetture

ENRICO PELLEGRINI mette in evidenza la funzione del punto di vista mobile quale elemento indispensabile per dar vita dinamica alla coreografia architettonica ideata dal Borromini nel complesso di San Carlino alle Quattro Fontane in Roma.



#### 1) La Coreografia di San Carlino alle Quattro Fontane.

È stato detto che il crocevia delle Quattro Fontane a Roma rappresenta uno dei primi esempi di soluzione urbanistica in funzione prospettica, potendosi da esso rimirare con un rapido giro su se stessi i tre obelischi del Quirinale, di Santa Maria Maggiore e della Trinità dei Monti, nonché la lontana, ma ancora grandiosa mole di Porta Pia.

Questo crocicchio è allietato negli angoli smussati da quattro petegole fontanelle, sorvegliate dalle modeste effigi di generiche divinità fluviali, che versano il loro liquido canoro in capaci bacini, forse tratti da scavi e comunque

ampiamente rimaneggiati al momento di essere collocati in quel sito.

Molto più importante è la fronte della Chiesa di San Carlino, che si affaccia sulla Via XX Settembre, sebbene la sua ampiezza, questo si legge in tutte le guide, non superi il lato di uno dei pila-

stri che reggono la cupola di San Pietro.

Peccato che il traffico romano, che vi confluisce da due strade in salita e con capacità insufficiente al numero delle automobili che per esse intendono passare, ruggendo non permetta al viandante di so- stare pensoso e di controllare age-

Fig. 1.



volmente le considerazioni che vorrei esporre. Infatti proprio nel complesso di San Carlino alle Quattro Fontane si trova una delle più interessanti soluzioni dinamiche dell'architettura del Borromini.

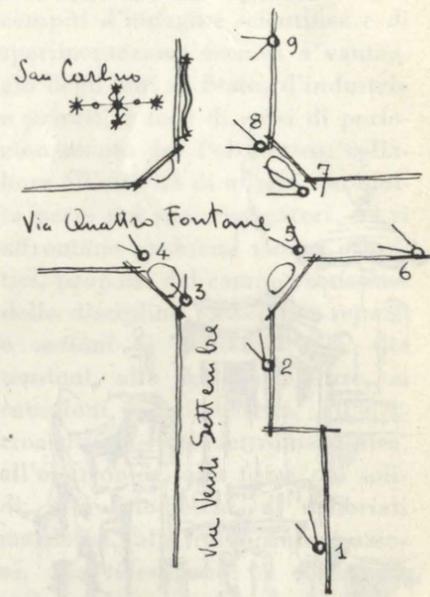
Che questo grandissimo archi-

ciò per mettere in evidenza un concetto che, ci sembra, la precedente critica abbia solo abbozzato.

Gli studiosi si sono soffermati infatti a lungo sulla facciata curva della Chiesa, la quale, malgrado l'antecedente oratorio di San Filippo Neri, deve essere conside-

te si oppongono e formano uno dei complessi più movimentati che si conoscano.

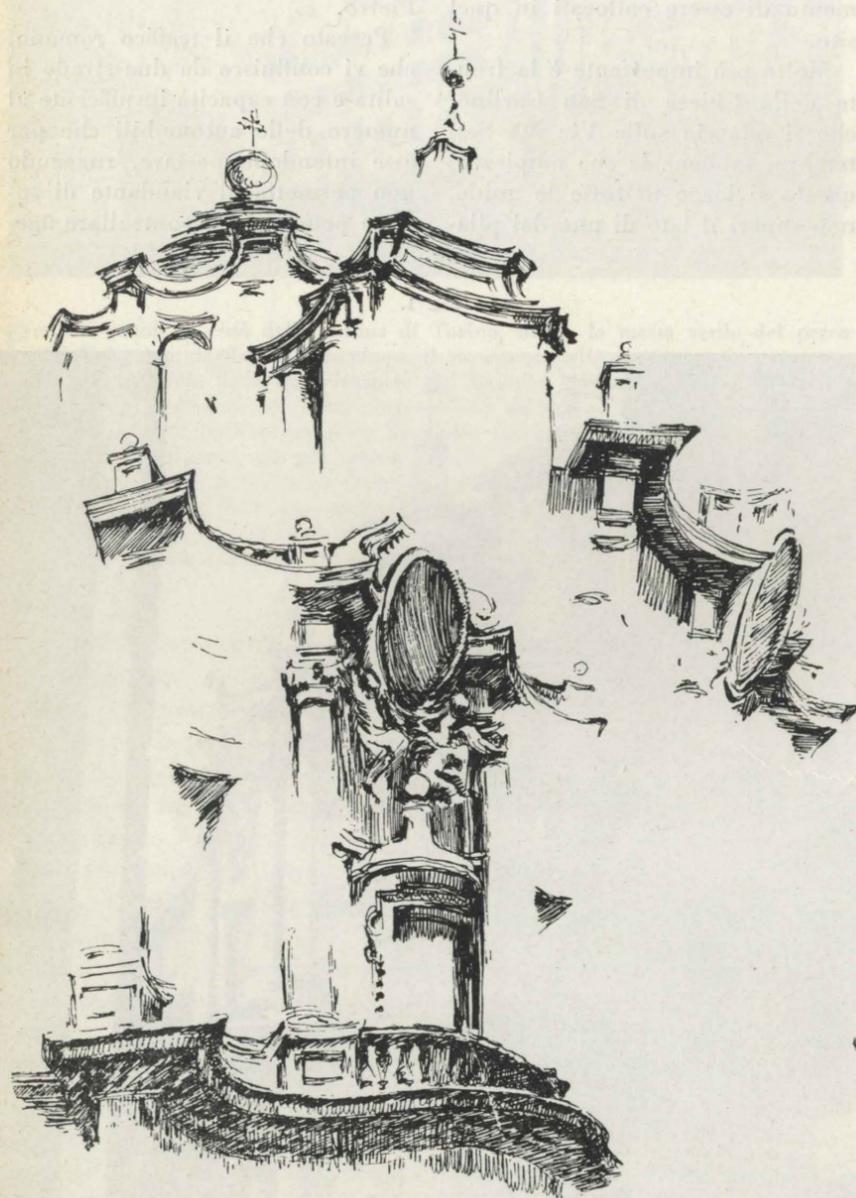
Pur cercando di fuggire e di



espandersi nell'atmosfera circostante, tali elementi sono contenuti dalla volumetria dell'edificio, o meglio, della facciata stessa, la quale in definitiva, nella economia del complesso paesistico, assu-



me la funzione più modesta di un enorme cartiglio scultoreo. Facendo le opportune e dovute proporzioni, ciò non esce dalla tradi-



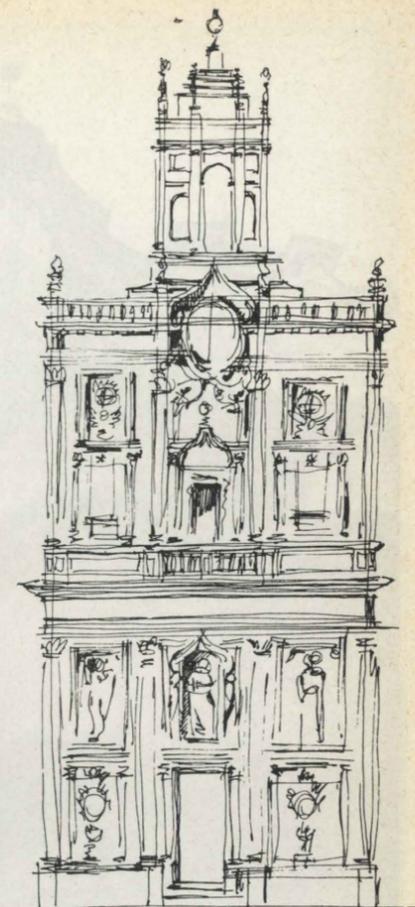
tetto sia stato un maestro fino ad ora insuperato nell'agitare masse e volumi, nel plasmare luci ed ombre, nel muovere visivamente materiali, prima impiegati solo secondo la loro tradizionale funzione statica, è cosa risaputa. Vale tuttavia la pena di ricordare

rata a buon diritto come il capostipite fra la moltitudine delle ondulate fronti di chiese e palazzi barocchi, che poi seguirono.

Essi attribuiscono molta importanza a ciò e soprattutto ai piani, alle superfici, alle linee, che in tale architettura drammaticamen-



Fig. 2.



zionale plastica barocca, che in quel periodo andava appunto evolvendosi per adottare soluzioni sempre più nuove e ardite e considerava opportuno e lecito appropriarsi di tutti i mezzi atti a disintegrare e a rendere aerea una materia il cui peso dava solo fastidio alla vista.

La grande rivalità tra il Bernini e il Borromini, che fa certamente parte tanto della storia quanto del romanzo, si è riflessa nell'opera dei due grandi in modo del tutto inaspettato. Sappiamo infatti che il Bernini, essendo abile e rapido scultore, nonchè formidabile architetto, rimase tuttavia, nei confronti del Borromini, che in tale campo s'impose quale signore incontrastato di ogni arditezza, timido costruttore.

Il Borromini, al contrario, che della pietra da taglio e della muratura faceva ciò che meglio gli

garbava, fu muto di fronte al blocco di marmo, agli scalpelli e al mazzuolo, con i quali il suo rivale

operava pieno d'impeto e di perizia. Entrambi conoscevano e soffrivano di tale reciproca debolez-

Fig. 3.



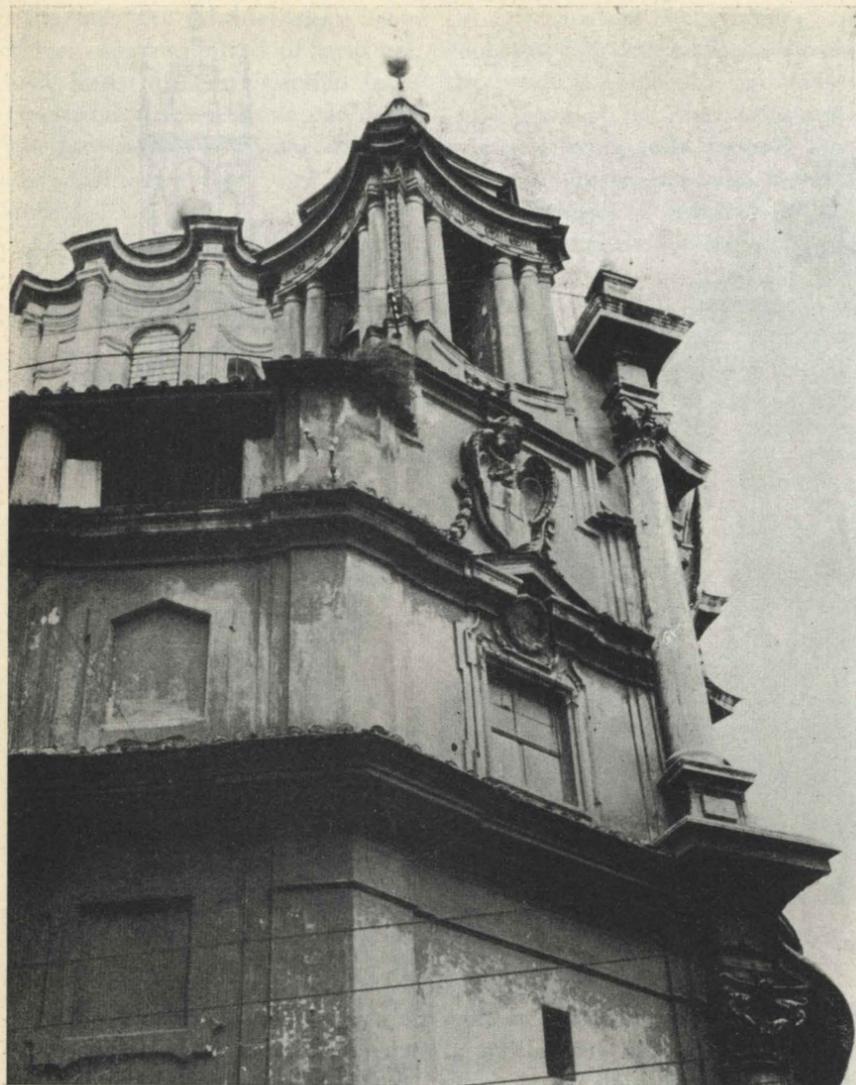


Fig. 4.

San Carlino alle Quattro Fontane; ragione che ha spinto l'architetto a limitarne la visibilità solo a posizioni ravvicinate, per non frantumare maggiormente, con la distanza, la già frantumatissima facciata.

L'ansia plastica del Borromini si osserva ancor meglio nel campanile della chiesa stessa, posto in evidenza nel punto più visibile del crocicchio, in quello di Sant'Andrea delle Frate anch'esso funzionante più come statua che come architettura, nei gemelli campanili di Sant'Agnese in Agone, nella cuspide della cupola di Sant'Ivo alla Sapienza, già ricordata, concepita essenzialmente come una statua astratta.

Ma quanto abbiamo detto non basta: esiste, e per noi è il fatto più saliente nell'opera del Borromini, una coreografia accuratamente disposta fra i vari elementi plastici disegnati da questo fantastico ideatore di architetture. Tale regia, intessuta con travolgente emotività, ha, anch'essa, un movente umano.

Sappiamo infatti che fra i diversi incarichi affidati al Bernini, uno dei più impegnativi e importanti fu quello di scenografo e d'ideato-



za, che impediva loro di sbranarsi vicendevolmente. Così nel Bernini architetto è facile individuare il desiderio di apparire valente costruttore, com'è altrettanto agevole isolare nel Borromini il complesso del mancato scultore.

Badate bene che il trattare con leggerezza, come ora faccio, e in modo vagamente freudiano questo argomento, nulla toglie alla sua effettiva realtà: basta guardare la facciata di Sant'Andrea al Quirinale e la sezione di Sant'Ivo alla Sapienza per convincersi di quanto ho detto testè.

Per ora ci accontentiamo di aver dato una ragione plastica di derivazione scultorea alla fronte di

re di apparecchiature per teatro, per feste, per processioni e per cerimonie religiose. Egli inventava macchine meravigliose e varie, che corrispondevano al desiderio di far stupire signori e popolo con i più straordinari ritrovati e alla sfrenata brama di questi spettatori di venir stupefatti con sempre nuove audacie.

Non ci resta molto dei mille progetti che il Bernini fece per la creazione d'indescrivibili apparati semoventi; ma i documenti che ci sono giunti sono sufficienti a testimoniare quale immensa importanza, oggi difficile da comprendere, doveva allora avere questo



Fig. 5.

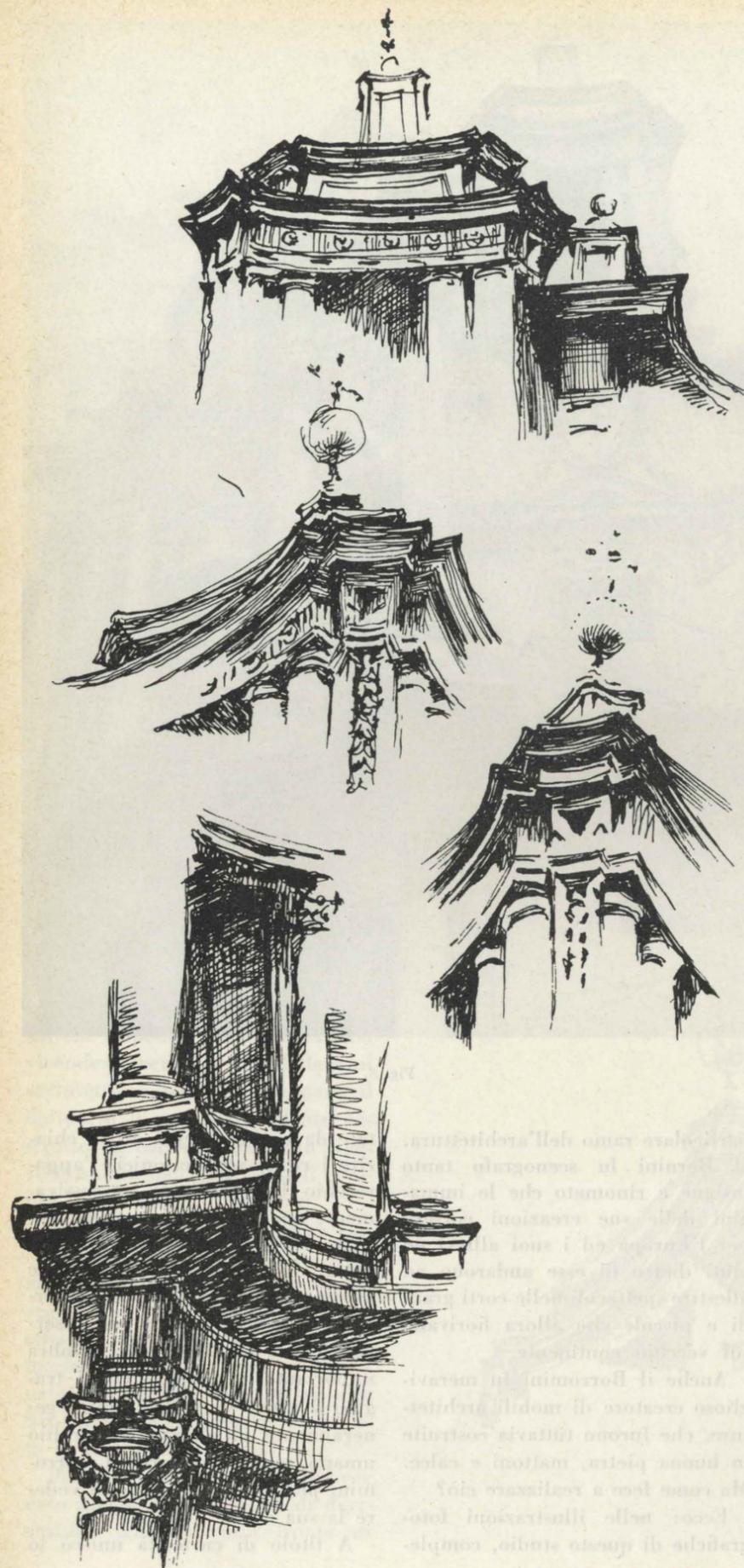
particolare ramo dell'architettura. Il Bernini fu scenografo tanto insigne e rinomato che le immagini delle sue creazioni corsero per l'Europa ed i suoi allievi ed aiuti dietro di esse andarono ad allestire spettacoli nelle corti grandi e piccole che allora fiorivano sul vecchio continente.

Anche il Borromini fu meraviglioso creatore di mobili architetture, che furono tuttavia costruite in buona pietra, mattoni e calce. Ma come fece a realizzare ciò?

Ecco: nelle illustrazioni fotografiche di questo studio, comple-

tate da rapidi disegni atti a chiarire i ritmi architettonici, l'apparecchio ha stazionato successivamente nei punti segnati sulla piccola planimetria qui sopra riprodotta. È come se un viandante avesse camminato e si fosse soffermato di tanto in tanto per osservare e per ammirare. Mi sembra importante aggiungere che i traguardi visivi sono stati tenuti generalmente all'altezza dell'occhio umano, così come certo il Borromini pensava che si dovesse vedere la sua opera.

A titolo di curiosità unisco lo



schizzo della fotografia Alinari della fronte di San Carlino, scattata da un balcone del primo piano per poter ottenere una veduta complessiva della Chiesa, altrimenti impossibile. Come si può facilmente notare, sia i rapporti architettonici che i valori prospettici vengono completamente alterati dalla irregolare scelta del punto di vista.

Abbiamo detto che fotograficamente è impossibile ottenere una veduta frontale della pur modesta mole della facciata; ciò dipende dalla limitata capacità (1) delle lenti e dalla impossibilità per l'apparecchio di compensare in una sintesi visiva molteplici immagini parziali. Con la mobilità dell'occhio, al contrario, usufruendo dell'adattabilità di questo nostro mezzo naturale, è facile sovrapporre e racchiudere in un unico

(1) Per ottenere una corretta fotografia è quasi sempre necessario scartare l'impiego delle lenti grandangolari, le quali provocano spesso delle notevoli alterazioni prospettiche nella veduta dell'edificio.



Fig. 6.

complesso le diverse, successive e frammentarie visioni dell'edificio.

A parte ciò, appare evidente che, giungendo sia dalla Via Quattro Fontane che da Porta Pia, l'avvio alla nostra coreografia è sempre dato dal campanile (fig. 1-6).

Ma questo fragile elemento architettonico, pur essendo aggraziato e studiatissimo, non ha suf-

ficiente drammaticità per sostenere da solo una parte di primo piano; anzi sembra che sia stato sistemato in quel punto solo per invitare il passante all'attenzione. Per colui che si avvicina all'edificio viene così chiarita e precisata la sua funzione di cardine tra la lanterna della cupola e la facciata della chiesa. La prima ha una voce

solamente adatta per un duetto; mentre la seconda canterà un suo grande « a solo » riservato per chi viene o si dirige verso il Quirinale.

L'arcone sottostante al campanile non giova, come si vede, all'insieme perchè rompe la compatta base dalla quale, attraverso sempre più eleganti particolari che germogliano uno dall'altro, sorge la traforatissima cella campanaria con la sua svelta cuspidata sormontata da un'aerea sfera (figura 2).

I passaggi e le giustapposizioni sono dosati con estrema attenzione: basta osservare, per rendersene conto, la frattura negli spigoli del campanile eseguita con accurata grazia, oppure l'innesto della facciata della chiesa di San Carlino sul suo lato destro; innesto che non dà luogo ad alcuna incertezza. Chi si sofferma su questo elemento angolare può cogliere lo straordinario rimbalzo del ritmo del cornicione sulla retrostante lanterna della cupola (fig. 3-4).

Anche qui, come in Sant'Ivo, pare che il Borromini si vergogni di essere un valente voltatore di cupole e nasconde esternamente la sua opera con un falso loggiato lasciando solo emergere una movimentata lanterna, che poco ha da spartire con l'architettura e quasi tutto con la scultura. Ma questo accorgimento è certo motivato da un sottile scopo, che vedremo in seguito.

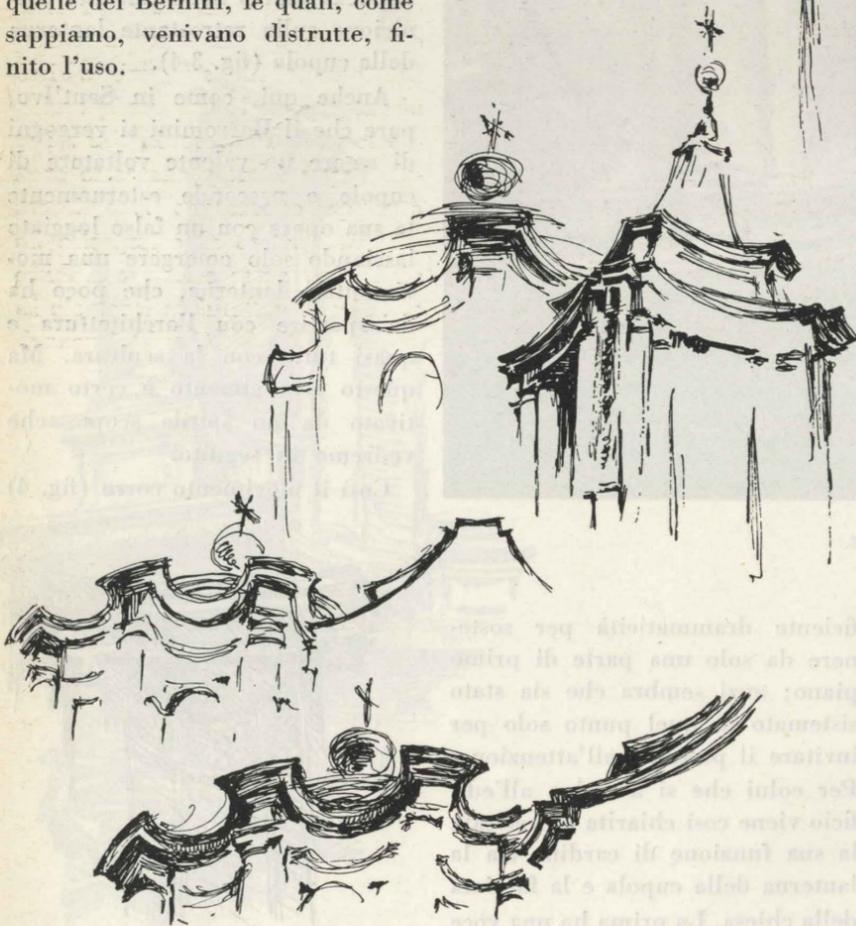
Così il movimento corre (fig. 4)



dal campanile alla lanterna e ciò non solo per merito delle architetture, che sono ferme, ma disposte in modo tale che il passante, spostandosi, trovi in ogni istante un collegamento fra esse e una varia ed equilibrata composizione dei diversi elementi.

Vediamo dunque che ora il viandante assume la sua nuova funzione di « mezzo necessario per osservare un'architettura in movimento ». Questa sua partecipazione al dinamismo degli elementi compositivi l'edificio, i quali in definitiva sono fermi, è secondo noi la maggiore innovazione del Borromini.

La collaborazione dello spettatore, che col suo moto pone in atto la coreografia architettonica, diventa dunque indispensabile e ciò crea una comunione fra la sua emozione e la vita dell'edificio. La grande macchina teatrale è costruita: essa rimane immobile ed eterna. Essa non è labile come quelle del Bernini, le quali, come sappiamo, venivano distrutte, finito l'uso.



Nel nostro caso è lo spettatore che si muove: egli è per strada, « deve » muoversi e, muovendosi, crea lo « spettacolo ».

Il ricordo delle coreografie create dal Bernini ci è stato tramandato a mezzo d'imprecise stampe disegnate da mediocri artefici: esso è solo una pallida ombra di un momento di lirica fantasia. Anche il ricordo dello « spettacolo » creato dal Borromini si dovrà certamente affievolire nella mente del singolo spettatore; ma la macchina teatrale allestita è ancora là, pronta a creare sempre fresche emozioni, le quali eternamente si rinnoveranno nell'animo del « viandante-spettatore ».

Questa infatti è stata la grande rivincita del Borromini, il quale ha impostato più volte il suo problema architettonico in chiave coreografica.

Venendo da Piazza Barberini (fig. 6) si scorge prima il campanile, che, come abbiamo detto, funge da giunto elastico fra i diversi elementi compositivi della costruzione; poi si vede una esigua porzione di lanterna, che da tale provenienza questa volta par sostenuta dalle due sole serie di colonne visibili nella facciata.

I cornicioni corrono con ritmo rapido dalla chiesa al campanile, dal campanile alla lanterna; ma tosto quest'ultima sparisce per dare luogo ad una più ampia veduta della fronte della chiesa (fig. 6-7).

Nello scorcio dal basso i movimenti si accentuano e s'inaspriscono: il medaglione è quasi espulso con violenza dalla linea spezzata dei cornicioni concavi e portato verso il cielo dai due angeli sottostanti, i quali hanno solo il valore di un guizzo di luce capace di animare la zona d'ombra lasciata dalla semi-cupola della tondeggianti tribunetta sita al primo piano. Da questo fatto deriva la loro leggerezza.

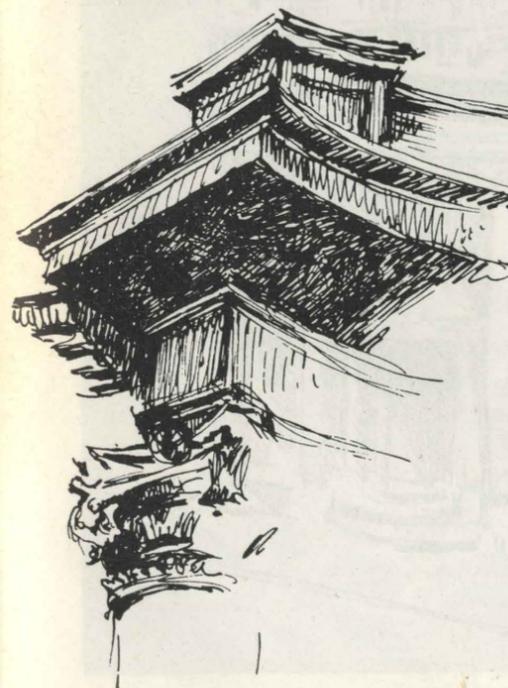


Fig. 7.

I profondi solchi d'ombra scavati nella facciata tendono a svincolare le architetture e a renderle autonome a mobili: siamo all'opposto di quanto era stato pensato e praticato in precedenza. È, questa, un'astrazione dal peso e dalla materia; è una frenesia di moto. Passando sul lato opposto della via, (fig. 7), la veduta del campanile sfugge poco alla volta, mentre ombre si addensano sulla movimentata facciata, vista solo parzialmente. Gli scuri s'ammorbiscono di riflessi, ricevuti dal piano

stradale e dall'antistante facciata, fortemente illuminati, e tutto l'edificio s'innerva di elastica forza per merito dei bordi luminosi dei potenti e scuri cornicioni orizzontali e per i fusti delle colonne maggiori nei due ordini sovrapposti e per quelle minori al primo piano, che sono messe a quel modo solo allo scopo di creare dei canali d'ombra profonda fra luci verticali violente, ma arrotondate. Svoltando nella via XX Settembre, verso il Quirinale, abbiamo per la prima volta una veduta più

ampia, ma sempre incompleta, della facciata di San Carlino. Lo scorcio modifica nettamente le proporzioni della facciata, che per curiosità riproduciamo, schematizzandola, nei suoi rapporti geometrici reali, così com'erano stati riprodotti in una incisione dell'epoca che ne rappresenta l'esatto rilievo. È evidente che il Borromini dovette tenere conto nel modo più assoluto e preciso delle possibilità visuali del viandante obbligato a passare su itinerari predisposti e invariabili a causa della definita topografia del luogo. Appare chiaro che la impostazione architettonica di una facciata prospiciente una via di ampiezza limitata sarà sostanzialmente diversa da quella riguardante una costruzione che s'affaccia ad esempio, su di uno slargo oppure su di una piazza.

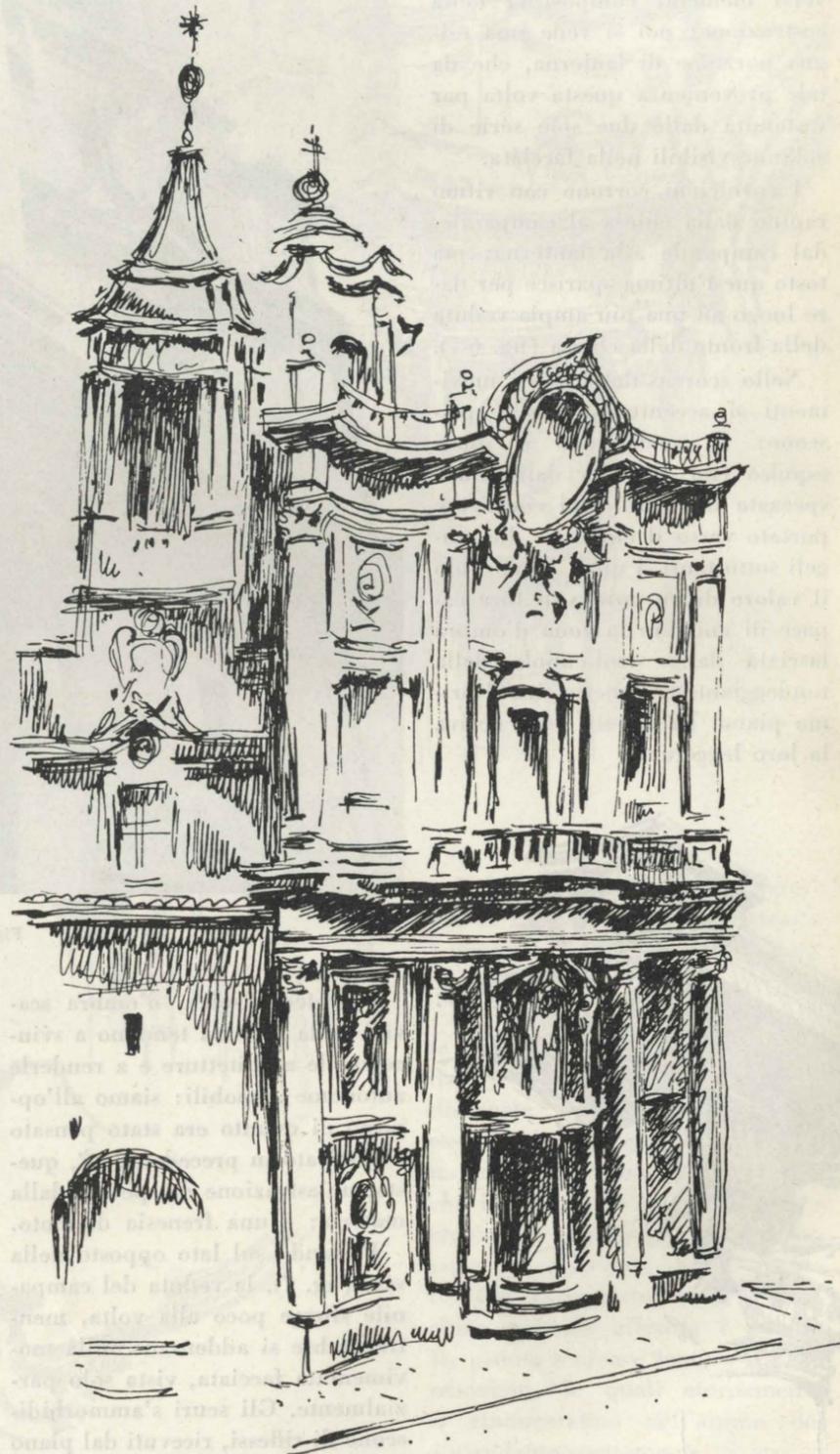
Nel nostro caso gli aggetti divorano gli elementi sovrastanti; i cieli delle nicchie acquistano importanza per le zone d'ombra che essi aggiungono all'insieme. Al primo piano non vi sono statue in tali vani, nè secondo noi potrebbero esservene, perchè questi elementi cavi concorrono appunto ad alleggerire la costruzione, facendola apparire come un delirio di elementi architettonici sciolti e danzanti (fig. 8).

Le statue in basso, le quali in verità non hanno alcun valore d'arte, servono, a nostro parere, solo per frantumare un'ombra che, altrimenti, svuoterebbe troppo la parte inferiore della chiesa.

Sembra che di proposito il Borromini abbia voluto evitare una visione complessiva dell'edificio, sia perchè esso non figurasse eccessivamente rotto nella riunione di tutti i suoi elementi ritmici in un solo quadro, sia perchè, presentandosi tali elementi, in successive « mutazioni » al viandante, gli riserbavano sempre nuove ed emozionanti visioni.

Venendo infatti dal Quirinale (fig. 10) si vede bene la chiesa solo quando si giunge all'altezza della porta del chiostro, cioè quando si è quasi di fronte al fabbricato. Il campanile è sparito, la lanterna anche; siamo in co-

specto di una fantastica coreografia di colonne in movimento, di angeli volanti, di sporti curvi, di medaglioni proiettati verso il cielo, sostenuti dalla potente e curva ribalta formata dal cornicione. Lo spettacolo termina trionfalmente con un finale a piena orchestra: possiamo ora entrare in



chiesa ed ammirare una cupola incomparabilmente bella, plastica e nervosa (fig. 9), appoggiata saldamente su pilastri mirabilmente scavati e leggeri.

Questo importante elemento, la cupola, che solo pochi anni avanti gli architetti ponevano in evidenza come un segnale per indicare da lontano l'ubicazione della chiesa, ora il Borromini se lo pone in tasca, sebbene non sia facile farlo sparire, in spregio a tutte le leggi della logica e della sincerità costruttiva. Dall'esterno essa non si vede, come pure resta invisibile quella di Sant'Ivo alla Sapienza e quella di Sant'Andrea delle Fratte.

L'Architetto la cava fuori all'improvviso, solo all'ultimo momento per dare spettacolo e meraviglia con un colpo di sorpresa a chi « entra » nell'edificio.

È questa l'epoca del colpo a sorpresa nell'architettura, nella scultura e nella pittura; s'è anche det-

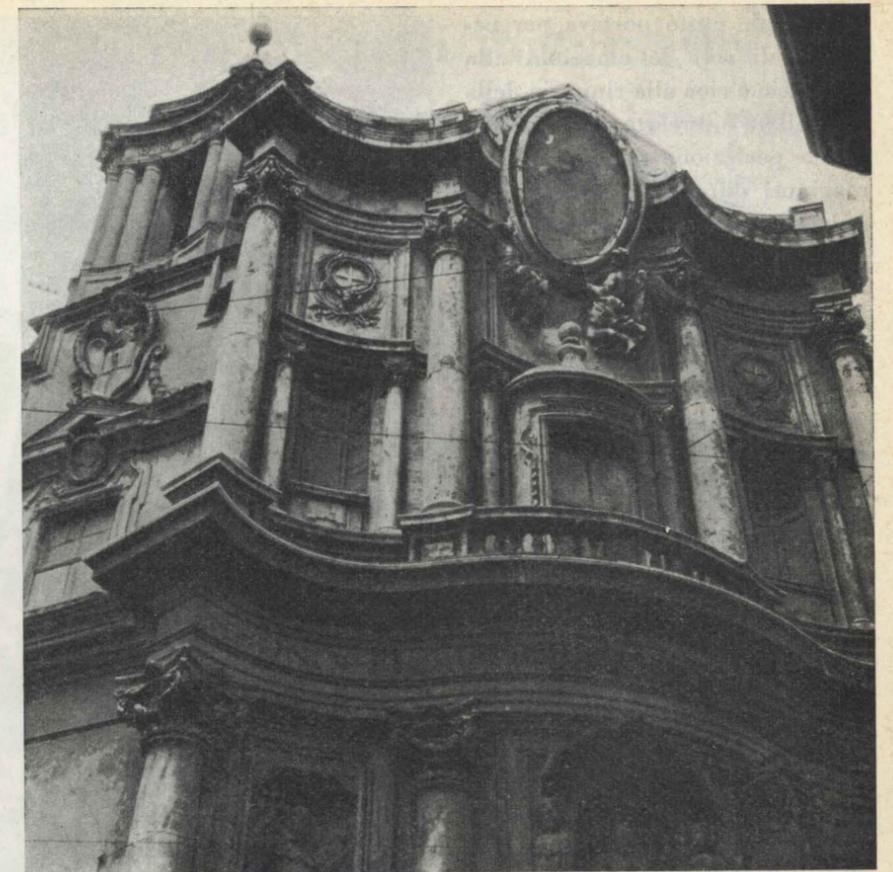
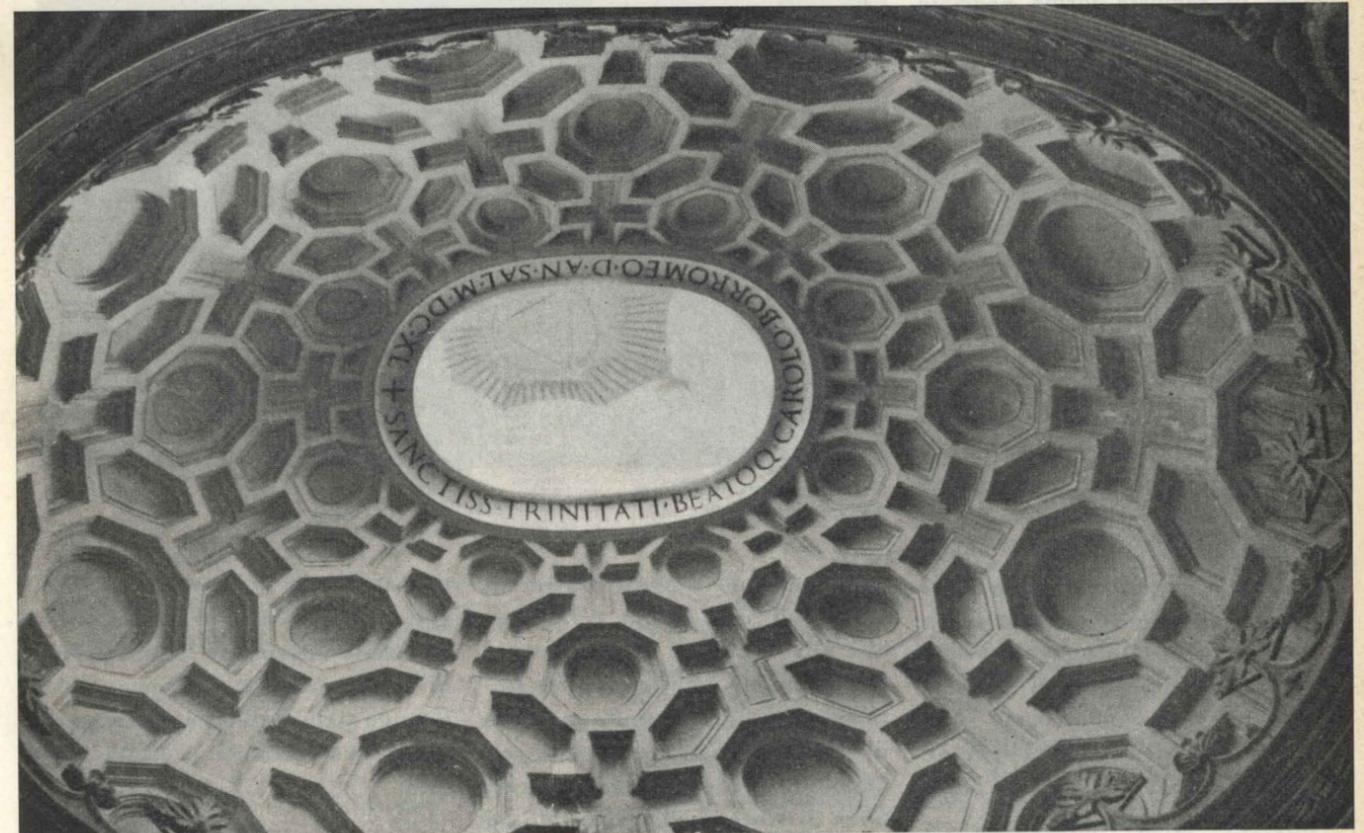


Fig. 8.

Fig. 9.



to che tale gusto portava per necessità di cose le emozioni alla superficie e cioè alla rinuncia della controllata e in certo modo implacabile perfezione negli equilibri raggiunti durante le epoche precedenti.

A noi sembra che le considerazioni di carattere estetico o spirituale, se ora sembrano preminenti, nei tempi andati agissero solo in maniera indiretta e comunque poco appariscente o del tutto inconscio. Il continuo rinnovarsi delle forme dipendeva, oltre che dalla necessità di scartare gli schemi esauriti, anche dalla determinazione di conquistare nuove tecniche o di bandire l'uso di altre già invecchiate.

Un alto livello nelle capacità esecutive conduceva al fiorire di esemplari insigni e al rapido esaurimento delle forme nate dalla padronanza dei mezzi per la loro realizzazione e, di conseguenza, alla necessità di doversi liberare da esse.

Se prima si ricercavano proporzioni di raffinate forme poggiate sulla terra, sia pure leggerissime, ora si studiano accorgimenti visivi per conquistare il movimento attraverso architetture ferme.

Gli spazi esterni e interni sono vicendevolmente interessati alle volte in coerenti continuità prospettive, alle volte per assurdo contrasto, che comunque non altera la loro interdipendenza.

È questo il caso del San Carlino alle Quattro Fontane: nulla dello spazio interno viene preannunciato dalla dinamica struttura esterna; tuttavia in questa ultima ogni elemento prepara l'occhio e lo spirito del visitatore a godere del primo, che diventerebbe assai più emozionante se si tornasse all'itinerario diretto e naturale dell'«dentro-fuori» previsto dall'Architetto, rinunciando, come si fa ora per accedere alla chiesa, ad attraversare il chiostro, che pur è bellissimo.



Fig. 10.

Ci troviamo dunque ancora di fronte ad uno studio d'itinerari atti alla visibilità di architetture in movimento, che considerate sotto in certo angolo sembrano fatte di pura spiritualità, osservate con animo diverso determinano la certezza di trovarci di fronte solo ad

una stupenda e complessa scenografia; mentre nella realtà entrambe queste alternative hanno possibilità di coesistere completandosi, essendo state realizzate solo a mezzo di una mirabile capacità tecnica.

Enrico Pellegrini

## Considerazioni su alcuni modelli matematici atti a risolvere particolari problemi di trasporto

ALBERTO RUSSO-FRATTASI sottolinea la necessità di ricorrere alla ricerca operativa per l'impostazione e la risoluzione dei complessi problemi di trasporti di materiali sia all'interno degli stabilimenti di produzione, sia tra stabilimenti associati, come pure tra produttore e consumatore; ed espone alcuni pratici schemi di applicazione.

La soluzione della maggior parte dei problemi di trasporto viene oggi affrontata — in molte aziende — su basi esclusivamente empiriche ed improvvisate, più con lo spirito di risolvere una specifica situazione che non con la ferma intenzione di indagare su di un fenomeno economico la cui soluzione globale può determinare la riuscita od il fallimento di una impresa.

È evidente come, a seconda della dimensione dell'azienda, il problema si presenti sotto aspetti totalmente diversi — in quadro con gli stadi di sviluppo dei sistemi di produzione (tab. A) — che vanno dalla richiesta di un manovale per trasferire delle cassette da un punto all'altro, alla richiesta di uno o più veicoli, alla necessità di integrare i trasporti con le macchine di produzione, allo studio del parco dei veicoli necessari per svolgere il servizio nel-

l'interno degli stabilimenti, tra stabilimenti e stabilimenti, tra produttori e consumatori ecc.

Si tratta quindi di impostare e ricercare delle soluzioni integrali ed ottimali dei problemi, si tratta di procedere col rigore matematico alla soluzione di problemi che — pur nella loro più semplicistica manifestazione — richiedono tutto il rigore della logica matematica per essere risolti.

Ed è per questo che la ricerca operativa assume un'importanza di primo piano nella soluzione di tali problemi.

La ricerca operativa infatti, secondo una delle varie definizioni che sono state date (Morse, Kimball etc.) è un metodo scientifico inteso a fornire basi quantitative agli organi cui spetta di assumere concrete decisioni, siano essi organi politici o di direzione industriale, in modo che le decisioni stesse si basino su un'analisi rigo-

rosa della reale situazione di fatto. In altri termini questo metodo costituisce una reazione all'empirismo ed all'improvvisazione che sino ad oggi hanno dominato in molti campi della pratica.

Non pochi aspetti dell'attività umana, che sino a ieri sembravano del tutto vietati all'indagine matematica, come ad esempio quello della concorrenza produttivistica o quello delle scelte in alternativa, sono diventati oggetto di teorie rigorose che riducono ad analisi quantitative quelle che per lungo tempo sono state descrizioni puramente qualitative giungendo a dare, in alcuni casi, precise norme di comportamento di fronte alle incertezze.

Si esamini infatti il caso di una impresa il cui movimento interno delle merci sia, come generalmente avviene in tutte le aziende che non sono produttrici di grande serie, difficile, asmatico, caotico e che richieda quindi l'intervento di provvedimenti regolatori.

Tale problema può — in prima istanza — essere risolto frazionandolo in una molteplicità di questioni particolari ed in tal modo si può raggiungere anche qualche parziale e persino sensibile miglioramento della situazione, ma, poiché la movimentazione dei materiali non è, neppure in grossolana approssimazione, un fenomeno stazionario, può avvenire che una sistemazione particolare — ottima in un certo periodo — diventi pessima a breve distanza per l'influenza di fattori che la limitatezza dell'esame, non aveva permesso di sviscerare.

In linea di massima quindi, per provvedere ad un inquadramento razionale del problema, sono necessarie tre misure fondamentali:

1) preventivare un certo numero di soluzioni globali che possano soddisfare le esigenze della movimentazione nella maggior

Tab. A

STADI DI SVILUPPO DEI SISTEMI DI PRODUZIONE

Tipo di produzione	Operazione produttiva ed attrezzature	Movimento di materiali
Lavoro manuale	Operazione manuale con utensili a mano	Trasporto a mano
Officina artigiana	Utensili a mano per operazioni con macchine standard od universali	Trasporto a mano oppure con carrelli tra le operazioni
Linea di produzione	Sequenza produttiva di macchinari standard o speciali	Trasporto con carrelli oppure trasporto automatico tra le operazioni incluso nella linea
Macchina automatica	Macchina speciale con incluso il movimento materiali tra le operazioni compiute dalla macchina stessa	Trasporto discontinuo tra le macchine automatiche o dalla macchina al reparto successivo
Linea, reparto o fabbrica automatica	Macchine automatiche speciali con incluso il movimento dei materiali tra le operazioni	Trasporto discontinuo e trasporto integrato tra le unità, le linee ed i reparti
		Movimento materiali integrato nella fabbrica stessa. La fabbrica diventa una macchina
		Trasporto integrato all'entrata ed alla uscita della fabbrica

parte delle situazioni aventi una certa probabilità di verificarsi;

2) costituire una rete di organi di informazione che, senza ritardi apprezzabili, forniscano istante per istante il quadro della situazione, cioè degli elementi di giudizio necessari per poter intervenire nel senso previsto dal punto precedente;

3) costituire una rete di organi di intervento.

Sino ad oggi il procedimento utilizzato correntemente allo scopo di risolvere detti problemi si è basato sull'impiego di uno dei principi del celebre « Discorso del metodo »: ogni parte in un « complesso » viene studiata separatamente con la preoccupazione della ricerca della soluzione parziale; in seguito una soluzione di insieme viene determinata a mezzo di vie più o meno empiriche, e, dovendo soddisfare le diverse soluzioni parziali, questa soluzione di insieme non deve presentare alcuna incompatibilità al livello di ciascuno dei suoi fattori.

Con la ricerca operativa, le soluzioni parziali non vengono determinate a priori: la soluzione d'insieme viene raggiunta direttamente. Essa non deve però introdurre alcuna incompatibilità al livello di ogni difficoltà, ma deve, al contrario « ottimizzare », secondo il caso, l'obiettivo perseguito.

Seguendo questo « metodo », non è più questione di frammentare le difficoltà ma di introdurre nello schema risolutivo l'insieme dei fattori e delle difficoltà che siano suscettibili di influire sul valore che ne dipende.

Partendo dal complesso, l'importanza di ciascun fattore è attestata nel suo quadro « di attività », tanto in rapporto al fattore stesso, quanto in rapporto agli altri fattori (fenomeni di interazioni). Alla fine di cotesto lavoro, si è generalmente alla presenza di parecchie soluzioni possibili, che permettono obiettivamente all'interessato di esercitare una scelta definitiva in funzione sia di im-

perativi non cifrabili, sia di un programma di azione preventivamente definito.

Presentato sotto cotesta forma, il metodo pare essere esattamente inverso al procedimento di studio analitico precedentemente impiegato, per cui non si può non pensare che esso rappresenti una certa condanna degli « errori passati ». In realtà, vi è sempre un periodo di pre-ricerca che consiste in una analisi rapida, ma non superficiale, del tipo « classico ». La teoria generale non è pertanto una « condanna » del passato, ma più esattamente, un approfondimento nello studio dei problemi.

È importante segnalare che il non attenersi a questa « pre-ricerca » ha condotto assai sovente parecchi utilizzatori ad errori grossolani che hanno giustificato i rimproveri a volte indirizzati alla ricerca operativa. Infatti la ricerca di una soluzione ottima di un problema non solo deve portare a massimizzare la funzione voluta, ma occorre che tale massimizzazione abbia un significato economico.

L'impostazione di un tale studio richiede:

1) una raccolta cospicua e sensata di dati;

2) la formulazione di un modello matematico che rappresenti fedelmente il sistema principale;

3) la determinazione del limite di errore ammissibile;

4) la considerazione degli effetti di tutte le possibili variazioni del sistema principale.

Nella sua forma più elementare un problema di trasporto si presenterà sempre con la individuazione di un certo numero di carichi o di mezzi che sono distribuiti nelle stazioni  $A_1, A_2, A_3, \dots$ , etc. nelle quantità  $d_1, d_2, d_k$  e che devono raggiungere le stazioni  $B_1, B_2, B_3$  nella quantità  $r_1, r_2, r_n$ .

Si tratta di programmare il servizio in modo da rendere minimi i costi globali e pertanto occorre determinare:

1) i tracciati più convenienti tra i molti possibili, che minimizzino i percorsi totali;

2) la saturazione dei mezzi in modo che detti si muovano sui percorsi loro assegnati sempre al massimo della loro capacità produttiva;

3) i tempi occorrenti per evitare interferenze o zone di disservizio che possano provocare danni alla produzione;

4) l'entità ottimale dei carichi da trasportare ogni viaggio.

Un modello matematico per la soluzione di un tale problema è quello offerto dalla programmazione lineare, col metodo del semplice, che permette di determinare il quantitativo di mezzi o di carichi  $x_{ij}$  che deve essere trasferito dalla stazione  $i_{ma}$  alla stazione  $j_{ma}$  in modo da rendere minimo il costo globale del trasporto <sup>(1)</sup>. Con tale modello le espressioni dei vincoli sono date da

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = d_i \text{ e } \sum_{i=1}^k x_{ij} = r_j \text{ e quindi}$$
$$\text{per } x_{ij} \geq 0 \text{ }^{(2)}$$

la somma dei costi del trasporto di tutti i mezzi o carichi deve essere un minimo e precisamente:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} = z \text{ (minimo).}$$

Un altro mezzo di indagine R.O. nei trasporti è quello così detto delle file di attesa o teoria delle code dovuto ad A. K. Erlang <sup>(2)</sup>. La ricerca fondamentale di questa teoria è quella del ritardo che si verifica quando, in un determinato punto di un flusso discontinuo si produce una strozzatura, ad esempio sulle ribalte arrivi (ricevitorie) di industrie con notevoli produzioni, nei magazzini di spe-

<sup>(1)</sup> Ved. dello stesso Autore: *Sulla programmazione ottima dei carri vuoti dai centri di concentrazione ai centri utilizzatori*, « Ingegneria Ferroviaria », 1957.

<sup>(2)</sup> Infatti non avrebbe senso trasferire una quantità negativa di merci.

<sup>(3)</sup> Oltre Erlang si sono occupati a fondo del problema D. V. LINDLEY, *The Theory of queues with a single server* ed L. KENDALL, *Some problems in the theory of queues*.

dizione o di distribuzione, od al termine di linee di lavorazione con flusso continuo.

Ad ognuna di queste strozzature si formano delle code ed è necessario determinare un metodo per disciplinare l'avanzamento, per regolare l'afflusso in funzione della frequenza degli arrivi o delle partenze.

In questo caso i dati fondamentali sono: il numero di mezzi della fila, il tempo necessario per effettuare il carico, il rapporto fra la durata dell'attesa e quella della operazione da compiere. In genere le incognite sono la durata media e massima dell'attesa. È evidente che la risoluzione automatica del problema si avrebbe se si riuscisse ad ottenere l'eguaglianza:

— intervallo tra l'arrivo di due veicoli = tempo di sosta necessario.

In effetti anche quando con opportuni mezzi tale eguaglianza viene attuata le file si formano egualmente perchè l'arrivo dei veicoli avviene irregolarmente, ed è quindi necessario tirare in ballo il calcolo delle probabilità e nel caso specifico — trattandosi di veicoli — utilizzare la legge binomiale o meglio la distribuzione di Poisson che è espressa dalla formula  $P(k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$

nella quale  $P(k)$  è la probabilità che  $k$  veicoli arrivino in un intervallo quando la quota media degli arrivi è  $\lambda$ . Al variare di  $\lambda$  varia la curva ottenuta in funzione di  $k$ , e tali curve rappresentano un tipo di distribuzione di frequenza caratteristico dei fenomeni che si presentano con una certa rarità e che sono espressi come conteggio riferito ad una unità qualsiasi di tempo o di luogo <sup>(3)</sup>.

Sovente in queste ricerche, nelle quali il caso gioca principalmente sulla forma di un determinato elemento del problema, è opportuno ricorrere alla tecnica Monte Carlo che è un'analisi di tipo puramente

<sup>(3)</sup> Confrontare dello stesso Autore: *Il controllo statistico della qualità*, ed. Crampeo, 1955.

statistico basata sull'uso dei numeri casuali e che si adatta bene ai problemi di indole probabilistica che non si prestano ad essere risolti facilmente con i metodi matematici. Tale metodo, applicato, ad esempio, allo studio della circolazione di semoventi impiegati per il rifornimento di reparti permette di utilizzare al massimo, e con la massima sicurezza, determinati corridoi di transito tra i reparti stessi eliminando le attese per corsie impegnate da altri veicoli. Anche in questo caso l'impostazione generale del problema in forma matematica si può fare definendo:

$t_r$  = intervallo di tempo fra l'arrivo del veicolo  $r$  e di quello  $r+1$ .

$s_r$  = tempo necessario al veicolo  $r$  per superare il corridoio.

$T_r$  = tempo d'attesa del veicolo  $r$ , per cui il tempo di attesa del veicolo  $r+1$  sarà data da  $T_{r+1} = T_r + s_r - t_r$ .

Evidentemente  $T_{r+1}$  sarà positivo se  $T_r + s_r - t_r$  risulta maggiore di 0 altrimenti esso è nullo o negativo e quindi non vi è tempo di attesa. Se si ammette che i tempi  $t_r$  degli intervalli di arrivo, siano variabili casuali indipendenti con la stessa frequenza probabilistica e che i tempi necessari al servizio richiesto siano dello stesso tipo ma indipendenti da  $t_r$ , il problema è risolvibile matematicamente.

Si è accennato brevemente al modo in cui la R.O. può aiutare i tecnici dei trasporti, ma occorre tener presente che essa, per quanto valido e potente mezzo per una migliore conoscenza da parte dell'uomo, necessita, per la sua stessa complessità, di mezzi finanziari alquanto importanti.

Anche se questi non sono proibitivi, tuttavia impongono una certa riflessione prima di una qualsiasi applicazione: è inoltre indispensabile apprezzare se i servizi, che la R.O. è passibile di rendere, giustificano l'investimento previsto. In effetti i numerosi problemi che si presentano possono essere assai sovente risolti ispirandosi allo stimolo spirituale che

anima la R.O. senza comportare l'utilizzazione di mezzi complessi.

Nel caso che il loro impiego non possa essere evitato, bisogna ricordare che un pre-studio delle variazioni dei differenti fattori è assolutamente necessario e che, quali che siano le possibilità dei mezzi attuali, questi non dispensano mai l'uomo dall'utilizzare le sue capacità naturali.

Abbiamo lasciato intendere che, grazie alla R.O., un certo numero di problemi complessi può essere affrontato, non più, come abbiamo detto, secondo il metodo classico dello studio analitico, ma per mezzo dello studio dell'integralità dei dati che agiscono sul fenomeno: abbiamo così il solo mezzo che permetta di scegliere, col minimo costo, la soluzione più razionale, tenendo conto tuttavia non solo dei differenti fattori che intervengono, ma anche delle loro interazioni reciproche.

Un'applicazione pratica di R.O. che fornisce brillanti risultati e che permette di avere con una certa rapidità la sensazione effettiva del comportamento del fenomeno da misurare, è quella che si ottiene con le « rilevazioni istantanee » (Ratio Delais o Work Sampling). Tale sistema di misura del lavoro per sondaggio si basa sulla statistica matematica: un campione prelevato a caso in un universo tende ad avere le stesse caratteristiche dell'universo stesso purchè la legge del caso nella scelta del campione sia perfettamente rispettata.

La curva Gaussiana, o curva della distribuzione normale, caratterizza il genere della distribuzione di frequenze che è utilizzata nella misura del lavoro per sondaggio. Tale curva è significativa per ciò che concerne i rapporti che esistono tra le aree circoscritte della curva stessa ed alcune ordinate tracciate a diverse distanze da entrambi i lati della media ( $1\sigma = 69,27\%$  dell'area coperta —  $2\sigma = 95,45\%$  —  $3\sigma = 99,73\%$  dove  $\sigma$  è lo scarto tipo, il cui valore è espresso dall'ampiezza del segmento compreso tra il punto di flesso ed il valore medio let-

CARICO (attende - cerca - assesta - inforca)	Totale	Totale
INFORMAZIONI		
MATERIALE TRASPORTATO		
TRASPORTO DA ..... A .....		
METRI		
ATTESA (ascensore, ingombro strada, varie)		
SCARICO (informazioni a varie)		
TEMPI PERSI		
VELOCITÀ Km/h.		

to sulla scala delle ascisse) (4). Quindi se si lavora nella zona del 2σ vuol dire che si è nel limite di « confidenza » (rischio) del 95 % cioè si hanno 95 probabilità su cento che le osservazioni fatte a caso forniscano un risultato conforme alla realtà e quindi un rischio contrario del ± 5 %. Ne consegue che quando si fissa il grado di precisione desiderato si può determinare — a mezzo di opportune tabelle od abachi — il numero di osservazioni necessarie; tale numero influisce direttamente sulla durata e sul costo del rilevamento (5).

La formula che lega la relazione tra il grado di precisione ed il numero delle osservazioni con limiti di fiducia del 95 % è

$$Sp = 2 \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{N}}$$

da cui  $N = \frac{4(1-p)}{S^2 p}$

dove

S = errore standard percentuale espresso in decimali;

p = percentuale del tempo passivo che si vuol misurare espresso in decimali;

N = numero totale delle osservazioni.

Tale formula implica che la distribuzione binomiale rappresenti,

(4) Confrontare dello stesso Autore: *Il Controllo Statistico della qualità*, ed. Cratema, 1955.

(5) In pratica l'approssimazione del ±5 % è sufficiente ed economica salvo il caso in cui l'elemento che si vuol misurare non rappresenti se non una parte assai scarsa del ciclo di lavoro.

con un'approssimazione ragionevole, le condizioni reali del fenomeno in esame. L'equazione presenta 2 incognite p ed N e pertanto si può determinare il valore p a mezzo di un sondaggio prelimi-

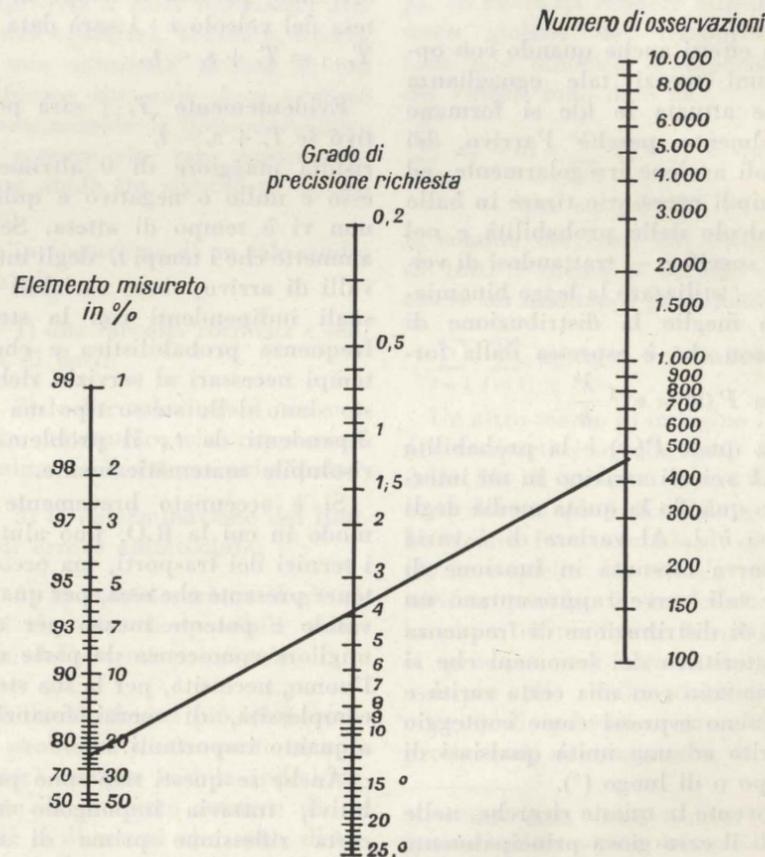


Fig. 1

nare di almeno una giornata durante la quale si rileva la percentuale di tempi passivi come rapporto fra quelli riscontrati passivi ed il totale delle osservazioni.

Ricavato quindi sperimenta-

mente tale valore di p, si può calcolare il numero di rilevamenti necessari e, programmato un piano di azione (6), procedere ad effettuare i rilevamenti e stabilire i limiti di controllo. Infatti l'attendibilità dei risultati non può essere controllata se i risultati ottenuti non sono statisticamente attendibili, se cioè detti non risultino interni ai limiti di controllo inferiore e superiore individuati

(6) Precisamente:

- 1) determinare il numero degli osservatori
- 2) determinare il numero di giorni necessari ai rilevamenti
- 3) determinare esattamente come devono essere fatte le osservazioni
- 4) determinare il formulario da riempire con i risultati.

Nella tab. B è riprodotto uno schema di analisi che consente di conoscere, per ciascun viaggio:

- 1) la natura ed il peso del materiale trasportato

- 2) i tempi impiegati per il carico e lo scarico
- 3) la lunghezza del percorso ed il tempo necessario a compierlo
- 4) i tempi passivi (ritardi per ingombri stradali, attese per carico e scarico, richieste di informazioni ecc.).

sulle opportune carte di controllo a mezzo dell'espressione

$$p = p \pm 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

dove n = numero di rilevamenti

i risultati dello studio effettuato per la determinazione del grado di impiego di un parco di 24 veicoli che effettuavano il trasporto dei materiali in un grande complesso industriale.

Tab. C

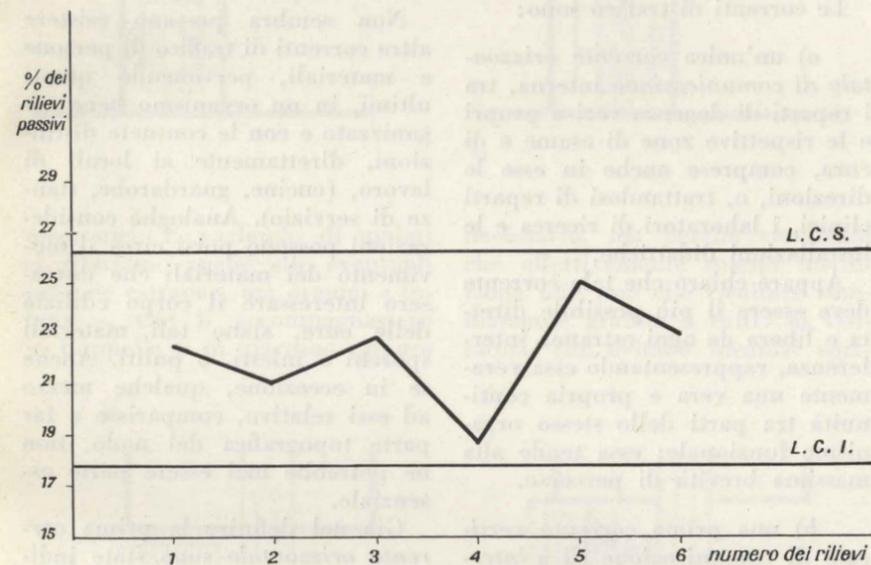
Data dei rilievi	Numero totale dei rilievi	Numero di osservazioni di tempo passivo	% di inattività giornaliero
27-10-1960	240	54	22,5
30-10-1960	48	10	21,08
3-11-1960	48	11	22,9
5-11-1960	48	9	18,7
6-11-1960	48	12	25
7-11-1960	48	11	22,9
	480	107	

La formula che determina i limiti di controllo è la seguente

$$L.C. = p \pm 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Numero totale dei rilievi N=280 — numero giornaliero delle osservazioni n. 80 (media) — percentuale di rilievi passivi  $p = \frac{107}{480} = 0,22$ .

Limiti di controllo di p — L.C.S. — 0,262 — L.C.I. — 1,178.



per giorno — p = percentuale media di rilevamenti del tempo passivo.

La carta di controllo permette al rilevatore una puntualizzazione dei risultati giornalieri o progressivi dell'esame in corso. Un rilievo che esca dai limiti di controllo indica verosimilmente la presenza di un fenomeno anormale durante il rilievo. Infatti poiché di solito si impiega per tali carte il limite di 3σ per fissare tali limiti di controllo, la probabilità che un rilievo caschi al di fuori dei limiti è così piccola (2,7 ‰) che senz'altro si può ritenere tale evento dovuto ad una causa ben definita, causa che occorre individuare ed eliminare per riportare l'indagine in controllo.

A titolo di esempio si riportano

Premesso che si è ritenuto opportuno limitare l'indagine all'approssimazione del ± 5 % sia per la necessità di conoscere al più presto i risultati sia per non avere un costo troppo elevato dello studio, si è proceduto ad effettuare una prima indagine preliminare per conoscere, in prima approssimazione, il valore di p.

Nel primo giorno sono stati percorsi dai rilevatori 10 tracciati tipo e sono state effettuate 240 osservazioni (10 × 24 = 240). Da questa pre-indagine è risultato che i mezzi erano disponibili il (54/240 × 100 =) 22,5 % del tempo ed impegnati per il 77,5 %.

Allo scopo di determinare quindi il numero N dei rilevamenti da effettuare, si è preferito l'uso del nomogramma riportato in fig. 1

dal quale si è dedotto, per intersezione della retta che congiungeva il valore 77,5 sulla prima scala, con il valore 3,9 (5 % del 77,5 %) della seconda, il numero 480 indicativo dei rilevamenti necessari.

Avendo quindi già effettuato 240 rilievi, restavano da farne 240 pari a 10 giri facendo un rilievo per giro per ogni mezzo e si definì di effettuarli in 5 giorni in modo da impiegare un solo rilevatore che facesse due giri al giorno.

I risultati sono stati riportati nella tab. C ed hanno confermato un grado di impegno dei veicoli del 78 % il che dimostrerebbe come non molto lavoro si possa ancora ottenere da tali mezzi. Però dai dati rilevati coll'impiego della tab. B si possono anche ricavare degli indici e precisamente un indice di portata

$$I_q = \frac{q}{Q}$$

dove

Q = portata del mezzo

q = peso trasportato; un indice di velocità  $I_v = \frac{v}{V}$

dove

v = velocità media rilevata

V = velocità media teoricamente possibile in relazione alle prestazioni del mezzo ed alle caratteristiche del percorso; ed un indice

di carico  $I_c = \frac{q}{T}$

dove

T = tempo totale di rilievo per ogni viaggio

I valori ricavati per tali indici furono rispettivamente

$$I_q = 0,27; \quad I_v = 0,92; \quad I_c = 3890 \text{ Kg/h}$$

il che servì a dimostrare come, volendo potenziare il servizio, senza l'acquisto di nuovi mezzi, bastava aumentare i carichi per viaggio, in quanto l'indice di portata era bassissimo e controllare che tale aumento dei carichi non andasse a detrimento della velocità dei mezzi che allo stato dei rilievi era ottima.

Alberto Russo-Frattasi

# Nodi di traffico negli ospedali

GIULIO BRUNETTA dopo aver definito il principale « nodo di traffico » in un organismo ospedaliero, analizza, sul piano teorico-funzionale, le varie correnti di traffico che in esso si svolgono, individuandone la ubicazione e le caratteristiche, ed esemplificando varie organizzazioni schematiche tipicamente differenziate.

I criteri distributivi che regolano la moderna edilizia ospedaliera sono stati da molto tempo oramai chiariti e puntualizzati.

Tali criteri tendono ad una esplicita differenziazione planimetrica delle varie funzioni fondamentali che compongono l'organismo ospedaliero, così da distinguere il corpo delle degenze da quello delle cure, la piastra dei servizi assistenziali dal blocco dei servizi tecnologici, ecc.; e, tanto più tale distinzione sarà chiara, organica e funzionale, tanto più la trasposizione edilizia si potrà dire felicemente risolta.

L'esclusività dell'orientamento indisturbato verso sud del corpo delle degenze, almeno in Europa, ha come conseguenza la disposizione a nord di esso di tutti gli altri corpi di fabbrica, al primo collegati da apposite « cerniere », sia nella soluzione più semplice a T, sia in altre equivalenti, anche se più o meno composita.

Argomento di questo studio è appunto la disposizione e l'organizzazione di tali cerniere o « nodi di comunicazione », ed in modo particolare del principale di essi, quello che è destinato a collegare il corpo delle degenze al corpo delle cure.

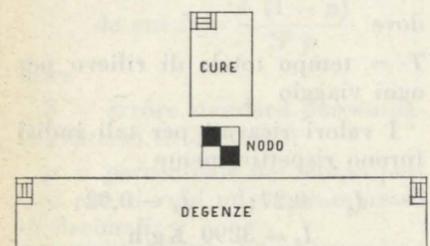


Fig. 1

Con l'attuale criterio di sovrapposizione dei reparti e con l'organizzazione di questi per sezioni e divisioni, sembra ovvio che questo « nodo » sia più importante degli altri che sono nell'intero organismo, sia esso unico come nel « monoblocco », o molteplice come nei poliblocchi.

Anche se intuitivo il termine « collegamento » non rappresenta completamente tutti i vari motivi di traffico che in tale nodo hanno sede e che quindi tendono a configurarlo: sarà opportuno pertanto, prima di esporre le varie soluzioni, analizzarne le premesse distributive elencandone i molteplici « servizi di comunicazione » che devono avervi sede e le loro caratteristiche.

Le correnti di traffico sono:

a) un'unica corrente orizzontale di comunicazione interna, tra i reparti di degenza veri e propri e le rispettive zone di esame e di cura, comprese anche in esse le direzioni, o, trattandosi di reparti clinici, i laboratori di ricerca e le installazioni didattiche.

Appare chiaro che tale corrente deve essere il più possibile diretta e libera da ogni estranea interferenza, rappresentando essa veramente una vera e propria continuità tra parti dello stesso organismo funzionale; essa tende alla massima brevità di percorso.

b) una prima corrente verticale di comunicazione di « interni », destinata a collegare i piani sovrapposti dello stesso edificio, sia che contengano divisioni dello stesso reparto o reparti diversi: corrente costituita da medici e da personale interno, che raggiungono i rispettivi posti di lavoro o si recano temporaneamente, per esami o consultazioni, ad altro piano dello stesso reparto, o ad altro reparto; o, anche, da malati che devono compiere gli stessi spostamenti per raggiungere i propri reparti o altri reparti per esami specializzati.

c) una seconda corrente verticale di comunicazione di « interni », composta da medici, personale e malati che devono raggiungere, per esami, prelievi e cure, quei servizi che, essendo destinati anche ai malati esterni, sono generalmente al piano o ai piani inferiori: radiologie, terapie, laboratori centrali di esame, servizi religiosi, ecc.

d) una corrente verticale di comunicazione di « esterni », costituita dai visitatori, siano essi diretti in massima parte alle corsie di degenza, ma anche alle direzioni, corrente questa ultima certo meno importante, ma esistente in Italia, e da non trascurare.

Non sembra possano esistere altre correnti di traffico di persone e materiali, pervenendo questi ultimi, in un organismo bene organizzato e con le consuete distinzioni, direttamente ai locali di lavoro, (cucine, guardarobe, stanze di servizio). Analoghe considerazioni possono porsi circa il movimento dei materiali che dovessero interessare il corpo edilizio delle cure, siano tali materiali sporchi o infetti, o puliti. Anche se in eccezione, qualche mezzo ad essi relativo, comparisse a far parte topografica del nodo, non ne potrebbe mai essere parte essenziale.

Già nel definire la prima corrente orizzontale sono state indicate le sue principali caratteristiche, che si riassumono nella

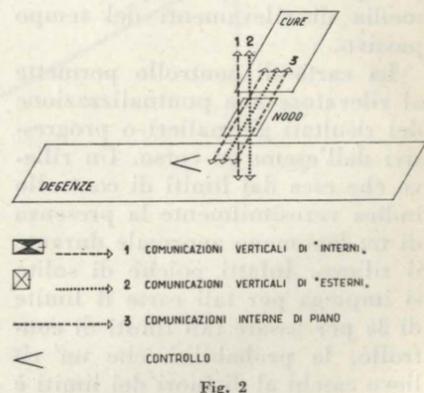


Fig. 2

esclusività e nella brevità; sarà perciò necessario subito trattare delle caratteristiche delle correnti di traffico verticale.

Appare ovvio che nessun motivo funzionale, disciplinare, economi-

co osta a che le due prime correnti verticali di traffico, costituite entrambe da « interni » (medici, malati, personale), si servano degli stessi mezzi, naturali o

quella dei « visitatori » ovvero « esterni ».

E non sarà tanto per un concetto di rigorismo disciplinare, che ci auguriamo possa essere non

La distinzione delle percorrenze è necessaria e sarà perciò la base delle considerazioni che seguono.

In sostanza gli elementi fondamentali di traffico nel nodo si ri-

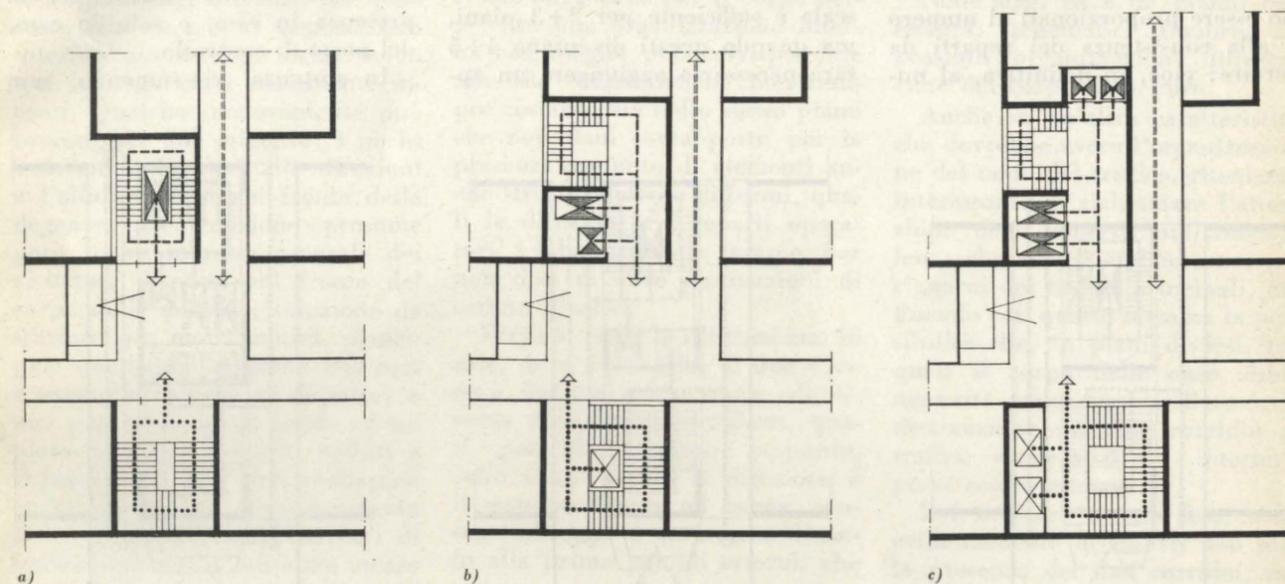


Fig. 3

meccanici. E parlando di malati ci riferiamo anche alle eventuali persone estranee, ma oramai « interne », che li accompagnassero in Cappella o in giardino oppure

necessario, ma perchè riteniamo che effettivamente questa distinzione non può che risultare sommatamente gradita a tutti: ai visitatori, che evitano incontri spia-

ducono a tre: uno orizzontale di « interni » e due verticali, per « esterni » ed « interni ».

Non avremmo però esaurito la impostazione distributiva funzio-

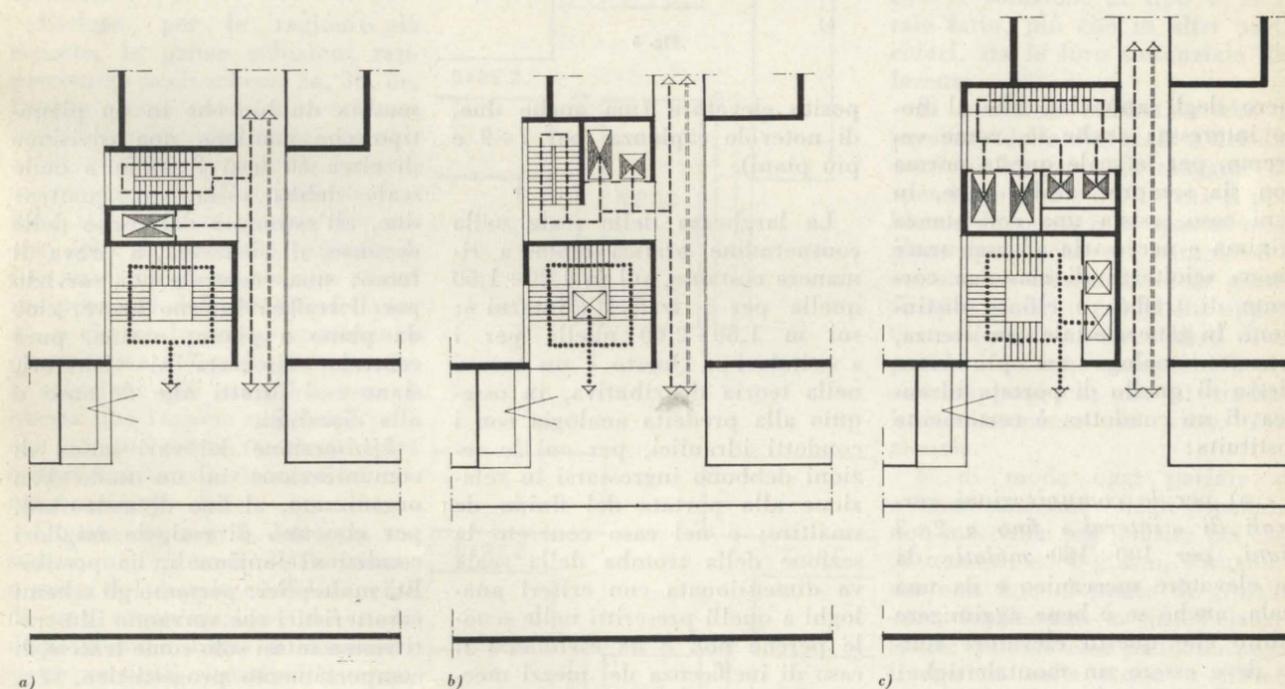


Fig. 4

a qualche cura. Non saranno queste a mutarne il carattere; anche se una decisa distinzione va fatta per la terza corrente verticale,

cevoli, ai malati che non gradiscono la curiosità di estranei; al personale che non deve essere distratto dal suo lavoro.

nale del problema, se non facesimo intervenire un quarto elemento, che non è di traffico, ma conseguente a questo: il controllo.

E tale deve svolgersi da luogo anche topograficamente adatto.

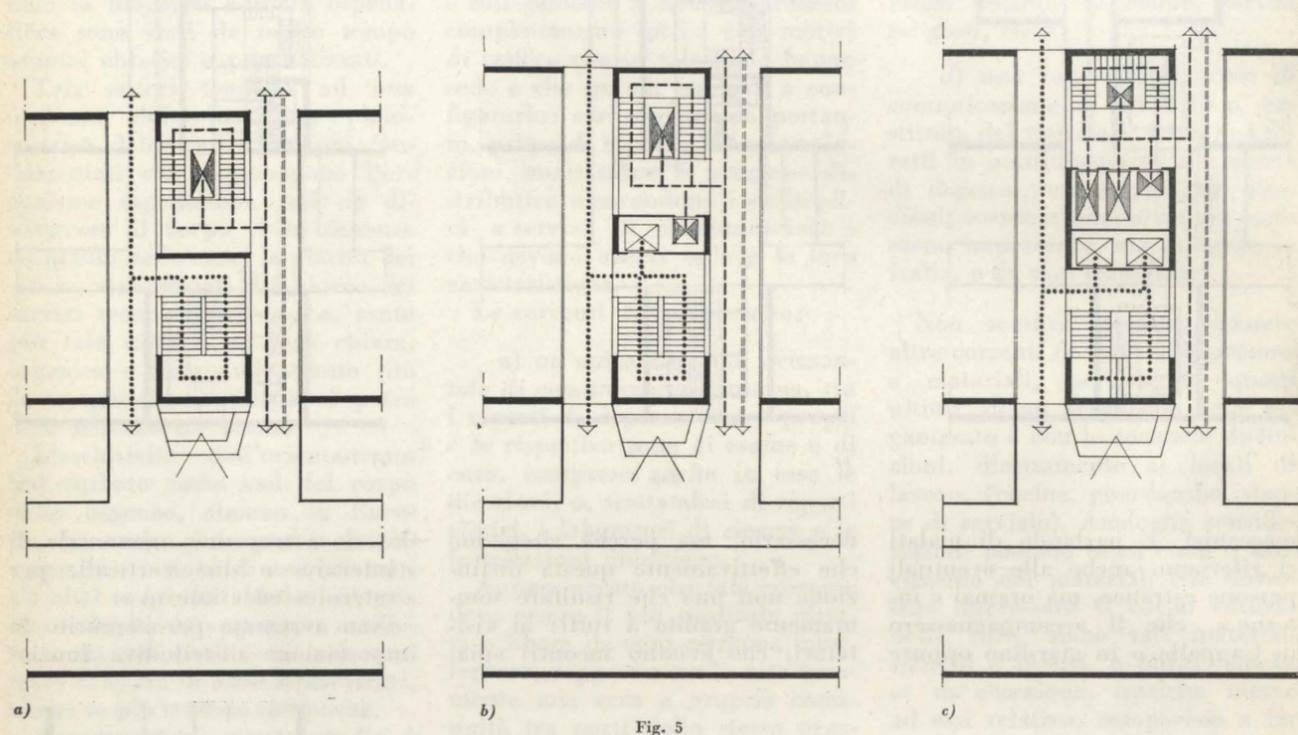
Relativamente alla consistenza quantitativa dei mezzi atti al traffico verticale, sia naturali che meccanici, è evidente che dovranno essere proporzionati al numero e alla consistenza dei reparti da servire: cioè, in definitiva, al nu-

600 malati, saranno necessari due montalettighe e due ascensori per persone.

b) per le comunicazioni verticali di « esterni »: una semplice scala è sufficiente per 2÷3 piani, ma quando questi diventano 4÷5 sarà necessario aggiungere un ap-

Altre scale, sia di sicurezza che di servizio, che fossero in altri luoghi, sia nel corpo delle degenze che in quello delle cure, non incidono sulla consistenza del nodo centrale, anche per la presenza in esso, e solo in esso, del posto di controllo.

In sostanza, riassumendo, non



mero degli ammalati che il nodo interessa: anche se, come vedremo, per le scale questa norma non sia sempre valida, e se, in ogni caso, esista una consistenza minima e necessaria ad assicurare buona scioltezza di ciascuna corrente di traffico e chiare distinzioni. In generale tale consistenza, concetto analogo ma più complesso di quello di portata idraulica di un condotto, è certamente costituita:

a) per le comunicazioni verticali di « interni » fino a 2÷3 piani, per 100÷180 malati: da un elevatore meccanico e da una scala, anche se è bene aggiungere subito che questo elevatore unico deve essere un montalettighe; da 4÷5 piani e per 250÷300 ammalati, sarà necessario anche un ascensore per il personale; nei complessi maggiori (oggi non rari anche se in deroga al Regolamento), di 8÷9 piani e per 500÷

posito elevatore (ma anche due, di notevole capienza, per 7÷9 e più piani).

La larghezza delle scale nella consuetudine pratica tende a rimanere costante, sui m 1,20÷1,50 quella per i traffici « interni »; sui m 1,80÷2,00 quella per i « visitatori ». Questo è un errore nella teoria distributiva, in ossequio alla predetta analogia con i condotti idraulici, per cui le sezioni debbono ingrossarsi in relazione alla portata del fluido da smaltire; e nel caso concreto la sezione della tromba della scala va dimensionata con criteri analoghi a quelli prescritti nelle scuole perché non è da escludersi il caso di inefficienza dei mezzi meccanici e di sinistro. D'altra parte tale dimensionamento occorre per adeguarsi a talune norme regolamentari comunali in tema di scale e di prevenzione antinfortunistica.

sembra dubbio che in un piano-tipo che contiene una divisione di circa 60 letti il numero delle scale debba essere di quattro: due, all'estremità del corpo delle degenze, di sicurezza, a prova di fumo; una, centrale, di servizio per il traffico interno breve, cioè da piano a piano; e una, pure centrale, riservata ai visitatori, siano essi diretti alle degenze o alle direzioni.

L'inserzione dei vari mezzi di comunicazione in un nodo ben organizzato, al fine di assicurare, per ciascuno di essi, le migliori condizioni funzionali, ha possibilità molteplici: pertanto gli schemi caratteristici che verranno illustrati vanno intesi solo come traccie di comportamento progettuale, senza pretesa di costituire soluzioni perfette.

Una disposizione non per certi aspetti illogica, ma generalmente causa di inconvenienti, è schematizzata nelle fig. 3a, 3b e 3c, per

capienze rispettivamente minime, medie e massime.

In queste soluzioni il traffico dei visitatori è inserito nel fronte sud delle degenze, ed è certamente nella posizione migliore per l'accesso alle camere di degenza non interferendo esso in alcun modo con tutti gli altri movimenti interni. Qualche inconveniente può sorgere per due esigenze: i pochi « esterni » dirottati alle direzioni e l'allungamento del fronte delle degenze. La soluzione presuppone però: o un ingresso generale dei visitatori disposto sul fronte del corpo delle degenze, soluzione da scartare per molti motivi, principale quello del disturbo che essa arreca alle camere di degenza; o una penetrazione da nord, ad un piano inferiore a quelli adibiti a degenze, che non può realizzarsi senza un grave attraversamento di altre fondamentali correnti di traffico interno, o con altro mezzo di ripiego.

Altra soluzione, sempre per capienze minime medie e massime, è schematizzata nelle figure 4a, 4b e 4c.

Infine viene schematizzata nelle figg. 5a, 5b, 5c, altra significativa soluzione.

Escluse, per le ragioni già esposte, le prime soluzioni rappresentate negli schemi 3a, 3b, 3c, (anche riconoscendo che esistono ospedali, per altri versi egregi, così concepiti) il maggiore interesse è offerto dagli schemi successivi. È qui da osservare, per inciso, che le necessità organizzative su di un piano sono in effetti indipendenti dal numero dei piani, e che se la minor consistenza quantitativa del nodo porta anche a soluzioni più semplici, non è questa una ragione sufficiente perché possano essere trascurati quei criteri funzionali riconosciuti come necessari.

Quanto sopra si è detto, in sostanza, nei riguardi dell'esistenza o meno del doppio corridoio, cioè di una organizzazione del nodo disposta con i mezzi di comunicazione verticali situati all'interno, rispetto alle due correnti di traffico che si vuole distinguere, poiché è certamente questa, senza alcun dubbio, la soluzione più razionale dei vari problemi di traffico che abbiamo esposto, in quanto con-

sente di essi una organizzazione che appare positiva anche da altri punti di vista che adesso esporremo.

La presenza di un doppio corridoio suggerisce per il corpo delle cure una organizzazione interna che meglio può corrispondere alle sue caratteristiche non sempre costanti, sia nello stesso piano che nei piani sovrapposti, per la presenza appunto di elementi anche strutturalmente difformi, quali le direzioni e i reparti operatori, i laboratori e le terapie, per non dire di altre destinazioni di ordine diverso.

Facilita cioè la distinzione in esso, dove necessario, di due « zone » distinte ma unitarie, di diversa giustificata estensione, quali potrebbero essere appunto, sullo stesso piano, la direzione e il reparto di cura od esame, consentendo inoltre un accesso distinto alla prima per gli esterni, che

non è vantaggio da trascurare, anche se, evidentemente, questa corrente di traffico, che è però qualificata, è sottratta al « controllo » centrale di reparto.

Nelle figg. 6a e 6b diamo due esempi, schematici sempre, di possibili organizzazioni differenziate del corpo delle cure.

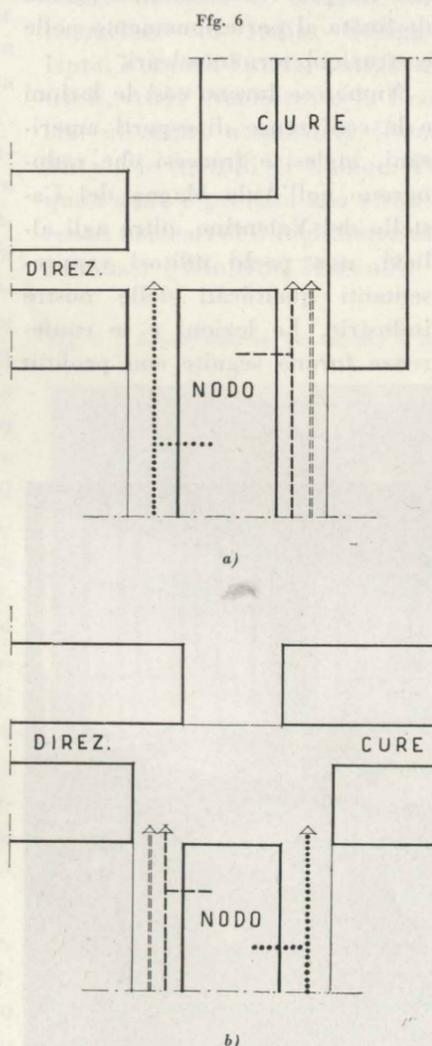
Anche su un'altra caratteristica che dovrebbe avere l'organizzazione del nodo del traffico, riteniamo interessante di richiamare l'attenzione degli esperti: sull'ambivalenza che essa dovrebbe avere nei riguardi dei traffici principali, definendo con questo termine la possibilità che, in piani diversi, nei quali il corpo delle cure abbia necessità organizzative diverse, la destinazione dei due corridoi al traffico « esterno » o « interno » possa essere alternata.

Per arrivare a tale fine, sono evidentemente necessari, non solo la presenza dei due corridoi, ma anche una organizzazione per così dire bifronte del nodo interno, tale da consentire gli stessi accessi indifferentemente dalle due parti: ma, mentre questo è possibile, come si è visto, con le soluzioni di tipo 5, non lo è completamente con le soluzioni di tipo 4; e in tale fatto, più che in altri particolari, sta la loro sostanziale differenza.

Si potrebbe obiettare che la presenza delle due scale e dei due corridoi è motivo di maggior dispendio, come è ovvio: ma il problema da porsi è se questa maggiore spesa, che nel complesso è certamente trascurabile, sia giustificata o no dai vantaggi che apporta: noi pensiamo senz'altro di sì, per la chiarezza compositiva che essa rappresenta, che si traduce immediatamente sul piano funzionale.

È di moda oggi parlare di « umanizzazione » degli ospedali: non macchine per guarire ma case di uomini, ed è giusto, s'intende, ma non fino al punto di giustificare inefficienze o insufficienze, specie quando esse incidono negativamente sulla stessa « efficienza », sia psicologica che professionale, di uomini che in un ospedale oltre ad ogni altra cosa hanno anche bisogno di muoversi a loro agio.

Giulio Brunetta



# Il primo quinquennio di attività del corso di perfezionamento in Ingegneria Nucleare "Giovanni Agnelli" (1955-1960)

CESARE CODEGONE illustra brevemente l'attività didattica svolta dal Corso nel quinquennio 1955-1960; si fa cenno ai lavori di ricerca scientifica relativi alla trasmissione del calore nei reattori, svolti nell'ambito del Corso stesso.

Nel Settembre del 1955 si era da poco chiusa la I<sup>a</sup> Conferenza di Ginevra sull'energia nucleare; essa era servita a divulgare la conoscenza delle possibilità di produrre energia con il combustibile nucleare a costi non lontani da quelli economici, costi che gli esperti, peraltro con soverchio ottimismo, prevedevano dovessero rapidamente ridursi fino a mettersi alla pari con quelli relativi ai combustibili convenzionali.

Nel nostro Politecnico fino a quell'anno non era stato istituito alcun corso riguardante l'energia nucleare.

Fu merito del Prof. Gustavo Colonnetti e del Prof. Vittorio Valletta accorgersi di questa lacuna e adoprarsi affinché essa venisse colmata: fu così che in breve tempo fu stipulato fra il Politecnico di Torino e la Soc. p. Az.

FIAT una convenzione novennale che assicurava il funzionamento di un Corso di Perfezionamento in Ingegneria Nucleare, Corso che fu intitolato al nome del Senatore Giovanni Agnelli.

Per il primo anno furono chiamati ad insegnare, oltre ad alcuni nostri docenti, vari tecnici stranieri in modo da assicurare al Corso una buona efficienza e conferirgli subito la caratteristica, poi sempre conservata, di scuola destinata al perfezionamento nelle costruzioni termonucleari.

Numerose furono così le lezioni e le conferenze di esperti americani, inglesi e francesi che radunarono nell'Aula Magna del Castello del Valentino, oltre agli allievi, non pochi uditori rappresentanti qualificati delle nostre industrie. Le lezioni e le conferenze furono seguite con profitto

grazie anche ai servizi di traduzione immediata appositamente organizzata ed al largo impiego di proiezioni e di grafici, taluni dei quali riguardanti particolari costruttivi non ancora resi allora di pubblico dominio.

Frattanto il Ministero della Pubblica Istruzione riconosceva la validità giuridica del Corso, e di esso assumeva la direzione che scrive. Il corso, in conformità del decreto di approvazione, veniva articolato su cinque discipline fondamentali:

1. Fisica Nucleare
2. Chimica degli Impianti Nucleari
3. Reattori Nucleari
4. Impianti Nucleari (con disegno)
5. Tecnologie Nucleari

oltre che su lezioni complementari di fisica atomica, protezione dalle radiazioni, economia degli impianti e argomenti collaterali.

Il corso doveva terminare con lo svolgimento di una tesi discussa dinanzi ad apposita commissione.

È opportuno far rilevare che quattro su cinque delle suddette discipline mirano direttamente all'aspetto costruttivo degli impianti e pertanto a formare tecnici e ricercatori nel campo dell'Ingegneria Nucleare.

Il primo anno accademico (1955-56) terminò con un esame finale che fu superato da 16 allievi su 18 iscritti.

Nel 1956-57 fu possibile accrescere il numero delle lezioni e dei Docenti italiani, in particolare per ciò che riguarda i Reattori Nu-

cleari e gli Impianti Nucleari; furono pure introdotte esercitazioni di calcolo e di progetto, corredate dal disegno di reattori nucleari di potenza. Esercitazioni sperimentali di fisica atomica e nucleare furono pure svolte sia presso l'Istituto di Fisica Sperimentale del Politecnico, sia presso quello dell'Università.

L'esame finale fu superato da n. 18 allievi.

Gli iscritti furono 21.

Nel 1957-58 il corso fu coordinato col corso di perfezionamento in Fisica Nucleare Applicata dell'Università e fu svolto in comune un bimestre di studi propedeutici.

L'esame finale fu superato da 6 allievi su 14 iscritti.

Nell'aprile del 1958 il corso fu trasferito dal Castello del Valentino alla nuova e più ampia Sede di Corso Duca degli Abruzzi, dove fu ospitato dall'Istituto di Fisica Tecnica (v. fig. 1).

La possibilità di disporre di spazio sufficiente permise di iniziare un'attività di ricerca sperimentale che non era stata fino allora consentita dalla scarsità dei locali.

In particolare venne iniziata (figg. 2 e 3), a cura del Prof. Carlo Arneodo, la complessa costruzione di un grande circuito ad acqua in pressione (fino a 225 atmosfere, e cioè fino alla pressione critica del vapor d'acqua) e ad alta temperatura (fino a 374°C), circuito ora ultimato, in cui mediante il riscaldamento elettrico delle pareti viene simulata la trasmissione del calore che ha luogo nei condotti dei reattori nucleari ad acqua in sovrappressione.

La corrente continua viene fornita da un gruppo motore-dinamo della potenza di 150 kW, erogante corrente fino a 3.000 A.

La prima serie di esperienze, intese a determinare il flusso termico di burn-out (cioè il flusso limite di bruciatura dei tubi), ese-

guito con fluido bifase (acqua-vapore) in circolazione naturale, ha fornito risultati, già pubblicati, di notevole interesse tecnico.

In questo periodo fu anche acquistato un simulatore elettronico (fig. 3) destinato ad esperienze dimostrative sul funzionamento in regime variabile dei Reattori nucleari.

Nel 1959-60 essendo ormai completato il reattore Avogadro a piscina della SORIN a Saluggia fu possibile, grazie ad accordi con questa Società, fare eseguire agli allievi una serie sistematica di esercitazioni sperimentali sul reattore stesso.

Pensiamo siano degne di menzione anche le numerose visite che gli allievi del Corso hanno compiuto, guidati dai loro docenti, a vari centri nucleari e centrali elettronucleari in Italia: Saluggia, Ispra, Frascati, Latina, Garigliano, CISE, AGIP Nucleare; e in Francia: al centro atomico di Grenoble e alle centrali di Chinon. Per quest'anno è prevista una visita ai centri nucleari dell'Inghilterra meridionale (Winfrith, Harwell).

Non vogliamo infine tacere che le varie pubblicazioni scientifiche dei Docenti del Corso, uscite in questi anni e riguardanti argomenti attinenti alle discipline insegnate nel Corso stesso, ammontano a più di un centinaio.

Come è noto, a partire dal 1955 le prospettive economiche degli impianti termonucleari di potenza hanno subito delle oscillazioni notevoli. Ciò ha influito sulle speranze concepite in campo industriale e altresì, per riflesso, sul numero degli iscritti al corso, che è andato riducendosi alquanto fino a stabilizzarsi sulle 8-10 unità. In questa diminuzione ha anche avuto peso notevole la forte richiesta di ingegneri neolaureati da parte dell'industria, per cui pochi si sono risolti a proseguire per un altro anno lo studio, ed uno studio arduo richiedente il superamento di difficili esami, potendo ottenere subito impieghi a favorevoli condizioni.

Questa diminuzione, accompagnata fortunatamente in vari casi da miglioramenti qualitativi, ha permesso di dare al corso una più

Fig. 1 - Sala di lezione e disegno per i corsi nucleari.

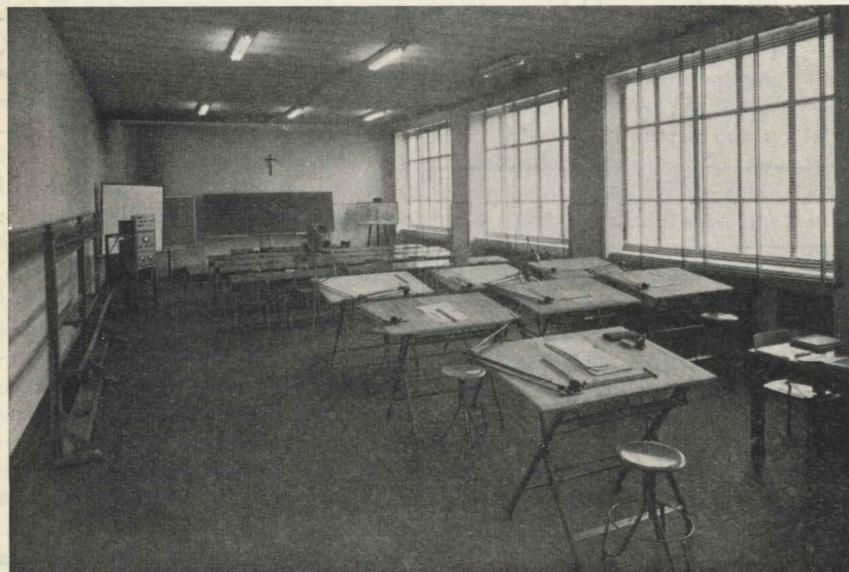
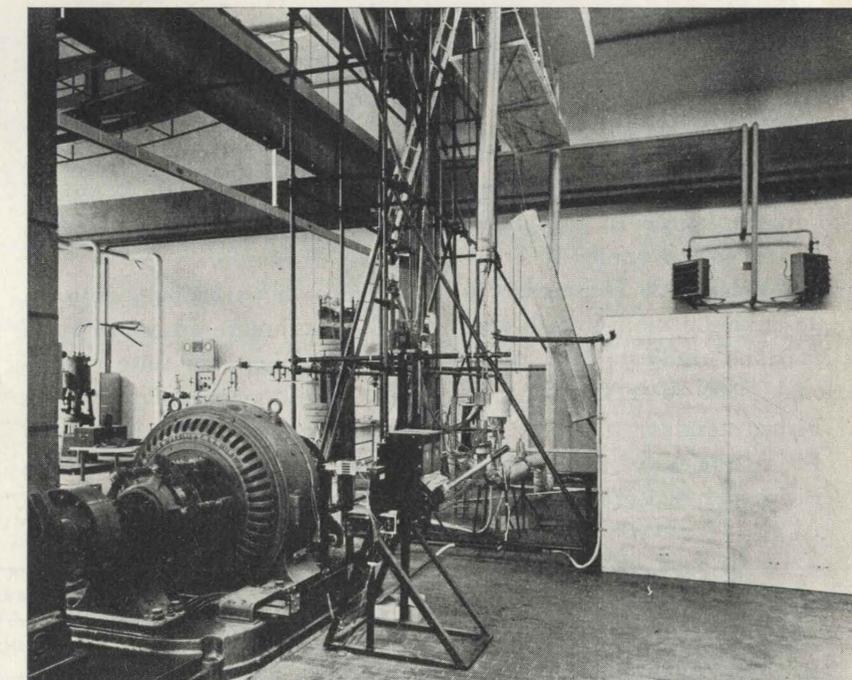


Fig. 2 - Apparecchiatura del circuito a 225 atmosfere per prove di trasmissione del calore.



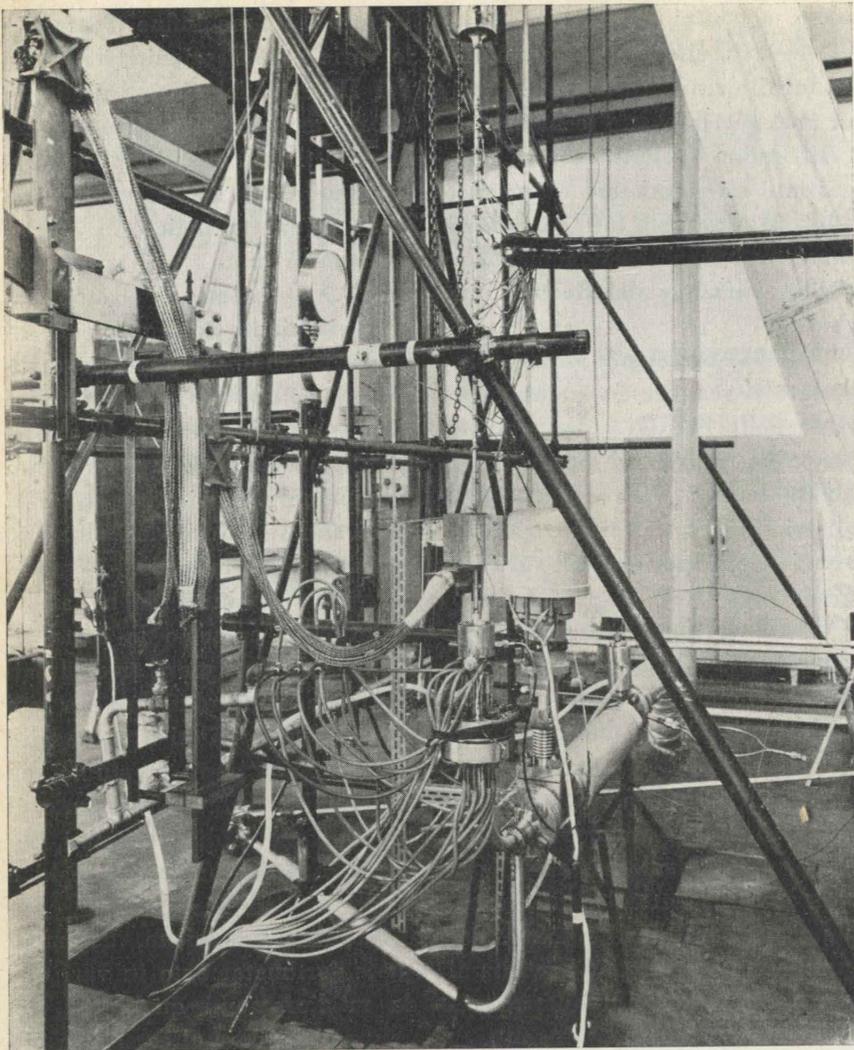


Fig. 3 - Circuito a 225 atmosfere per le ricerche di trasmissione del calore sui reattori nucleari

parazione e di educazione alla ricerca scientifico-tecnica nel campo delle costruzioni nucleari.

Gli iniziati esperimenti di trasmissione termica fra parete ed acqua sotto alte pressioni e temperature sono un notevole passo in questa direzione e già si ve-

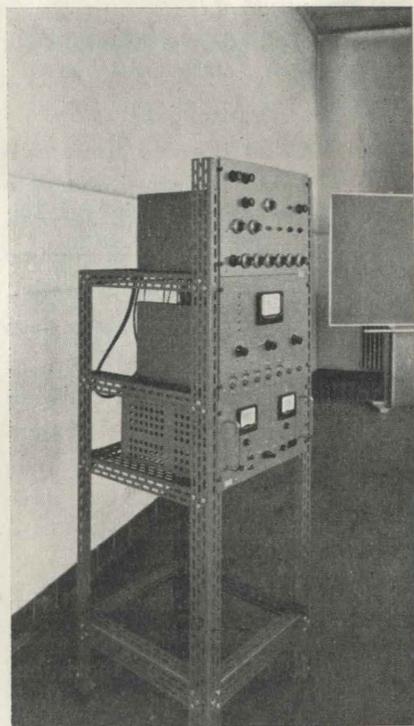


Fig. 4 - Simulatore elettronico di un reattore nucleare.

spiccata fisionomia di Centro di Ricerca Scientifica, consentendo di perfezionare la preparazione di ricercatori e docenti.

È pure noto che nel 1960 un provvedimento legislativo ha istituito nuove lauree in ingegneria ed in particolare quella in Ingegneria Nucleare da conseguire in cinque anni. Le discipline di specializzazione indicate su piano nazionale sono le seguenti:

- Fisica atomica
- Fisica nucleare
- Fisica del reattore

#### Elettronica nucleare Impianti nucleari

e soddisfano solo in parte le esigenze di formazione degli ingegneri nucleari. D'altra parte non è possibile, e la legge ne fa espresso divieto, sovraccaricare gli anni normali di studio.

Il corso di perfezionamento oltre che continuare ad essere aperto ai provenienti da tutte le specializzazioni, potrà completare la formazione degli stessi futuri neo laureati nucleari ed altresì accentuare il carattere di centro di pre-

dono gli effetti benefici di tale indirizzo nella preparazione degli allievi che hanno frequentato nell'anno accademico testè trascorso.

Pare opportuno continuare su questa strada dotando il corso, come si spera di fare prossimamente, oltre che di un acceleratore di particelle, anche di un piccolo reattore, in modo da rendere sempre più famigliari ai giovani i dispositivi che essi poi incontreranno nell'industria sia pure in scala molto maggiore.

Cesare Codegone

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO