ATTI DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

Attività sociali nella seconda metà del 1954

- 28 aprile Conferenza (di concerto con A.T.I. e A.T.A.) « Pratiques actuelles de la turbine à gas » di C. Jeippel.
- 8 maggio Visita alla centrale della S.I.P. a Chivasso (invitati anche i Soci Ordine Ingegneri e A.E.I.
- 20 maggio Conferenza di concerto con A.T.I. e A.E.I. « Aspetti termotecnici dei reattori nucleari ». Dott Ing. Gianfranco Franco.
- 25 maggio Conferenza « La Comunità Europea del carbone e dell'acciaio » dell'Ing. Augusto Pasquali.
- 21 giugno Conferenza. « Riflessi della tecnica moderna sul progresso degli strumenti topografici » dell'Ing. Raffaello Bruscaglioni della Salmoiraghi.
- 1 luglio Conferenza di concerto con A.E.I. « Ricordi di Francia - Dighe di Chambon, Sautet Génissiat 1930-1937 » di Tito Ognibeni.
- 12 settembre Visita alla diga di Pian Telessio dell'A.E.M. di Torino (di concerto con l'A.E.I.).

- 29 settembre Conferenza (di concerto con A.E.I.). « La centrale di Tavazzano » dell'Ing. Girolamo Calabria, Direttore della S.T.E.I., con proiezione di documentario.
- 23 ottobre Visita (di concerto con A.E.I.) allo Stabilimento di Cornigliano-Campi della Società Stabilimenti Elettromeccanici Riuniti Ansaldo -San Giorgio.
- 11 dicembre Visita (di concerto con A.E.I.) alle stazioni Torino-Sangone e Torino-Centro della S.I.P.
- 14 dicembre Manifestazione solenne della Società sotto il patronato della Città di Torino nel teatro Alfieri, gentilmente concesso.
 - Conferenza del Presidente, Prof. Ing. Giuseppe Maria Pugno, sul tema: « Nascita della più democratica delle cattedrali (Santa Maria del Fiore) ».
- Dal 12 al 27 giugno Mostra di Architettura Piemontese nei locali di via Roma della « Gazzetta del Popolo ».

collaboratori, gli Ingegneri Giannoni, Scilieri, Ghimelli, Calcagno, Pozzi, che furono di guida ai visitatori fornendo dettagliate informazioni sull'attività dell'Ansaldo - San Giorgio, ed in particolare dello Stabilimento di Campi, in cui viene effettuata la costruzione del grosso macchinario elettrico.

La visita ebbe inizio verso le 11 e, percorrendo i vari reparti dello Stabilimento, i Consoci ebbero modo di constatarne ed ammirarne l'elevata potenzialità produttiva e la moderna attrezzatura.

Fece seguito alla visita una colazione cortesemente offerta dall'Ansaldo-S. Giorgio in un ristorante di Sampierdarena.

Il Direttore Commerciale della Società, Ing. Ettore di Roberto, rivolse a tutti i convenuti cordiali parole di benvenuto cui rispose il Prof. Antonio Carrer, Presidente della Sezione di Torino dell'AEI.

Il ritorno avvenne per la via di Savona, percorrendo quindi l'arco di riviera compreso fra Genova e Savona lungo il quale sono in corso i lavori per la costruzione di un nuovo tronco autostradale.

Visita al cantiere per la diga di Pian Telessio dell'A.E.M. di Torino

Domenica 12 settembre u. s. si è effettuata una visita al cantiere dell'A.E.M. di Torino per la costruzione della nuova diga di Pian Telessio in Valle Orco.

I partecipanti, circa un centinaio, appartenevano al nostro Sodalizio e all'Associazione Elettrotecnica, oltre a un gruppo di assistenti del Politecnico di Torino.

Da Rosone al cantiere si risalì la nuova strada carrozzabile costruita dall'A.E.M. per allacciare il cantiere stesso alla esistente provinciale: strada di notevole interesse in quanto, con una percorrenza di circa 12 km, supera un dislivello di 1.200 m. in terreno impervio e roccioso.

Al cantiere attendevano i visitatori il Direttore Generale dell'A.E.M. Ing. M. Brunetti, il V. Presidente della Commissione Amministrativa Ing. L. Richieri, il Commissario Prof. Ferroglio, il Direttore dei lavori per la diga Ing. Rebaudi, altri Dirigenti dell'A.E.M., nonchè Titolare e Dirigenti dell'Impresa Girola, appaltatrice dei lavori per la costruzione della diga.

La visita è proseguita anche dopo la colazione — cortesemente offerta dall'A.E.M. di Torino — per dar modo di esaminare anche i dettagli organizzativi e costruttivi. La diga è del tipo ad arco a gravità, in conglomerato di cemento, alta 80 m. sulle fondazioni, con sviluppo al coronamento di circa 500 m. Il volume complessivo di muratura è di circa 380.000 mc., di cui, al momento della visita erano già stati gettati oltre 250 mila. Ne risulterà un invaso di 24 milioni di mc., utilizzabili sul salto di

1.218 m. della derivazione Telessio-Rosone, nonchè sulle due esistenti centrali a valle di Bardonetto e di Pont, per un complesso di circa 1.500 m. Questo notevole invaso conferisce all'impianto Telessio-Rosone la caratteristica di impianto di punta, con produzione prevalentemente invernale.

Sulla via del ritorno una breve sosta a Rosone permise di visitare questa grande centrale che, a lavori ultimati, avrà la potenza complessiva di 140.000 kW. Particolare oggetto di attenzione furono i due nuovi gruppi di 25.000 kVA ciascuno recentemente installati ed alimentati dalla derivazione Telessio-Rosone. Un ulteriore gruppo di 50.000 kVA è in corso di montaggio.

Un'ultima sosta a Pont Canavese diede modo di visitare la centrale che chiude a valle la catena degli impianti in Valle Orco, terminata poco dopo la fine della guerra con due gruppi ad asse verticale di 10.000 kVA ciascuno.

Visita allo Stabilimento Ansaldo-S. Giorgio di Genova

Un gruppo di circa 80 Consoci del nostro Sodalizio e dell'A.E.I. ha partecipato sabato 23 ottobre ad una gita a Genova, organizzata per visitare lo Stabilimento Cornigliano-Campi degli « Stab. Elettromeccanici Riuniti Ansaldo-San Giorgio ».

La visita ha potuto aver luogo grazie alla pronta e cortesissima adesione della Direzione Generale dell'Ansaldo - San Giorgio, ed in particolare del Dott. Renato Teani, Direttore Generale.

Allo Stabilimento di Campi attendevano i Consoci torinesi, il Direttore dello Stabilimento Ing. Gulì con un gruppo di

Visita alle stazioni Torino-Sangone e Torino-Centro della S.I.P.

Nel pomeriggio di sabato 11 dicembre 1954 si sono visitate, su cortese invito della Società Idroelettrica Piemonte, le due nuove stazioni Torino-Sangone e Torino-Centro, che la S.I.P. ha recentemente ultimato per l'alimentazione della sua rete di distribuzione in Torino.

La « Torino-Sangone » è una stazione all'aperto, a cui fa capo la nuova linea a due terne, 220 kV, proveniente dall'impianto di Avise in Val d'Aosta. Vi sono già installati trasformatori per 150 mila kVA e ne è previsto l'ulteriore ampliamento fino a 260.000 kVA. La stazione è collegata, oltre che all'accennata linea a 220 kV, anche al cavo che, alla medesima tensione, attraversa tutto l'abitato di Torino per far capo alla sottostazione Ponti a Nord della Città, nonchè ai sistemi a 120, 30 e 9 kV.

L'altra stazione, « Torino-Centro », è situata lungo il percorso del cavo 220 kV sopra accennato ed è destinata all'alimentazione della zona centrale della Cità. Essa è interamente al coperto ed in parte sotterranea ed ha quindi reso necessarie soluzioni tecnicamente ardite e, pur tuttavia, risolte con le massime garanzie di continuità e sicurezza nell'esercizio. Vi è installato, per ora, un trasformatore di 40.000 kVA con rapporto 220-22-3 kV e sono già in corso i lavori per il raddoppio di potenza.

Il gruppo di visitatori è stato ricevuto con estrema cordialità dal Condirettore Generale, Prof. Golzio, dal Vice Direttore Generale Prof. Dalla Verde, dal Progettista degli impianti Ing. Brambilla e da un gruppo di ingegneri e di tecnici.

Presso la stazione Sangone la S.I.P., che, fra l'altro, aveva cortesemente messo a disposizione i mezzi di trasporto, ha offerto un rinfresco.

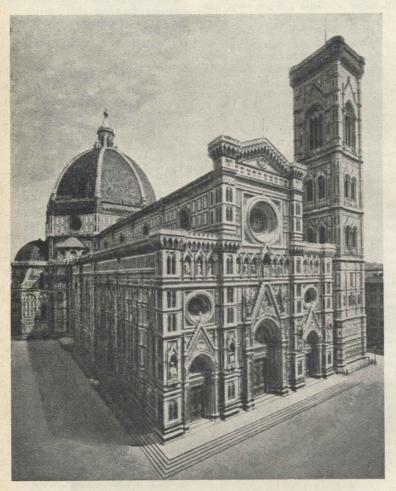
La solenne manifestazione 1954 - 1955 della Società degli Ingegneri e Architetti in Torino

14 Dicembre 1954

il patronato della Città di Torino, una solenne manifestazione della

Nel pomeriggio di sabato 14 di- Maria del Fiore) », di cui abbiacembre 1954 ha avuto luogo, sotto mo il piacere di pubblicare, qui avanti, il testo completo.

nostra Società che ha riunito, oltre dott. Gargiulo ed il Sindaco di To. ne, sottolineò con simpatia e benead un foltissimo gruppo di Conso- rino avv. Peyron, e con loro nume- volenza i meriti passati e presenti ci, anche eminenti personalità to- rose personalità delle Amministra-



La Cattedrale di Firenze: Santa Maria del Fiore.

simpatizzanti.

Nel Teatro Alfieri, che gentilmente era stato messo a disposizione della Società e del Comune dal cav. Erba gerente dell'Ammi- nonchè quelli dei Licei cittadini nistrazione del Teatro e per conto quasi al completo; numerosa schie- con viva attenzione la conferenza dell'Amministrazione stessa, il no- ra di appassionati di argomenti stostro Presidente, Prof. Ing. Giusep- rici ed architettonici. Nella galleria pe Maria Pugno, tenne una confe- avevano preso posto numerosi sturenza sul tema « Nascita della più denti del Politecnico, dell'Univer- esprimere il loro vivo compiacidemocratica delle cattedrali (Santa sità e degli Istituti cittadini.

rinesi, familiari dei Soci, amici e zioni Provinciali e Comunali, dell'Insegnamento superiore, del Provveditorato alle opere pubbligli Istituti tecnici ed industriali cietà.

Il Sindaco di Torino, Avv. Amedeo Peyron, il quale volle aprire la riunione con cordiali parole di Erano presenti S. E. il Prefetto adesione alla nostra manifestaziodel nostro Sodalizio ed espresse voti augurali per la futura nostra attività. In modo particolare il Sindaco segnalò l'interesse della manifestazione in corso, sia per la personalità del Conferenziere, sia per l'argomento trattato, riguardante uno dei monumenti architettonici più cari al cuore di ogni italiano e più significativi nella storia della nostra cultura.

> Il Conferenziere dopo una breve descrizione delle condizioni di Firenze quando Arnolfo di Cambio intraprese il progetto della Cattedrale, si soffermò a stabilire un brillante confronto tra la Metropolitana fiorentina ed altre famose Chiese italiane che richiamano vivamente l'attenzione dei tecnici del tempo in causa di fortunose vicende delle loro strutture. Particolarmente seguito ed ammirato dal pubblico fu la documentata e diffusissima storia dei concorsi e delle competizioni fino al bando del 1418 quando cioè Filippo Brunelleschi fu definitivamente incaricato della grande impresa della coper-

> Le caratteristiche del progetto Brunelleschi emergono vividissime dalla chiara esposizione del Conferenziere che sottolineò l'importanza del progetto del Brunelleschi il quale riuscì a costruire la cupola senza armature di servizio.

Un breve accenno al Brunelleschi poeta servì a dipingere il carattere di lui ed al Conferenziere concludere la manifestazione che, del Genio Civile, i Presidi de- solenne annuale della nostra So-

Autorità e pubblico seguirono e tributarono infine calorosi applausi al Prof. Pugno, attorno al al quale si strinsero le Autorità per

Nasce la più democratica delle cattedrali

(S. Maria del Fiore)

Una breve descrizione delle condizioni di Firenze quando Arnolfo di Cambio intraprese il progetto della Cattedrale con qualche riferimento di confronto tra la Metropolitana fiorentina ed altre famose Chiese italiane (I). I concorsi e le competizioni fino al 1418 cioè fino al problema della copertura della Cattedrale (II). Brunelleschi e il concorso del 1418; caratteristiche del progetto del Brunelleschi (III). La cupola e sue modalità costruttive prescritte nella relazione del 1420 (IV). Il carattere di « Ser Filippo » (V).

1. Premessa.

1. - Non fa meraviglia che la storia della Metropolitana fiorentina sia incerta e confusa; tale, invero, è, nei suoi primordi, tutta la storia della stessa maggior città dell'Arno. Le non abbondanti notizie su quegli antichi tempi le quali riuscirono a trapelare attraverso la nebbia dei secoli sono spesso incomplete, alcune volte contradditorie, altre ridevolmente fantasiose.

Pasquale Villari in uno studio intitolato « Le origini del Comune di Firenze », osserva che Giovanni Villani — il quale pur era Giovanni Villani - scrivendo di Federico II, di Corradino e degli altri della Famiglia Hohenstaufen della stirpe sveva, traduce il nome di quella Famiglia con « Stuffo di Soave » e che, spesso, sbaglia anche le date. Gino Capponi stesso. nella sua Opera storica che si conclude nel tumulto de' Ciompi del quale il Capponi era stato testimonio — dopo una brevissima introduzione sulle origini della sua Patria, fa un gran salto fino alla morte della Contessa Matilde e poi, con non più di una dozzina di pagine, ne fa un altro sopra quell'intero secolo che, iniziatosi col 1115, anno della morte della grande Contessa appunto, termina nel 1215, quando già la Lega comunale toscana ha fatto di Firenze una tra le città italiane più grandi e di più fervida vita.

Anno fatale, questo 1215! Fatale per l'Italia, perchè Federico II vi inizia il suo regno: fatale per Firenze perchè vi si consumano quei due delitti da molti riguardati, se non come la causa sostanziale, almeno come quella determinante delle divisioni cittadine. Buondelmonte de' Buondelmonti uccide in un festino Oddo Arrighi de' Fifanti e, spregiando

una Amidei nepote dell'ucciso, impalma invece una Donati; la vendetta allora non si fa attendere, ed è terribile. Il giorno di Pasqua del 1215 appunto, sul Ponte Vecchio, il Buondelmonti, è, a sua volta, trucidato, e di qui s'accende l'esca delle vendette. Poichè, come sembra, per gli uni sta il popolo e per gli altri stanno i nobili, si formano nella città due partiti che non tardano ad inserirsi e a confondersi con quelli già l'un contro l'altro in armi dei Guelfi e dei Ghibellini. Prevale or l'uno or l'altro a seconda della fortuna di qualche forte aderente o protettore. Nel 1250 muore Federico II e il popolo prevale; a difesa della sua conquista è creato il primo Capitano del Popolo e si forma il primo governo del popolo. La opposizione di Manfredi e la battaglia di Montaperti, ove il popolo è costretto a ripiegar le sue bandiere, hanno influenza effimera. Due Frati bolognesi

Frati godenti fummo e bolognesi; Io Catalano e questi Loderingo Nomati, e da tua Terra insieme presi Come sul essere tolto un uomo solingo, Per conservar tua pace...

— (così Dante ai versi 103-107 del Canto XXIII dell'Inferno) — due Frati, dicevo, Catalano e Loderingo, sono chiamati a risarcir le cose del Governo della Città. Il potere, nella sostanza, è restituito al Popolo; più precisamente, al ceto dei Mercanti, al Popolo delle Arti, i quali, poco per volta, estromettono tutti gli altri preesistenti Magistrati. Così nasce e si fortifica il Comune di Firenze.

Il Comune, in generale, assume ora una ben definita figura ed una efficace funzione storica. Di fronte alle due tradizionali Istituzioni l'Impero, che impersona il clasla parola data di sposare, a com- sico principio giuridico e politico

penso dell'oblio della vendetta, del mondo, e la Chiesa, che proclama ed inculca quello spirituale e religioso — si erge il Comune il quale, sulle rovine del primo caduco - ed animato dal vivificatore soffio del secondo - eterno - costruisce lo Stato moderno. proclamando il lavoro indipendente, la tutela del lavoro, il diritto al lavoro, il dovere nel lavoro, la santità del sacrificio col lavoro.

> Il Comune di Firenze, in particolare, più e meglio di ogni altro Comune italiano, promuove e favorisce l'impostazione democratica della Società creando un numero smisurato di nuove Istituzioni politiche, economiche, sociali; ingegnose e mirabili tutte. Eppure in mezzo ai tumulti attraverso i quali il Popolo fiorentino tende ansioso alle sue tormentate conquiste, fioriscono splendidamente le arti della pace; le industrie, il commercio, si dilatano; Firenze, veramente, per mare e per terra batte l'ali e « per lo Inferno » — aggiungiamo secondo la famosa invettiva di Dante — « suo nome si spande ».

> Ma come mai da un tale popolo degno di riempire l'Inferno, da un popolo che stride, che clama. che impreca, che danna, che uccide, escono gli angioli di Benozzo Gozzoli, la Santa Cecilia di Donatello, le Madonne di Luca della Robbia, la Incoronata del Beato Angelico, e Beatrice, proprio quella Beatrice, che in un monumento più del marmo e del bronzo perenne, nel Paradiso istesso, guida ed interprete vien costituita?

2. - Tuttociò che ora nasce a Firenze ha caratteristiche particolari. Così la sua Chiesa metropolitana la quale, se presenta nel suo nascere, sorgere ed apparire, caratteri comuni a molte altre Chiese Cattedrali delle quali l'Italia si va arricchendo e delle quali sarà giustamente orgogliosa, ne presenta



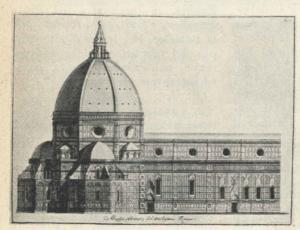
Affresco di Andrea da Firenze nel « Cappellone degli Spagnuoli » in Santa Maria Novella,

pur altri che, facendola inconfondibile, la proclaman fiorentina.

Se è vero che, come la Cattedrale milanese, la quale sorge sulle rovine di Santa Maria Maggiore o come la Basilica Vaticana su quelle del Tempio Costantiniano, sorge anch'essa sul luogo di una precedente vetusta Chiesa, quella di Santa Reparata, pure, sviluppandosi orizzontalmente con una linea che si atteggia quasi a pacata e riposante ghirlanda, si differenzia dalla consorella milanese nella quale invece la verticalità predomina, con tutti quei pinnacoli, con tutte quelle guglie, con le sue più di quattromila statue; e con i vivaci colori dei suoi pregiati policromi marmi, dei fregi, delle fasce, si differenzia dall'uniforme grigiore, dal serio e composto. seppur sfarzoso, imporsi della Basilica romana.

Se è vero che durante la sua costruzione ed il primo secolo della menti di trepidazione e di panico un Arnolfo di Colle Val d'Elsa,

Fig. 2 - Fianco della Cattedrale (Sgrilli).



ti i tempi, - ed il pensiero non deve affannarsi molto a ricercare i termini di confronto, ché subito li ritroverebbe nella Basilica di S. Antonio in Padova squassata alquanto per lo scoppio di una vicina polveriera, nel Duomo di Montefiascone dalla cupola fessurata, nella Chiesa ducale e patriarcale di

S. Marco ove le cedevoli palafitte han conferito al pavimento onde certamente più profonde di quelle che mai abbiano tormentato la circostante laguna, nella Basilica di S. Pietro ancora ed in tanti e tanti altri monumenti - la soluzione degli affioranti problemi non è proposta e raggiunta nel modo medesimo. A creare e a risarcire S. Pietro ad es., è chiamato il mondo intero; e il mondo risponde ai Papi offrendo un Rosellino e un Alberti fiorentini, un Bramante e un Raffaello urbinati, dei Sangallo e un Buonarroti fiorentini, un Barozzi modenese, un Ligorio napoletano, un Della Porta milanese, dei Fontana luganesi, un Maderno ticinese, un Bernini napoletano di nascita e fiorentino di sangue e di spirito, un Boscovich ragusino, un Le Seur e un Jaquier Ma si tratta di un popolo pedante. francesi, un Poleni veneziano, un Marchionni romano. A creare e a risarcire invece Santa Maria del Fiore sono chiamati autentici figli sua vita, specialmente, procura mo- del suolo toscano e soltanto essi;

> un Giotto da Vespignano, un Talenti, un Ghiberti, un Brunelleschi, fiorenrentinissimo. E se vi nio IV. può essere alcun che

come molti altri mo- consapevolmente si infiltrò attranumenti del genere, in verso Arnolfo e Giotto i quali, filtutti i luoghi ed in tut- trando, trasformarono e adattarono; ricrearono, quasi. Se è vero che dal Popolo sboc-

ciarono altre splendide Cattedrali.

per esse, accanto al Popolo, fu sempre il Sovrano come a Roma, a Torino, a Ferrara, a Verona: o il Nobile come a Venezia e a Genova; o il Tiranno, come a Perugia e a Rimini; o il Conquistatore. come a Milano, dove Napoleone giunge ancora a tempo per erigere la facciata del maggior Tempio. E poichè lo scopo del Conquistatore non è quello di rendere onore a Dio, sibbene quello di uniformarsi ai gusti dei Conquistati per mendicarne ed ottenerne l'adulazione e l'applauso, ecco che quel medesimo Napoleone, occupata Vienna, non pensa un istante ad innalzar templi, ma selcia strade. E il Sovrano, il Nobile, il Tiranno, il Conquistatore, mossi spesso da un sentimento che contiene una buona dose di egoismo, offrono consiglio e danaro. A Firenze, no; è il Popolo, soltanto il Popolo che sceglie l'artefice, ne giudica l'opera e perfino la modifica; che la retribuisce; che, mosso soltanto dalla pura ambizione di offrire alla Divinità la Chiesa più bella « di quante ce ne sia », concorre col suo obolo. col suo braccio, col suo entusiasmo, con la critica, con la sua volontà e crea l'inimmaginabile. ostinato, avveduto, laborioso, economo, gentile, raffinato, entusiasta. splendido; si tratta del Popolo fio-

Se, infine, è vero che S. Pietro in Vaticano è consacrata da un Papa Sovrano di un Popolo di Fedeli, Santa Maria del Fiore, la più democratica delle Cattedrali, è consacrata da un Papa Ospite, in tini; questo ultimo una città fedele di un Popolo Soperchè ostinato, ma- vrano. E siamo al tempo del Conligno, vigile, furbo, cilio di Firenze per l'unione della abile e audace, fio- Chiesa greca, e il Papa è Euge-

Insomma, la storia di Santa Madica un certo che ria del Fiore è tale che una riga d'oltramontano av- estratta dalla storia di un'altra vertirsi in Santa Ma- Cattedrale o Basilica, o Duomo, ria del Fiore, ri- o Chiesa, non può esservi impunesponder si petrebbe mente inserita. Essa può dividersi che quel poco che in due periodi separati dal 1418. si ritrova di non del Nel primo il problema grosso è tutto fiorentino, in- quello di fare la Chiesa; problema

di spazio, di ambiente, di utilizzazione, di gusto; ed è il Popolo che vi agisce, vi giudica, vi domina. Nel secondo, il problema grosso è quello di coprire la Chiesa; problema d'arte e di tecnica ad un tempo; ed è Filippo Brunelleschi che vi agisce; ma è sempre il Popolo che giudica e che domina Brunelleschi e che ne stimola l'impegno, quasi l'aizza vibrando un acuminato pungolo che, a volta a volta, si chiama Lorenzo di Bartolo Ghiberti, Donato di Betto Bardi detto Donatello, Tommaso Guidi detto Masaccio, Nanni o Battista di Banco, Gherardo da Prato.

II. Costruzione della Chiesa fino alla cupola.

1. - Nelle quattro nicchie rica-

vate nelle lesene principali della facciata attuale sono accolte altrettante statue: quella del Cardinale Pietro Valeriani, quella del Vescovo Agostino Tinacci, quella del Papa Eugenio IV e quella del santo Arcivescovo Fiorentino Antonino. Questi quattro personaggi rappresentano altrettanti importanti momenti nella storia di Santa Maria del Fiore, in quanto il primo personaggio, che si trova a Firenze come legato del Papa Bonifacio VIII, benedice, nel 1296, la prima pietra della Chiesa; il secondo, che è Vescovo di Narni e fratello dell'Arcivescovo fiorentino, in quel giro di tempo presso la corte di Innocenzo VI ad Avignone, dimora temporaneamente a Firenze dove, essendo abile concionatore, è stato mandato dal Papa a predicarvi una crociata, e, intanto, fa un poco le funzioni e gli affari del fratello nella Diocesi di lui; si trova così nell'occasione di benedire, nel 1357, il pri. nel 1285 e quello di mo pilastro della Chiesa. Il terzo S. Cecilia in Trastevere personaggio, come già ricordato, nel 1293. I Fiorentini consacra la Chiesa nel 1439, mentre il quarto, eletto Arcivescovo dire che in breve temdi Firenze attorno il 1446, bene- po egli se ne guadagni dice la lanterna o quella facciata e fiducia e stima, perche, demolita un po' più di un secolo dopo, fu rifatta un po' meno di un secolo fa, od ambedue le

2. - Forse nessuna Cattedrale ebbe bisogno, come quella di Firenze, di tante benedizioni, perchè nessuna ebbe una nascita tanto laboriosa e una adolescenza tanto combattuta come quella. Sembrerebbe che dopo la benedizione della prima pietra impartita dal Cardinale Valeriani, tutto debba procedere senza inciampi e secondo un programma preventivamente discusso, vagliato e fissato. Invece no; il Popolo fiorentino, e.

per esso, l'Opera dell'Arte della Lana cui è affidata l'amministrazio- emesso il primo aprile. ne della Chiesa di Santa Reparata e cui quindi spetta il provvedere alla costruzione della nuova Chiesa, perchè nel 1301, secondo alcuni, non ha nè pronto un progetto, nè o nel 1302, secondo altri, muore da parte il danaro necessario e e i lavori si arrestano o, almeno, neppure ha pensato all'Architetto. vanno in languore; quel tanto che Tanto che il Card. Valeriani che è condotto dagli eventi, in causa del a rimanere, perchè così la facciata suo soggiorno fiorentino dovuto a tutt'altra ragione, a sancire l'ini- no più tardi completamente rizio di tanta impresa, si sente in dovere di offrire qualche buon Chiesa ha ora, di fatto, una lunga consiglio, affinchè quant'egli ha sosta di quasi un secolo, appena fatto non si riduca semplicemente interrotta da un tentativo di riad una lustra; e si permette di suggerire un Architetto, anzi, ben conoscendo l'indole dei Fiorentini, lavori della Chiesa, si limita alun Architetto Fiorentino: quello l'erezione del Campanile, anche

Arnolfo figlio di Cambio che già si è fatto gradevolmente notare presso la Curia Romana, per avere eretta la tomba del Card. Guglielmo de Brave nella Chiesa di S. Domenico in Orvieto nel 1283, il tabernacolo dell'altar maggiore della Basilica di S. Paolo in Roma l'accettano e convien chè già il primo d'aprile del 1390 il Consiglio dei Cento lo esonera, quale famoso Maestro nel costruire Chiese, da ogni « gravezza », ossia dalle tasse. Non par possibile!

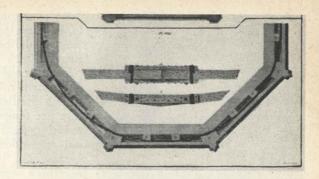
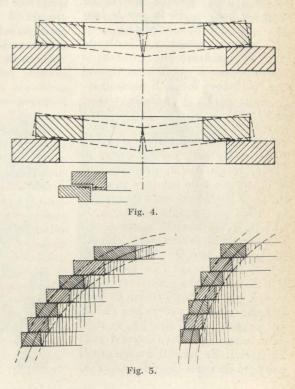


Fig. 3 - Sezione orizzontale che mostra i due gusci della cupola collegati da sproni. La catena di parallelo, pur avvicinandosi al guscio interno in corrispondenza dei vertici ed a quello esterno in corrispondenza delle apoteme, non esce dai due gusci. Si vede anche il collegamento delle travi della catena, sia in alzata sia in pianta

Vero è che il decreto era stato

Purtroppo Arnolfo può dedicarsi poco a Santa Maria del Fiore egli ha fatto neppure è destinato come la pianta di Arnolfo verranfatte. La costruzione della nuova presa nel 1334 ad opera di Giotto che, però, invece di proseguire i



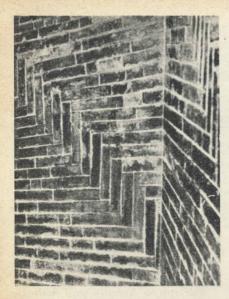


Fig. 6.

questa abbandonata a mezzo alla morte di Giotto, nel 1337.

Filippo Marsili e Cambino Signorini, Provveditori dell'Opera di Santa Reparata in quell'epoca, ci lasciano apparire, attraverso le loro memorie, la leggerezza ed il poco senso di responsabilità con i quali vengono nonchè risolti, anche soltanto affrontati i problemi più urgenti ed importanti. Ecco le risposte che gli Operai sogliono dare ai Provveditori che urgentemente istanno: « Fanne come ti pare ». — « Non ci pare che si faccia a niun modo e non ce ne ragionar più. — Mena per le lunghe che noi non vogliamo » -« a' nuovi a' nuovi! » — volendo con ciò significare che i quesiti si ripropongano a quelli altri Operai che, col nuovo mese, li sostituiranno nella carica di Amministratori dell'Opera.

3. - Finalmente un onest'uomo, Federico Talenti, per far uscire di pania, la questione, propone, nel 1355, un modello nuovo e completo, un « disegnamento » per usare la stessa sua parola, di tutta la Chiesa, e, al fine di mostrare disinteresse e sicurezza di sè, chiede, quale compenso, la somma di 20 fiorini soltanto nel caso nel quale il « disegnamento » piaccia: nulla se non piaccia. Ma l'Opera di Santa Reparata vuol vedere ben chiaro nel progetto del Talenti e, in ogni caso, vuole spendere bene i suoi 20 fiorini. Fa quindi esaminare il progetto da varie Commissioni che,

te, si raccolgono in seduta plenaria per deliberare assieme. Ma il trova l'Arcivescovo che sta ad Avi-Provveditore riceve l'ordine di preparare ancora una lista di cento nocenzo VI la porpora (che non cittadini e religiosi e di chiamarli ottiene perchè questo Papa, da tutti a giudicare « mercoledì mat- molti riguardato come il migliore tina per tempo ». Commissari, cit- tra tutti i Papi Avignonesi, guarda tadini e frati son tutti d'accordo soltanto al merito); trova invece nel concludere che « il detto disegnamento istà bene ed è bene accetto e senza difetti » e quindi si paghi. Per i particolari si sentono ancora due frati e tre Maestri; agli uni e agli altri i Con- tra di marmo » della prima colonsoli dell'Arte della Lana racco- na, « in nome di Dio, di Santa Remandano di ponderare bene e di mettere tutto il tempo necessario per formulare il giudizio: per ni di tempo! Il 19 giugno 1357 finalmente, in una numerosa e solenne adunanza, presenti i Consoli dell'Arte e il Popolo, si delibera di concordia sul fondamento delle colonne. A vespro dello stesso dì, Maestri, Frati, Canonici e Popolo « nel nome di Dio e di Santa Reparata benedetta vergine e martire, con molto trionfo di campane, d'organi e di canti », incominciano a scavare colle proprie mani per terra, tutti accesi di santo entusiasmo. A tarda sera i Maestri hanno un desinare, i Frati delle elemosine, il Popolo barili di vino con pane e melarance (cum malis rancis); e così fanno a numerose riprese riconfortandosi sempre a spese dell'Opera, con frutta, confetti e con dolce e vermiglio trebbiàno.

Dopo di che - e siamo il 5 lu-



dopo aver esaminato separatamen- glio 1357 - il Popolo corre tumultuosamente all'Episcopio e non gnone a brigare per avere da Inil fratello dell'Arcivescovo, quell'Agostino Tinacci Vescovo di Narni, lo preleva e un po' con le buone e un po' con le brusche gli fa benedire e sacrare « la pieparata » ed anche « di San Zanobi e di tutti i Santi e le Sante della corte celeste » chiamati per questo concedono ben quattro gior- sì solenne occasione, di rincalzo. Dopo di che il Popolo se ne torna contento a casa perchè tutto, secondo lui, è fatto.

> 4. - Ma non per i Consoli dell'Opera che sono sempre alla ricerca di un autentico progetto esecutivo delle colonne e dei sovrastanti archi di giunzione; per questo, comprano una gran quantità di gesso per Francesco Talenti e Andrea Orcagna, il sommo architetto del Tabernacolo di Or San Michele, affinchè questi due Maestri preparino, ciascuno, un « asempro » di colonna con base e capitello. Il 17 luglio otto Maestri son chiamati a giudicare gli « asempri ». Fra Jacopo da S. Marco e con lui altri sei Maestri, propendono per l'asempro dell'Orcagna; l'ottavo, Giovanni di Lapo Ghini, dichiara bellamente che i due asempri non sono pur male, ma che, se egli stesso fosse stato incaricato di fare l'« asempro ». l'avrebbe fatto assai più bello. E tanto dice e insiste e cavilla, che molti cittadini, richiesti di parere, finiscono col dire che a loro sembra avere gli otto Maestri giudicato « per animo », ossia non spassionatamente. Non si trova di meglio che ricorrere a ciò che oggi denominiamo arbitrato e Francesco ed Andrea sono invitati a dare ciascuno per iscritto due nomi di « Maestri confidenti »; questi quattro esaminino e concordemente giudichino e quando, per caso, non vadan d'accordo, nominino essi stessi un quinto « Maestro » confidente di tutti, al cui parere ognuno debba poi acconciarsi.

I quattro, manco male, non van

d'accordo e nominano come quinto. Pietro del Migliore orafo, il quale, con qualche modifica, sceglie anch'egli la colonna d'Andrea.

Ma Giovanni Lapo Ghini lavora

di sotto e tanto mena la lingua che

si ricomincia da principio. Fran-

cesco Talenti e Giovanni di Lapo

(finalmente c'è riuscito) sono invi-

tati a preparare nuovi « disegna-

menti o asempri » da confrontarsi con quello dell'Orcagna. Il Ghini, che è soltanto capace di parlare, non fa nulla, mentre la nuova colonna del Talenti viene giudicata unanimemente come la « più forte, più bella e più laudabile ». Il modello del Talenti vien posto sul fondamento già fatto, con un gran cartello al piede dove sta scritto che « qualunque persona » voglia « opporvi alcuno difetto, debba tra otto di venire agli Operai o ad altri per loro e dire l'animo suo e sarà udito graziosamente ». Otto giorni dopo nessuno s'è presentato. e l'« asempro » di gesso vien tolto e si comincia. Il Talenti stesso è demandato ad invigilare sulla costruzione delle colonne, ma poichè il Popolo ormai non si fida che di lui, è posto col patto che « per ogni pietra concia che si murerà e Francesco Talenti non vi sia. egli cada in pena di soldi venti »; e quando il Camerlingo — ossia il Tesoriere dell'Opera - non trattenga sul salario la multa, sia condannato, esso Camerlingo, a pagare il doppio di tasca sua. E siamo nel 1366.

5. - Sulle fondamenta delle prime colonne, la parte anteriore di Santa Maria del Fiore ha cominciato a prender forma e rilievo. L'antica Chiesa di Santa Reparata più non esiste, demolita per lasciare il posto alla nuova Fabbrica. con Francesco Talenti e presenta La Basilica Vaticana nasce for- un nuovo progetto, che però non mando dapprima il suo nucleo risolve il problema dell'incrocio centrale e poi estendendosi alle del transetto; poi ne presenta un propaggini secondo un autentico altro e, per far sì che questo facpiano statico ed estetico, ossia ar- cia bella figura rispetto a quello chitettonico, ordinato e preparato dei Dipintori e Maestri, produce da una mente unica: quella del di quest'ultimo una copia infedele; Bramante. Santa Maria del Fiore ma il trucco viene scoperto e il fa il cammino inverso secondo un suo autore, beffato, si impermalipiano che non è un piano perchè sce proclamandosi perseguitato. abborracciato più che organizzato da uno stuolo di persone che discutono, che si abbaruffano, si con- per l'un progetto o per l'altro e trastano, si misconoscono; che ad spesso s'azzuffano; i Consoli in-

ciò che altri fece prima con intenzioni diverse, e, se piano è, non centrifugo, come quello di S. Pietro, ma piuttosto centripeto. Eppure Santa Maria del Fiore è quello che è; davvero che Santa Reparata, S. Zanobi e tutta la Corte celeste devono aver avuto il loro daffare ed hanno lavorato ammodo!

È ora tempo di pensare alla parte retrostante, la più impegna-

è, antepone il progetto dei Maestri e Dipintori a quello del proprio figlio e gli altri giudici accedono al suo voto. Ma ora cominciano i guai. Prima Francesco Talenti si bisticcia con Neri di Fioravanti, poi Giovanni di Lapo se la prende

6. - I cittadini prendono partito ogni passo devono tener conto di cominciano a perder la pazienza

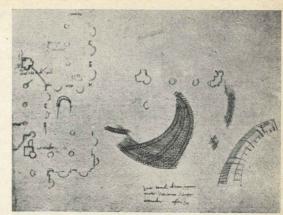


Fig. 8.

tiva col transetto e la cupola, e e a non saper più che fare; gli la più difficile. Il 13 agosto 1366, Operai seguitano a più non posso si convoca un Consiglio per esa- a convocar Maestri, Frati e Citminare e giudicare tre progetti. Il tadini perchè vogliono un plebiprimo presentato da Pittori e Mae- scito. I Banditori vanno per la stri tra cui Neri di Fioravante, città gridando « che ciascuna per-Andrea Orcagna, Taddeo Gaddi, sona ed ogni maniera di gente vendetto appunto dei « Dipintori e ga alla Chiesa di Santa Reparata dei Maestri ». Il secondo presen- a dire quale dei disegni piaccia a tato da Simone Talenti figlio di loro di più e a similitudine del Francesco. Il terzo presentato da quale la Chiesa si debba edifica-Giovanni di Lapo Ghini che, que- re ». E tutti: Nobili e Popolani. sta volta, si è messo a lavorare, Frati e Spadai, Cimatori e Lanao, forse, ha fatto lavorare qualioli, Albergatori e Vinattieri, Pizcuno. Si raduna la Giuria della zicagnoli e Fornai ed « ogni maquale fa parte Francesco Talenti niera di gente » vanno a Santa Ree si incominciano a sentire gli Au- parata e finalmente dicono che il tori dei progetti che, con commo- modello de' Dipintori e de' Maevente accordo, dicono di preferire stri piace loro di più. Il giorno il proprio all'altrui; Giovanni di dopo, 27 ottobre 1366, la proces-Lapo dice anche che il suo pro- sione continua con lo stesso esito. getto gli piace di più. Chi se lo Ed ora basta! Ogni altro modello sarebbe immaginato? Francesco si disfaccia! Se un Operajo vo-Talenti, da quell'onest'uomo che lesse allontanarsi dall'Archetipo.

Fig. 9.





Fig. 10 - Serapeo di Villa Adriana.

sia condannato alla multa di du- audietur ». E più sotto si aggiunge dita dell'Ufficio e se i Maestri, i Consiglieri, il Camarlingo, tentassero la stessa cosa, siano cacciati e paghino ben cinquanta libbre ».

Ora soltanto la tempesta si placa per incanto e si va avanti davvero. E si fanno le tre navate e si coprono; e si fanno le tribune con le cupolette minori; e si fanno i piloni principali collegati dai sovrastanti arconi; e si fa su di essi, più alto di quanto prima stabilito, il tamburo della cupola; nel 1418 tutto ciò è fatto. Ma ora qui ci si ferma, ché il problema grosso, quello della cupola, ora si prospetta in tutta la sua imponenza tecnica ed estetica, straziato per giunta dalle eredità di coloro che prima fecero e disfecero. Non basta semplicemente l'esteta; non basta semplicemente il tecnico; occorre alcuno che sia l'una e l'altra cosa assieme. Vano sarebbe ora un nuovo plebiscito di « ogni maniera di gente »! Santa Reparata e San Zanobi! Che per fare dell'Architettura nella sua più completa forma si debba proprio ricorrere agli Architetti?

È quello che qualche volta si incomincia a temere di dover purtroppo incominciar a pensare. Eppure...

III. Il concorso del 1418.

« quod ... publice niente stranieri iuscunque maneriei, qui vellet facere aliquem modellum pro volta majoris cupolae ... tam pro armadura. quam pro pontibus. quam in aliqua alia re. sive aliquo ordigno pertinente ad costrutionem ...; quod possit illud facere ... hinc ad per totum mensem septembris proximi futuri; ... et bene et gratiose

gento « piccioli », « oltre la per- che chiunque farà un bel modello o un disegno « lucrabitur ... florenos ducentos auri »; che chi si adoprerà riscuotendo la lode degli Operai « discrete providebitur »; che infine, a consolazione dei volonterosi, si promette poi ricompensa a chiunque abbia lavorato, « non obstante quod suus modellus non capiatur ».

2. - Ci è stato raccontato che molte peregrine idee uscirono da questo concorso; un tale per esempio suggeriva di sostenere la cupola, durante la sua costruzione, mediante un gran monte di terra che ne riempisse il vano e sul quale la cupola venisse man mano adagiata e formata fino alla completa sua chiusura; dopo di che la terra le sarebbe stata tolta di sotto: e da chi? Dai cittadini tutti. bramosi portarsene a casa la maggior quantità possibile per setacciarla con comodo e venire così in possesso delle monete d'oro che si sarebbe detto essere state nascoste nel cumulo fin dal principio. Si potrebbe ridere o anche semplicemente sorridere di una tale proposta, se non si sapesse che ciò che sembrava una stranezza può divenir cosa sensata e conveniente col mutar dei mezzi e conseguentemente dei costi; insomma, la via più lunga può esser la più economica. Per esempio si sa che certi 1. - Il 19 agosto 1418 esce un tratti delle gallerie di metropolibando de' Consoli — « pro parte tane furon costruiti scavando per Operariorum » — che invita a pro- terra un immenso solco, adagiandurre idee concrete per la costru- dovi dentro il grosso tubo metalzione della cupola. « Deliberave- lico nel quale avrebbero poi do-

runt » — dice il bando vuto correre i convogli e rimettendo a posto, sopra di esso, la terra, bapniatur per civitatem invece di ricavare la galleria fo-Florentiae » — dunque rando il terreno. La proposta del bizzarro fiorentino non è, dopo « quod quicunque cu- tutto, se non il negativo di tal procedimento moderno. Del resto lo spediente di usare l'ingordigia degli uomini a fin di bene è antichissimo. Chi non ricorda difatti la favola greca che racconta di quel certo padre il quale, per smuovere l'ignavia dei figli restii a zappare la terra dell'avito vigneto, fece loro giungere la voce che in quella era nascosto un tesoro? Ma il tesoro c'era davvero; i copiosi frutti delle viti fecondate e rianimate dal lavoro degli avidi figli.

> Al concorso Filippo di Ser Brunellesco si presenta, ma non solo, bensì in società con Donato di Nicolò di Betto Bardi detto Donatello e con Giovanni, o Nanni,

3. - Due fatti vengono subito os-

servati dallo storico. Gli Operai non si contentano di osservare questo progetto, come fanno per tutti gli altri, ad esecuzione avvenuta. ma lo seguono durante la sua costruzione per mezzo di una Commissione di quattro esperti, Cristoforo di Simone, Tuccio di Giovanni, Jacopo di Giovanni Rosso e Gherardo Belacqua, appositamente istituita. Inoltre il modello di Filippo e compagni, a differenza di quelli di tutti gli altri, che sono in legname — tranne forse uno presentato da Lorenzo di Bartolo Ghiberti - è in mattoni e calce. Perchè questo trattamento speciale? Perchè lo scopo di Filippo non è soltanto quello di presentare un modello di cupola, ma anche ed essenzialmente quello di dimostrare come la cupola, concepita secondo la sua idea, possa venir costruita senza l'impiego di armatura di sostegno alcuna. È dunque naturale che il modello sia fatto dello stesso materiale di quello che costituirà la struttura vera e che gli Operai pensino a sorvegliarne attentamente la fase di costruzione ingiungendo bene ai quattro Commissari, nell'istruzione loro consegnata, di sincerarsi bene se la costruzione può farsi davvero come Filippo e compagni dicono: « si fieri potest ut di-

4. - Il resultato di questo primo concorso è importantissimo perchè, quantunque il modello di Filippo non soddisfi completamente - tanto è vero che il grosso premio di 200 fiorini d'oro non viene pagato, almeno integralmente l'idea sua - e fors'anche di Lorenzo — è dimostrata attuabile. Certamente è una storiella quella secondo la quale Filippo ed i suoi compagni siano stati beffati, trattati da bestie, da cicale e fatti oggetto di ben nutrite « fistiate » da parte dei Fiorentini.

Il 20 novembre 1419 incomincia

a funzionare una Commissione per-

manente di quattro Uffiziali per-

mutabili ma rieleggibili con l'incarico di spingere avanti, ed al più presto, l'affare della cupola. Questo Magistrato prescrive a Filippo ed a Lorenzo — e ciò conferma il pensiero che l'idea di murare la cupola senza armatura sia anche del Ghiberti — la costruzione di un nuovo modello. Questo, terminato nel 1420, viene corredato da una istruzione attribuita a Filippo nella quale, in verità, non si risolvono e neppur si pongono questioni estetiche, ma soltanto tecniche, perchè vi si parla soltanto di scale, di sproni, di volte, di creste, di materiali e si mostra la contestura della cupola. Il nuovo modello piace ai quattro Uffiziali; e non soltanto a loro, ma a molti « intelligenti Maestri » dell'Opera e ad altri rinomati « edificatori »; convien anzi dire che piace a tutto il popolo fiorentino, perchè essendosi deliberato il 3 aprile 1420 « quod publice bapniatur per civitatem Florentiae, quod quicunque vellet aliquid dicere, dicat », niuno parla.

È ora tempo di dare la responsabilità a coloro che hanno dimostrato di sapersela prendere; il 16 aprile 1420 i Consoli dell'Arte della Lana, unitamente agli Operai di Santa Maria del Fiore ed al Magistrato dei quattro, eleggono a Provveditori della Cupola Filippo di Ser Brunellesco, Lorenzo di Bartolo Ghiberti e Battista d'Antonio (che in quel giro di tempo è Capomastro dell'Opera), con l'incarico di costruire la cupola maggiore di Santa Maria del Fiore « a principio usque ad finem » con quegli accorgimenti e quei la Scienza nella quale si racmodi da loro giudicati adatti e colgono, si ordinano, si con-

suggeriti dalla loro esperienza e chiudono le nozioni relative alla prudenza ed assegnando loro il salario « florenorum trium auri pro quolibet eorum, quolibet mense... ». Ma poichè i Fiorentini sono prudenti e stenterelli, stabiliscono ancora che il salario sia pagato « de tempore in tempus, eo modo et forma prout Operariis... videbitur et placebit ». Non già che la struttura di Ser Filippo e comgli Operai vogliano tenere i tre pagni è, durante la costruzione, Maestri sugli stenti; ché anzi fan- sempre autoportante, così da non no per essi delle pazzie; difatti il dover necessitare di armature pog-26 aprile 1420 deliberano di spendere ben soldi 46 e denari 8 per « tre fiaschi di vino bianco e due di vermiglio e pane e melarance e baciegli per la cholezione della mattina e del di dei tre Maestri 1426: « Anchora io ... dicho che della Cupola »! Ma perfino i baciegli, perfin le fave!

IV. La costruzione della cupola.

1. - Molti han parlato e scritto su questa famosa cupola; ma pochi a parer mio, sono penetrati profondamente nel vivo del suo problema tecnico. Si dice che il Vasari (1) ed il Baldinucci (2) abbian scritto senza spirito di critica e senza fedeltà: che Carlo Tommaso Strozzi abbia limitato i profondi suoi studi al solo campo documentario (3); che ad essi, conservati appunto nell'Archivio Centrale dello Stato, abbiano attinto tanto ampiamente quanto profittevolmente il Richa (4), il Nelli (5). lo Ximenes (6), il Moreni (7); che ancor oggi importanti siano gli studi di Rumhor (8) e del Gaye (9); che tra i moderni, il Nardini Despotti Mospignotti (10) e segnatamente il Guasti (11) abbian

apportato contributi notevoli: che l'opera del secondo sia una ricchissima e ben ordinata miniera per gli studiosi; che tra i modernisimi, il Sampaolesi (12) più degli altri, si sia prospettato - lodevole eccezione — il problema tecnico. Ritornare su questo problema ponendo, appunto, nel campo tecnico, i perchè - i « cur » - di questo e di quello e dichiarare di tali « cur » i « quia »; ecco lo scopo che ancor rimane al presente scritto; traendo sostegno e luce da quelStatica costruttiva, ossia dalla Scienza delle Costruzioni.

2. - Ed ecco i « cur »:

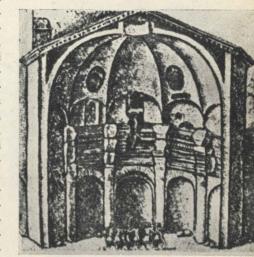
Perchè la pianta della cupola è ottagonale e perchè la cupola è a due gusci?

Perchè è a sesto acuto e perchè gianti a terra?

A questi « cur », ecco partitamente i « quia ».

Il noto costruttore Messer Giovanni da Prato dichiarerà nel a me pare né mutare né modificare diminuendolo per cagione neuna, il sesto preso et consigliato già (da) decine d'anni ». D'altra parte coloro che sono entrati almeno una volta in Santa Maria Novella non avran dimenticato di visitare

Fig. 11 - Tempio di Siepe al Campo Marzio.



⁽¹⁾ VASARI GIORGIO, Le vite dei più eccellenti Pittori, Scultori ed Architetti.
(2) BALDINUCCI FILIPPO, Delle notizie de' Professori del Disegno da Cimabue in qua.
(3) STROZZI CARLO TOMMASO, Senatore Fio-

rentino vissuto nel secolo XVII.

(4) Richa Giuseppe, Notizie istoriche delle Chiese fiorentine divise ne' suoi quartieri, Firenze, Viviani, 1723.

⁽⁵⁾ Nelli Giovanni Battista, Relazione del 1695 - Relazione del 1723. (6) Ximenes Leonardo, Relazione del 1757.

⁽⁷⁾ Moreni Canonico Domenico, Vita di Ser Filippo Brunelleschi.

⁽⁸⁾ Rumhor, Tomo terzo dell'Antologia di Firenze e Tomo secondo della Italienische Forschungen (Berlino).

⁽⁹⁾ GAYE, Carteggio inedito d'Artisti (Fi-(10) NARDINI DESPOTTI MOSPIGNOTTI, Fi-lippo Brunelleschi e la Cupola di Santa Maria

⁽¹¹⁾ CESARE GUASTI, La Cupola di Santa

Maria del Fiore; il progetto; la costruzione.

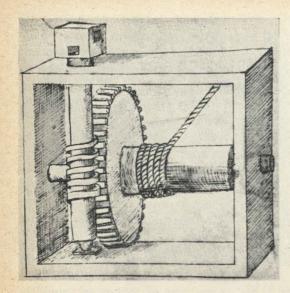
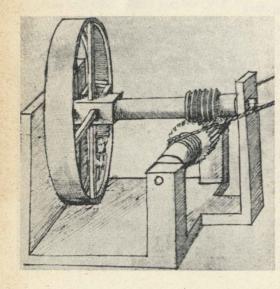


Fig. 12.

il Cappellone detto « degli Spagnuoli » perchè destinato da Eleonora da Toledo, moglie di Cosimo I, alle funzioni religiose degli Spagnuoli del suo seguito. Ed avran osservato che il Cappellone è decorato da grandi affreschi di Andrea da Firenze. Questo Andrea, secondo alcuni tra i quali il Bonaini, era Andrea Ristori nato nel 1333 e morto nel 1392; secon- vederlo. do altri, tra i quali il Milanesi, era Andrea Bonaiuti nato nel 1343 e morto ancor giovane, nel 1377; in ogni caso anteriore al nostro Filippo. Nell'affresco sulla parete del lato dell'epistola si vede già rappresentata la cupola ottagonale (fig. 1), probabilmente secondo il

Fig. 13.



nel quale, verso il 1408, si terminano di ricavare dei fori circolari, gli dello Sgrilli (fig. 2). E poichè il tamburo è l'ultima possibilità che ha l'Architetto per tramutare o risolvere in circolare la pianta quadrata o poligonale delle strutture portanti, bisogna dedurre che l'idea della cupola ottagonale non è di Filippo e che, quand'anche lo avesse voluto, questi non sarebbe più stato in tempo a sostituirla con la circolare.

La cupola ottagonale è dunque un'eredità ricevuta da Filippo. Non è nè suo merito, nè sua colpa. Si può parlare di colpa? Dal punto di vista costruttivo, indubbiamente sì, perchè nei confronti dell'assetto statico orizzontale, cioè dell'equilibrio dei suoi paralleli, la forma ottagonale per una cupola non è l'ideale. Ed è facile

Supponiamo di dover rompere un bastone, una barra: non ci verrà in mente di tirarla secondo il suo asse geometrico, bensì di appoggiarla press'a poco a metà su un ginocchio e di infletterla afferrandola agli estremi con le due mani. Nel primo caso, la barra è progetto dei « Maestri e Dipinto- sollecitata da uno sforzo assiale la ri ». Più tardi si decide di prolun- cui retta d'azione è sempre con-

tenuta nel massiccio del suo materiale: nel secondo da una flessione. cioè da forze le cui rette d'azione escono dal suo massiccio. E a questo secondo tipo di cimento la barra è molto più debole e si rompe assai più facilmente. Convenienza. dunque, ai fini della stabilità, che la sollecitazione sia ovunque contenuta nel massiccio del materiale che la sopporta. Le forze che sollecitano un anello di cupola si diffondono secondo una circonferenza con-

gare in alto il tamburo, una cintura, come ad esempio la doga per una botte.

Ora, se l'anello o parallelo è circolare, questa tal cintura, detta «oculi tribune majoris», « curva delle pressioni », può escome si vede nel disegno sere contenuta tutta nello spessore del parallelo e questo si trova in condizioni ottime di resistenza; se il parallelo è poligonale, per es. quadrato, la cintura, che si sarà discostata di poco dalla forma circolare, uscirà all'esterno del parallelo in corrispondenza della mezzeria dei lati e ne uscirà all'interno in corrispondenza dei vertici. Insomma, la curva delle pressioni non risulta più contenuta ovunque nel massiccio del parallelo il quale viene così a trovarsi in condizioni più difficili di stabilità.

Il rimedio a questo inconveniente si offre naturalmente alla immaginazione: ingrossare lo spessore del parallelo in modo che la curva delle pressioni risulti sempre contenuta in esso; poichè però questo inconveniente porterebbe con sè un eccessivo aumento di peso, si ricorre, da un certo livello in su, al doppio guscio, ossia a due cupole, una dentro l'altra che, nella sezione fatta da un piano orizzontale, si presentano come due corone circolari relativamente sottili e concentriche. Ma, affinchè l'espediente sia efficace, occorre che i due gusci siano saldamente collegati l'uno all'altro, così da formare un blocco unico; altrimenti, in luogo di una cupola a due gusci sottoposti ad una curva delle pressioni centrata, si avrebbero due cupole sottoposte, ciascuna a curve delle pressioni in certe zone eccentriche e quindi pericolose. Sotto questi riguardi, l'istruzione attribuita al nostro Filippo, scritta nel 1420 e perfezionata nel 1421, è molto interessante perchè, oltre la prescrizione della cupola a doppio guscio, vi si trova anche l'ansiosa preoccupazione di far sì che i due gusci siano validamente collegati l'uno all'altro con sproni ed archetti (fig. 3). Nella figura 3, riprodotta dal lavoro dello Sgrilli, si possono osservare la catena che realizza la curva delle posizioni, i due gusci e i contrafforti che li riuniscono.

3. - E siamo ora alla question centrica all'anello e pos- del sesto e dell'autoportanza in sono materializzarsi in fase costruttiva, cui convien ri-

Intanto è pacifico che se si riu- loro anello. scisse a costruire una cupola fortutto intero si intende, non po- costruzione. trebbe strapiombare nell'interno. Affinchè ciò avvenisse, occorrereb- e più ancora se essa è a sesto scebe che si producesse almeno uno mo o come si dice ribassata, lo dei seguenti due fatti: o che la strapiombo di un concio posato materia si sgretolasse in corrispon- sul sottostante anello già chiuso e denza del lembo superiore dell'a- quindi già ben solido, sarà vistonello (fig. 4 a), o che l'anello si so; minore invece quando la cufendesse in corrispondenza del lembo inferiore e che i due semi- Se ne deduce che i pezzi costicosì a disgiungersi, potessero scor- tranno meglio sostenersi da sè metà inferiore contribuisce alla rere verso l'esterno, in corrispon- quando il sesto della denza del piano d'imposta, sul- cupola sia acuto. A l'anello immediatamente sottostan- questo punto sorge nate (fig. 4 b). Ma il primo fatto è turale il pensiero che vittoriosamente combattuto dall'al- già in colui o coloro ta resistenza alla pressione dei ma- che progettarono a sesto teriali lapidei ordinariamente usa- acuto la cupola di Santi ed il secondo è impedito, pri- ta Maria del Fiore mieramente, dal forte attrito esi- vi fu chi pensò potersi stente tra anello e anello e, secon- attribuire questa idea dariamente, dal rinfianco di terra addirittura ad Arnolfo quando questa esista; a questo — si affacciasse il proproposito convien ricordare che le blema della autoporprime costruzioni del genere era- tanza. no affondate nel terreno.

Ma come collocare in posto un za delle parti alte della anello di cupola così tutto d'un pezzo? Come provvedere al sollevamento di tanto peso? E come gusci produce un viprovvedere che, durante il sollevamento, l'anello non risulti mai soggetto a sollecitazioni tanto lontane da quelle ordinarie cui poi nei secoli dovrà sottomettersi, da rompersi prima d'esser collocato? Come procurare che i mezzi a far ciò non siano di gran lunga più imponenti, macchinosi e costosi di quella armatura che si vuol risparmiare?

Non rimane che costruire la cupola collocando in posto ogni anello a pezzi e formando questi tanto piccoli quanto può essere richiesto dalla speditezza costruttiva e provvedendo che ciascuno di quei pezzi, o conci o tronchi d'anello, si sostenga da sè durante la e sostenere anche notevoli carichi

spondere con un solo « quia » forzato in posto l'ultimo concio del

Per far sì che i vari tronchi mandola di tanti anelli sovrappo- d'anello siano in un primo temsti, di diametro sempre più pic- po autoportanti, due sono i mezzi. colo e ciascuno di un pezzo solo, Una opportuna forma del merila cupola riuscirebbe autoportante diano della cupola e l'inserzione anche durante la fase della sua co- nel suo interno di una speciale struzione, perchè l'ultimo anello muscolatura destinata ad agire deposto sul sottostante, deposto prevalentemente durante la fase di

Se la cupola è a pieno centro, pola sia a sesto acuto (fig. 5).

Ma in corrispondencupola, laddove cioè la forte inclinazione dei stoso aggetto e rende vano il beneficio deri-

fa fede la sua istruzione, da alla inserzione in esso dell'ultimo prender consiglio dal momento, la stabilità di quello ancora supefase costruttiva; tali conci poi po- nelleschi non può fare a meno di essa non farebbe se fosse liscia. tranno sostenersi reciprocamente ricorrere ad una centina o ponte di servizio per la costruzione del- le lesioni della cupola di Santa sovrapposti, una volta collocato e l'ultima parte; ponte a sua volta Maria del Fiore, si può riconoscere

non già poggiante a terra ma sostenuto da sostegni infissi nella parte già costruita di cupola.

Il secondo espediente escogitato dal Brunelleschi per rendere stabili i conci d'anello prima della loro chiusura è quello di assicurarli, inchiodandoli quasi, alla parte inferiore per mezzo di mattoni disposti per costa ed immersi per metà nell'anello sottostante già assicurato e, per metà, nei tronchi dell'anello superiore da assicurare. E poichè i mattoni vengono disposti a gradini affiancati sempre dalla medesima parte, ne derivano delle muscolature oblique che nervano diagonalmente le otto facce della cupola (fig. 6).

Così ogni mattone di una di anelli nei quali l'anello intero vien tuenti l'anello in costruzione po- queste muscolature, con la sua

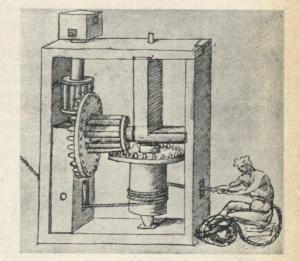


Fig. 14.

vante dall'acutezza del sesto, il continuità e quindi alla chiusura pericolo di strapiombo si ripre- ed alla stabilità del parallelo sotsenta; il Brunelleschi lo avverte tostante e per metà sostiene un e se ne preoccupa tanto, come tronco di quello soprastante fino prescrivere da un lato materiali mattone di costa che termina di leggeri e suggerendo dall'altro di rendere stabile l'anello e prepara giovandosi dell'esperienza dei Mae-riore. E poichè i mattoni di una stri demandati all'impresa. « Gli stessa spirale sono affiancati, sia sproni » — egli dice — « murati procedendo verso l'alto — come tutti di pietra di macigno e pietra già detto -, sia procedendo seforte fino all'altezza di braccia 24; condo il raggio, si produce nel e da indi in su si muri di mattoni massiccio murario una superficie o di spugna, secondo che si deli- elicoidale tutta dentature che imbererà per chi allora l'avrà a fare», pedisce lo spostamento radiale dei Giunto a tal segno, difatti, il Bru- materiali ancor meglio di quanto

Osservando dall'interno una del-

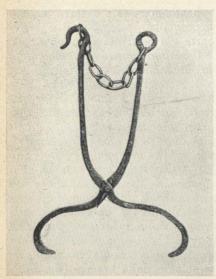
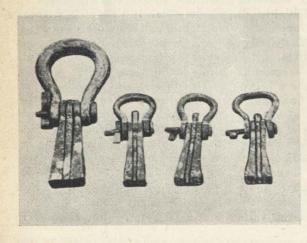


Fig. 15.

che, per un breve tratto, essa segue un filare di mattoni disposti appunto secondo una delle nervature brunelleschiane (fig. 7). In un disegno del Gabinetto delle stampe della Galleria degli Uffizi di Firenze, di mano di Antonio da San Gallo il Giovane, è riportato pole ed al quale si ispirarono tutti gli architetti toscani del 1400, coa spina di pesce come, forse impropriamente, s'usa dire, diviene una delle caratteristiche peculiari delle strutture di cupola della prima Rinascenza. È infine interesvisa in tanti triangoli gobbi cioè



al suo asse geometrico; e poichè ciò è reso impossibile dalla resistenza dei costoloni fondamentali, anche per questo motivo lo strapiombo è vietato.

4. - Si può discutere sul mag-

giore o minore merito del Brunel-

leschi nella priorità di aver ideato i detti accorgimenti per rendere autoportante la sua cupola durante la fase di costruzione. Certamente il di lui soggiorno romano deve avergli posto sotto gli occhi avidi d'ammirare le costruzioni degli antichi, vari accorgimenti del genere. Si trova riportata nei libri una antica cupola dove sono indicate le nervature dette a spine di pesce non soltanto in uno ma in due sensi (fig. 9). Così pure, gli antichi, per far sì che i conci d'arco si reggessero da sè come travi incastrate in basso prima della chiusura dell'anello completo e per far sì che la loro resistenza alla flessione verso l'interno fosse rilevante, pensarono di incartarli: difatti mentre un foglio di carta non presenta resistenza alcuna a lo schema costruttivo (fig. 8) usato chi lo voglia inflettere, ne presendal Brunelleschi in tutte le sue cu- terebbe una più o meno grande quand'esso sia rivoltato a forma di un tubo o di semitubo. Sono sicchè l'accorgimento delle spirali famosi a questo proposito il Serapeo di Villa Adriana (fig. 10) e il Tempio di Siepe al Campo Marzio (fig. 11) nei quali la cupola può immaginarsi costituita da tanti spicchi accartocciati che, quando anche sante osservare che a cupola ter- siano sciolti gli uni dagli altri, cioè minata, questa viene dalle super- siano privi del beneficio della cerficie a spirale sopra dette suddi- chiatura offerta dall'anello completo, si sosterrebbero da sè in granon piani che, se dovessero stra- zia del forte momento d'inerzia piombare, richiederebbero una ro- dovuto all'accartocciamento. Ma tazione di tutta la cupola attorno non mi sembra che di questo mezzo

abbia potuto valersi il nostro Filippo.

5. - Ma se questi non è il primo inventore degli accorgimenti costruttivi dei quali abbiamo parlato, egli ne è un superbo traduttore in atto. Egli è il vero Impresario dell'Opera nel senso moderno della parotecnico; egli giunge

macchine speciali per sollevare materiali nelle quali utilizza lo imbocco « ruota elicoidale » vite senza fine » (figure 12 e 13) ed il rocchetto a perni (fig. 14); morse per aggrappar e sollevar macigni (fig. 15); ulivelle da infilare ed espandere in appositi fori praticati nei macigni per sollevarli (fig. 16). Ed osservando tutti questi disegni il nostro pensiero corre istintivamente ad altri disegni simili di tratto e simili d'intento che possiam trovare nei codici lasciatici dalla mano superba di Leonardo il quale dovrà nascere sei anni dopo la morte del nostro.

6. - Finalmente, dopo sedici anni di lavoro, il 30 agosto 1436 si fa festa per la chiusura della cupola; il 15 aprile 1444 si inizia la costruzione dei ponti per l'erezione della lanterna secondo il progetto di Filippo, dopo tutte le abitudinarie cautele e discussioni approvato. Esattamente due anni dopo, il 15 aprile 1446, muore Brunelleschi e, ad eternarne la memoria, vien decretato il 13 dicembre dello stesso anno, un monumento funerario da erigersi in Santa Maria del Fiore, cioè in quello che fu - com'ebbe a dire il Promis — « campo di sua gloria » e, ad un tempo, il maggior monumento cui si sarebbe inspirata la Architettura toscana della Rina-

V. Conclusione.

1. - Molto fu scritto sulle difficoltà tra le quali dovette destreggiarsi il Brunelleschi per far approvare il suo progetto; difficoltà da ascriversi - secondo il parere di non pochi - almeno in parte, al suo caratteraccio.

Se pur è falso che a Firenze come racconta il Manetti - nell'occasione della scelta dell'artefice per le porte di bronzo del Battistero egli rifiuti la collaborazione anche a costo di perdere - come effettivamente perde — l'incarico; se pur è falso che egli tenga gelosamente nascosti disegni e modelli e che quando è costretto a mostrarli a quelli che per l'arte loro possono carpirgli qualche la, cioè nel senso buona idea, li mostra, ma facenp i ù squisitamente do in modo che se ne capisca il meno possibile; se pur è falso che perfino ad escogitare Filippo, accecato dall'ira, faccia

a pezzi il modello del palazzo per che, approfittando dell'assenza di dice di non volerlo più fare; è peraltro certamente vero che, al ammirando in Filippo genio e coraggio, ne temono il carattere litigioso e qualche volta ne sono ristucchi. Così gli affidano bensì ancora il progetto della lanterna, ma ad un ben preciso patto cui forse fu obbligato un artefice; col patto cioè che piaccia a lui « quod placeat eidem deponere omnes rancores in eo permanentes et illam partem quae requirit correptionem in dicto suo modello, corrigat et emendet, quantum judicatur in eo ». Deponga dunque le ire e la presunzione d'esser tale da non venir corretto da alcuno.

2. - Del resto, il nostro Filippo. da buon fiorentino, aveva a sua disposizione una lingua tagliente ed una penna appuntita.

Sembra sia da attribuirsi a lui un epigramma contro Donatello, nale a Roma e collaboratore a Firenze, al tempo nel quale l'amicizia tra i due temporaneamente vita il compagno a non montar in superbia per aver fatto le porte della Sacrestia vecchia di S. Lorenzo — lavoro giudicato non troppo felice - e lo consiglia di occuparsi strettamente della sua arte. Ecco l'epigramma:

Dimmi, Donato, senza alcun ritegnio, Chi più di loda è degnio: Cholui che in lizza suona il serpentone. O cholui che più cozza a paragone? Ma tu che sì ti gomphi De' tuoi tanti triomphi. Fa tacer quella gente sì loquace, Et opera con pace; Allora sì coglierai a manate Le lodi più presiate...

Ma se Filippo ammonisce in un tono ancora bonario il suo Donato. ben più acerbamente se la prende con altri, incauti o malevoli esecutori dell'opera sua, come Giovanni da Prato pur tutt'altro che oscuro edificatore, oppure come Francesco della Luna, influente e ricco mercante di seta che ha la mania di ritenersi un grande Architetto e

Cosimo de' Medici quando questi, Filippo chiamato a Milano da Fiche glielo aveva commesso, gli lippo Maria per fabbricar la fortezza, gli guasta il progetto della facciata dell'Ospedale degli Innofine di rendere manifesta l'inca- centi e il piano superiore del Papacità altrui, lascia l'emulo solo lazzo di Parte guelfa; oppure codi fronte al problema dandosi ma- me quell'Antonio di Manetto Ciaclato e che gli Operai i quali, pur cheri che, se pur non riesce a guastare un progetto a Brunelleschi, pur riesce a guastare lui stesso con Cosimo de' Medici.

Contro uno di costoro dev'essere rivolto un sonetto di carattere burchiellesco e di senso un po' oscumai, nella storia dell'architettura, ro nel quale il nostro Filippo descrive il suo detrattore.

Ecco il sonetto:

Panni alla burchia e visi barbizechi, Atti travolti, e persone sconnesse Parieno in tresca come giente besse. A guisa di virtù si rendon ciechi. Ahi arte sua morata, che pur rechi Umana proprietà, ma chi ti elesse? Altro che ignoranza e quivi resse, Cercando per lo ver con gli occhi biechi. Natura pazza scaglia pazzi effetti Perch'hanno a somigliar le lor cagione, Onde convien che così l'arco gietti. Benché 'gnoranza non merti sermone, Se t'acidi pensier fosser più retti Darien conforto a chi col ver s'appone.

E il senso sarebbe questo: Panche pure è di Filippo contuber- ni bizzarri e visi arruffati; parrebbero un insieme di gente sciocca sì da esser cieca ad ogni virtù. Ahi, Architettura, che pur possiedi s'offusca. Filippo, in sostanza, in- umana dignità, quali persone mai si son fatte tuoi Ministri! La sola ignoranza può trattarti così, chè cerca il vero con occhi biechi. Una stolta natura produce necessaria-

Fig. 17.
Antica facciata di Santa Maria del Fiore



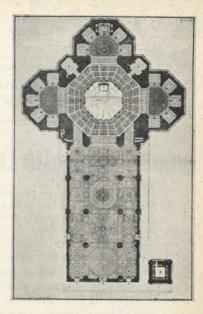


Fig. 18.
Pianta di Santa Maria del Fiore (Sgrilli).

mente stolti effetti: perchè questi devono rassomigliare alla causa che li produsse; come l'arco scaglia lo strale col quale fu caricato. Benchè l'ignoranza non meriti ammonimento, pur dico che se i tuoi segreti pensieri fosser più retti, conforterebbero colui che ama

3. - Ed or basta; chè se l'epigramma od il sonetto letterariamente troppo non reggono, pur regge, sta ritto ed impavido l'oggetto di tanti « lavorii », di tanti plebisciti, di tanti giudizi, la causa di tante competizioni, la sorgente di tante parole. Santa Maria del Fiore, col suo Cupolone che fa riviver nei secoli i nomi di Arnolfo, di Francesco Talenti, di tanti Maestri e di tanti Dipintori, di Ser Filippo e, sopratutto, il genio e il gusto del Popolo fiorentino, che ha camminato, spesso alla cieca, senza saper dove andava, ma che, dal suo spirito di critica sorretto, ha saputo creare il Capolavoro.

E a me, che mi son presentato anch'io al vostro plebiscito e al vostro giudizio, non rimane che ripetere con gli Operai di Santa Reparata in quel loro latino da Teofilo Folengo: « Quicunque, si vellet aliquid dicere, dicat; quod ad me, qui gratiose auditus sum, benevolentia vestra optime providebor ».

Giuseppe Maria Pugno

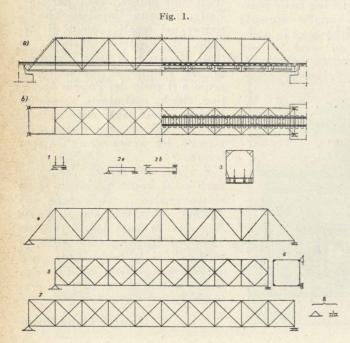
RASSEGNA TECNICA

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

Ipotesi e realtà nel calcolo statico del ponte metallico

Premesse alcune osservazioni sul progetto delle opere dell'ingegneria civile, e in particolare del ponte, si accenna alle riduzioni a schemi semplici, indispensabili per il calcolo, soffermandosi sul caso del ponte ferroviario reticolare. Si riportano le critiche mosse da varie parti ai procedimenti soliti degli ingegneri e si indicano i motivi per cui questi procedimenti soddisfano al loro scopo.

Nel 1913 Paul Séjourné nelle prime righe della prefazione al suo classico e ponderoso trattato « Grandes voûtes » scriveva: « Si fa una volta sull'esempio di quelle già costruite, è affare di esperienza... fatto il progetto si verifica se la costruzione tiene ». L'aforisma del grande Maestro è valido in un campo ben più vasto di quello per cui venne enunciato: si adatta a tutti i ponti, anzi a tutte le costruzioni. L'esperienza nostra e quella altrui, passate al vaglio d'una critica cauta e serena, ci suggeriscono l'architettura generale del ponte: materiale, tipo, lineamenti principali, dimensioni essenziali delle masse portanti e di quelle che le reggono o le contrastano. In questa prima fase del progetto predominano l'arte del costruire e gli esempi del passato, ma da questi esempi dobbiamo trarre soltanto una molto libera ispirazione e rifuggire dalle imitazioni servili, dalle pigre ripetizioni e più ancora dai vergognosi plagi, sforzandoci di lasciare invece una qualche impronta personale in tutte le nostre opere. Poi, quando occorra, subentra la scienza delle costruzioni: quando occorra si è detto, perchè l'ingegnere provetto non calcola se non lo ritiene necessario e non glie lo impongono regolamenti o



capitolati. Ci sono, ed esistono a migliaia, i ponti di piccola luce, in condizioni di cose non insolite, per i quali il calcolo è ozioso e che richiedono solo ovvi adattamenti al terreno, dei moduli o tipi normali approntati e spesso editi dalle grandi amministrazioni pubbliche e private; ma qualora le azioni esterne o le luci, o le forme oppure le caratteristiche resistenti ed elastiche dei materiali non siano le usuali e perciò manchi un'esperienza provata e abbastanza lunga di casi consimili, si deve dimostrare che l'opera proposta tiene, per usare l'espressiva frase del Séjourné, che cioè è resistente ossia che, nelle più sfavorevoli condizioni in nessun punto le tensioni interne superano il carico di sicurezza e che si rimane al disotto di quei carichi critici per i quali può manifestarsi instabilità dell'equilibrio elastico.

Più di rado si deve provare che la deformazione massima sotto carico non supera un valore prefisso. Le accennate dimostrazioni possono esser fatte con mezzi assai diversi: il mezzo più comune è quello di applicare

le teorie della scienza delle costruzioni e della resistenza dei materiali: si sono ideati a questo scopo molti ed eleganti procedimenti analitici e grafici, e perfino apparecchi idonei a facilitare i calcoli ed a renderli più rapidi. Queste teorie, se si ha buona conoscenza anche delle ricerche recentissime, offrono il mezzo di trattare le questioni più disparate, di tener conto di leggi d'elasticità meglio aderenti al comportamento dei materiali, anche fuori dei limiti della legge di Mooke e di considerare l'intervento di fenomeni plastici, ma la complessità delle strutture, sempre spaziali e in alto grado iperstatiche, obbliga a sostituir loro un modello assai schematico dell'opera reale. Nasce così una non evitabile incertezza sulla approssimazione e sul valore dei risultati ottenuti, ciò che conduce spesso l'ingegnere ad esagerare le dimensioni delle costruzioni;

le analogie meccaniche e quelle fisiche, in particolare quelle elettriche col problema elastico: esse rendono ottimi servizi e permettono di evitare gravi difficoltà di calcolo, ma valgono solamente se i materiali non vengono sollecitati oltre il limite di proporzionalità e non sempre la loro traduzione in atto porta a sistemi di facile preparazione e di agevole interpretazione, esenti da errori per svariate cause dipendenti dall'analogia prescelta.

gli influenzografi e gli apparecchi analoghi (Nupubest ecc.) fondati sull'impiego di laminette molto sottili e quindi molto deformabili e per questa ragione appunto in relazione piuttosto complessa con le forze applicate o con i locali spostamenti impressi a qualche punto dell'apparecchio. Si ha per lo più la tendenza a voler grandi le deformazioni dell'apparecchio e, invece, si ottengono valori utilizzabili soltanto se ci limitiamo a spostamenti piccoli, da valutare col microscopio. Anche per il tracciatore di linee d'influenza del Beggs, che pure risente assai meno del difetto accennato, conviene rimanere in deformazioni piuttosto piccole;

i modelli e in particolare i grandi modelli, la cui sperimentazione richiede attrezzature costose, operatori molto abili, grandi cure nel preparare ed eseguire le prove, molte cautele nell'interpretarne i risultati. Essi possono riuscire assai vantaggiosi in parecchi casi di costruzioni importanti e fornire ottima indicazione nello sviluppo dei grandi progetti; è quindi irragionevole e segno di mentalità arretrata il negar loro ogni utilità. Ma, per contro, non bisogna credere che essi risolvano compiutamente e in modo perfetto ogni nostro difficile problema di progetto, né si dovrà richiedere loro più di quanto possono dare, che però è già molto. Di essi si è fatto impiego nello studio del progetto preliminare di grandiosi ponti sospesi irrigiditi ad una travata.

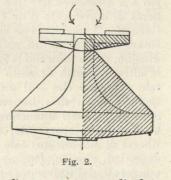
I punti sopraelencati sono degni di una trattazione piuttosto ampia, ragioni di spazio mi persuadono ad accontentarmi di illustrare qui alcuni particolari relativi al calcolo statico (¹), il quale comprende le seguenti operazioni:

a) analisi del carico utile e dei carichi parassiti nonchè di ogni altra azione capace di modificare lo stato di tensione e quello di deformazione dell'elemento strutturale preso in esame;

b) determinazione dello stato di tensione e di quello di deformazione, per le condizioni più sfavo-

revoli e talora anche per altre suggerite dalle particolarità del caso considerato;

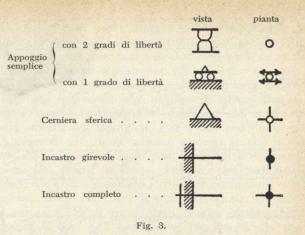
c) giudizio de l grado di sicurezza, il qual giudizio implica la conoscenza delle proprietà elastiche e di resistenza del materiale nelle condizioni di impiego, nonchè la scelta d'un opportuno criterio



atto a valutare il pericolo di rottura oppure di sfiancamento (graduale o subitaneo);

d) talora anche dimostrare che le deformazioni sotto carico sono compatibili con il normale uso del ponte e non ne riducono troppo la sua resistenza alle azioni dinamiche.

Ma prima di iniziare le operazioni ora elencate è necessario ridurre il ponte che come tutte le co-



struzioni è un sistema spaziale iperstatico in grado molto elevato, ad un modello schematico, alterando, o magari eliminando qualche vincolo esterno od interno; poi si decompone idealmente (²) il modello così ottenuto in: travi, lastre o travature reticolari assoggettabili alle teorie della resistenza dei materiali, attribuendo loro oppurtune condizioni di vincolo, in genere più semplici di quelle effettive.

Vediamo come si procede in pratica per una struttura abbastanza comune: quella del ponte rappresentato in figura 1, che è un ponte metallico per ferrovia a semplice binario, a via inferiore, chiuso (cioè dotato di entrambi i controventi), con travi maestre del tipo Warren, semplicemente appoggiato, con due appoggi fissi e due scorrevoli nel senso longitudinale. È un tipo molto frequente sulle nostre ferrovie. La parte sinistra della figura 1 a) mostra il prospetto dell'opera e la parte destra ne dà la sezione longitudinale; la figura 1 b) rappresenta: a sinistra il controvento superiore e la proiezione orizzontale del portale o riquadro d'ingresso, e a destra la via ed il controvento inferiore.

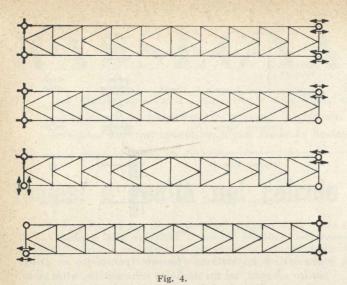
Nei calcoli si incomincia sempre dagli elementi più vicini al sovraccarico per passare a quelli che immediatamente li susseguono e così via via fino a giungere agli appoggi ed ai piedritti. Nel nostro caso, poichè le dimensioni delle rotaie sono già fissate dall'armamento della linea a cui appartiene il ponte, la successione degli elementi da calcolare è questa: traversina (1), longoni o longarine (2 a e 2b), traversi (3), travi maestre (4), travi di controvento (5 e 7), portale d'estremità (6), appoggi (8).

La traversina, in genere, non si calcola: se ne sono applicate tante che si sa già quale sezione convenga adottare in ogni caso pratico. Se, eccezionalmente il calcolo è richiesto, la traversina si ritiene semplicemente appoggiata su longoni.

Le travi d'impalcato [longoni (2) e traversi (3)]

⁽¹⁾ Su qualcuno dei punti qui appena accennati, mi sono esteso, più diffusamente e avendo riguardo ad ogni costruzione, nella nota: « A proposito di sistemi iperstatici » pubblicata negli « Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino », 1939-40.

⁽²⁾ Lo studio del ponte come sistema spaziale e in partico'are quello della sua decomposizione in travature piane ha dato luogo ad una serie di memorie riassunte da K. Wiechard In. 3 dell'articolo IV 29 b. pag. 551 dell'Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften, Leipzig 1914; tra queste memorie sono particolarmente notevoli quelle di H. F. B. MÜLLER - Breslau, Beiträge zur Theorie der Windverbände eiserner Brücken in Zeitschrift für Bauwesen, 1904, pag. 115 e 1905, pag. 133, e di W. Schlink, Brückenträger als Raumfachwerke in Verhandlungen d. Vereins für Gewerbefleisses, 1904, pag. 181. Sull'argomento, occupandosi anche delle condizioni di vincolo, ritornò lo Schlink al n. 93, pag. 302 e segg. della sua Technische Statik, Berlino 1939.



formano un reticolato con molte indeterminazioni nel quale i collegamenti delle varie aste sono mal definibili. Un carico qualsiasi sopra un qualunque longone interessa in misura sensibile parecchie altre travi d'impalcato. Lo studio di un tal reticolato, (fatto per lo più avendo di mira un analogo problema — quello dei ponti con parecchie travi maestre - ha dato lo spunto a ricerche teoriche eleganti; che però nel calcolo del reticolato delle travi di impalcatura si applicano di rado perchè i procedimenti suggeriti sono complicati e portano a laboriosi computi: ci accontentiamo invece di prendere in esame due condizioni limite e cioè l'appoggio semplice agli estremi per determinare la sezione del longone, (fig. 1, 2a), mentre per proporzionare gli attacchi del longone al traverso si fa l'ipotesi di un incastro perfetto (fig. 1,2b).

Nel calcolo della sezione dei traversi si astrae di regola dall'incastro parziale offerto dalle travi maestre, o al più si tiene conto di un incastro molto imperfetto, il cui grado si fissa con criterio pratico. Studiando l'attacco si esagera invece il valore del momento di incastro. Volendo raggiungere una migliore approssimazione, nei ponti chiusi del tipo ora considerato, si isola idealmente un riquadro figura 1, 3) che si suppone appoggiato in basso oppure in alto, secondo che le aste inclinate della trave maestra adiacenti al riquadro concorrono in un nodo del corrente inferiore oppure in uno del corrente superiore.

Le travi maestre si immaginano isolate dalla struttura spaziale di cui sono parte, e si ritengono semplicemente appoggiate agli estremi (fig. 1, 4). Accettando l'ipotesi usuale delle applicazioni della statica grafica i nodi vengono ritenuti cerniere senza attrito; nella grandissima maggioranza dei casi basta proporzionare le dimensioni delle aste del sistema reticolare tali che resistano agli sforzi (sforzi principali) determinati nella precedente supposizione.

I controventi si calcolano come travi reticolari appoggiate nel modo rappresentato dalla fig. 1,5) per quello superiore e da quella 1, 7 per il corrente

Il portale o riquadro d'ingresso (fig. 1, 6) è analogo a quello della fig. 1, 3) e si calcola allo stesso modo.

Per gli appoggi (fig. 1,8); ove le dimensioni dell'opera o i carichi non siano eccezionali, si ricorre di solito a tipi normali, altrimenti essi si calcolano applicando la teoria della durezza.

Possiamo chiederci fino a che punto gli schemi da noi considerati corrispondono alla realtà.

Le condizioni di vincolo postulate per la traversina sono soddisfatte assai bene, allorchè si ricorre a dispositivi che concentrino la reazione del longone ma sono accettabili in tutti i casi pratici, anche se la lunghezza della superficie di appoggio (secondo l'asse) provoca un certo incastro.

Le condizioni di vincolo supposte per il longone sono due diverse (una per la sezione centrale [figura 1,2a] l'altra per gli attacchi [fig. 1,2b]) e in netto contrasto fra loro: sono condizioni estreme, all'una oppure all'altra possiamo in effetto avvicinarci secondo la posizione del carico, esse conducono, salvo rarissime eccezioni, a sollecitazioni più grandi di quelle effettive. Più di rado si considera il reticolato d'impalcatura nel suo complesso.

Anche le ipotesi di vincolo delle traverse sono schematiche: già si osservò che al carico insistente sopra un traverso non reagisce il solo riquadro di cui esso fa parte; tutti quanti intervengono in diversa misura. I procedimenti di calcolo che considerano il reticolato effettivo dell'impalcatura si usano anche per il proporzionamento dei traversi, quando occorra una buona approssimazione.

Una più ampia trattazione richiede l'esame critico della solita decomposizione della travatura spaziale (che è al tempo stesso labile ed a vincoli sovrabbondanti) in quattro travature piane isostatiche e geometricamente determinate (2 travi maestre e 2 controventi): (fig. 1). Il ponte ha in genere due appoggi fissi e due scorrevoli parallelamente al suo asse, ma può anche essere vincolato in altro modo. Il numero delle condizioni di vincolo dipende dal tipo di appoggio adottato: se, per esempio l'appoggio è a bilanciere del tipo della figura 2 delle 6 libertà di movimento d'un corpo nello spazio (3 traslazione e 3 rotazioni) ne rimane una sola: quella di rotare intorno ad un asse normale al piano del disegno, come indicano le frecce segnate nella figura; le altre 5 libertà di moto sono ostacolate e quindi tale appoggio che è il più frequente nei ponti di qualche importanza, impone 5 condizioni di vincolo. Se al disotto del bilanciere si collocano dei rulli si ha il carrello scorrevole, che concede un'ulteriore libertà di movimento: tale carrello dà quindi 4 condizioni di vincolo. Due appoggi fissi e due carrelli scorrevoli, del tipo sopra considerato, corrispondono quindi a 18 condizioni di vincolo, invece delle 6 che bastano a fissare un corpo nello spazio; il sistema è quindi molte volte staticamente indeterminato per sovrabbondanza di vincoli esterni. È possibile ridurre il numero delle indeterminazioni con altri tipi di appoggio, che consentano tutte le rotazioni, cioè che non incastrino, per esempio con bilancieri a testa sferica: l'appoggio fisso corrisponde allora a 3 condizioni di vincolo, il carrello a 2 e quindi in totale si avrebbero 10 condizioni di vincolo. Introducendo i simboli della figura 3 (altri simboli introdurremo di mano in mano quando se ne presenti la necessità) potremo rappresentare la pianta di un

ponte vincolato nel modo suddetto, con la fig. 3 a). Le condizioni di vincolo si riducono a 9 (fig. 4 b) se, come in qualche ponte piuttosto largo si introduce un carrello con due libertà di traslazione: o anche ad 8 solo se si sostituisce con un carrello uno degli appoggi fissi (fig. 4 c).

Supposti i nodi formati da cerniere sferiche, come postula la statica grafica delle travature spaziali, non ostante la presenza dei molti vincoli, esterni sovrabbondanti il ponte sarebbe labile: le travi maestre potrebbero rotare intorno alla retta che ne congiunge le cerniere inferiori, e il controvento superiore si potrebbe traslare. Considerazioni elementari di statica dello spazio fanno vedere che mancano due aste per raggiungere la rigidezza cinematica: bisognerà a questo scopo aggiungere in due riquadri un'asta per ciascuno (fig. 5), ciò che è molto facile nei ponti a via superiore, ma è quasi sempre impossibile in quelli a via inferiore. Si possono anche impedire le variazioni angolari dei diedri formati dalle travi maestre e dai controventi ricorrendo a due robustissimi portali, più esattamente a due riquadri, di estremità, capaci di resistere a grandi momenti flettenti senza deformazioni sensibili: la fig. 6 ne mostra un tipo a parete piena adatto a travi maestre terminate da montanti; la fig. 7 un tipo reticolare adoperato con travi maestre trapezie. Di regola si rinforzano i montanti estremi che già devono aver membrature di grosse dimensioni perchè soggette ai grossi carichi concentrati trasmessi dagli appoggi, non è invece consigliabile rinforzare qualche riquadro che non posi direttamente sui piedritti.

Qualche ponte manca del controvento inferiore, e allora (fig. 8) ogni riquadro verticale presenta un'asta diagonale: è una disposizione applicabile ai soli ponti a via superiore. In quelli a via inferiore di piccola altezza, la sagoma di spazio libero impedisce la posa del controvento superiore: occorre in tal caso unire molto robustamente le traverse con i montanti delle travi principali (fig. 9).

Heinrich F. B. MÜLLER-BRESLAU confrontò i risultati del calcolo fatto applicando la solita riduzione della travatura effettiva in travature piane con quelli del calcolo fatto considerando il reale sistema spaziale iperstatico; dall'esame di parecchi schemi diversi trovò che:

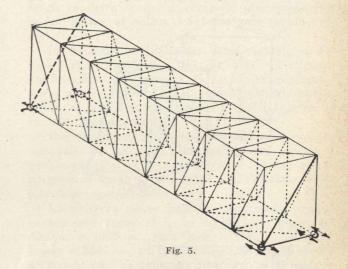
i valori delle tensioni nelle aste delle travi di controvento dovute alle azioni orizzontali erano molto diversi secondo che si ricorreva all'uno oppure all'altro metodo.

gli sforzi provocati nelle aste di parete delle travi di controvento dai carichi verticali erano maggiori di quelli provocati in dette aste dal vento.

La pratica costruttiva non tenne conto di questi risultati, che urtavano contro abitudini inveterate. come neanche modificò le disposizioni generali del ponte per accettare i suggerimenti di Guglielmo SCHLINK il quale sopprimendo qualche asta di controvento giunse a travi spaziali isostatiche che si potevano decomporre in sistemi piani pure isostatici senza che la distribuzione delle tensioni ne venisse alterata.

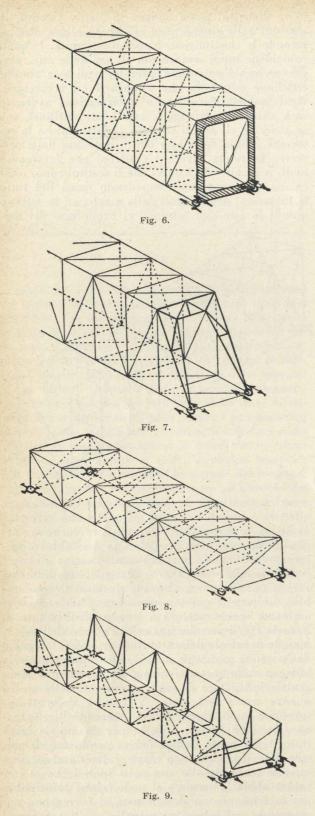
Un altro punto, assai più controverso e sul quale si discute tuttora è quello di stabilire se sia lecito considerare i nodi delle travi maestre come cerniere

prive d'attrito; come insegna la Statica Grafica, le tensioni nelle singole aste sarebbero allora dirette, secondo le congiungenti i nodi d'estremità, le quali coincidono quasi sempre con gli assi delle aste, perciò, esclusa l'inflessione laterale, ogni asta rimane rettilinea e non fa che allungarsi od accorciarsi. Ogni maglia triangolare a deformazione avvenuta sarà ancora un triangolo, con i lati rettilinei, ma in generale gli angoli saranno variati; poichè la rotazione mutua delle aste non è impedita dalle cerniere. In realtà invece i piastroni che formano i nodi, o gli altri dispositivi che li sostituiscono, ostacolano dette rotazioni impedendo quasi del tutto le variazioni degli angoli della maglia ed incastrano quindi le aste agli estremi, vi producono dei mo-



menti flettenti che le incurvano. La deformazione effettiva è quindi l'opposto di quella che avremmo avuto se fossero esistite le supposte cerniere, nel qual caso, come si osservò, le aste si sarebbero conservate rettilinee (e in realtà si inflettono) e gli angoli della maglia si sarebbero, di regola, sensibilmente variati (e invece si modificano di quantità trascurabili). Colpito da questa osservazione Charles RABUT, eminente sperimentatore e membro dell'Istituto di Francia (3), si permise una critica acerba dell'usuale metodo di calcolo delle travature reticolari insegnato dalla statica grafica, e lo denunciò « una ciurmeria indegna della nostra tecnica ». Il RABUT, pur tanto geniale indagatore di molti argomenti della nostra scienza aveva esagerato; i fautori delle travature con nodi rigidi (trave Vierendeel) gli tennero bordone. Non è difficile, per quanto sia laborioso, tener conto delle effettive condizioni di vincolo delle aste; a questo scopo si determinano anzitutto le tensioni nelle aste nella ipotesi che la travatura abbia le cerniere ai nodi (sforzi principali); poi le tensioni così determinate si correggono aggiungendo agli sforzi principali, quelli secondari, dovuti alla rigidezza dei nodi, o ad altre eventuali cause. I calcoli eseguiti sopra i consueti schemi di travature mostrano però che gli sforzi secondari hanno bensì effetti locali d'una certa importanza, ma non hanno in fondo tale influenza sul regime complessivo della struttura da dover essere sempre

⁽³⁾ Le parole testuali del RABUT sono « une fumistérie indigne ».



considerati nel giudicare della sicurezza di un'opera. È quindi lecito attenersi ancora ai procedimenti impiegati da molto tempo con un ottimo successo.

La teoria della resistenza dei materiali è piena di contraddizioni analoghe a quelle di cui abbiamo ora parlato: citeremo il postulato della conservazione delle sezioni trasversali piane, fondamento non sempre confessato dalla teoria pratica della flessione. Partendo dall'ipotesi che la sezione rimanga piana si giunge alla conseguenza che le inevitabili tensioni tangenziali obbligano invece la sezione ad incurvarsi. Ma anche qui la ipotesi, erronea, conduce a risultati approssimati per le applicazioni.

Il calcolo delle travi di controvento e quello del riquadro di ingresso si prestano ad obbiezioni analoghe a quelle ora esposte; le condizioni di vincolo e di sollecitazioni considerate nel calcolo sono ancora più arbitrarie di quelle ammesse per le travi maestre.

Anche il calcolo degli appoggi presenta punti oscuri e malcerti.

Possiamo da questa rapida analisi di un caso particolarmente semplice trarre la conclusione: vi è molto di convenzionale e di impreciso nei fondamenti dei nostri calcoli ma d'altra parte la esperienza ci prova che anche partendo da ipotesi imperfette giungiamo a risultati sufficienti. Vediamo ancora con quanta cautela si debba procedere sia nell'estenderli a materiali ed a forme nuove, sia nel modificare parzialmente i procedimenti sanciti dalla pratica, che, se sarà necessario abbandonarli, dovranno essere interamente sostituiti, senza un previo periodo di esperienza e di prova.

Le scienze dell'ingegnere, disse Gabriel LAMÉ (4), uno dei più profondi teorici dell'elasticità, sono scienze di attesa, che devono risolvere subito urgenti problemi con una certa approssimazione: per esse egli invocò la massima comprensione da parte dei cultori della scienza pura. La soluzione di molti problemi, ancora grossolanamente trattati, verrà col tempo, intanto non dobbiamo mirare a quella illusoria precisione che parlando del calcolo delle travature reticolari Guglielmo RITTER (5), un altro grande maestro, tacciò di ridicola pretesa. Alla teoria non dobbiamo chiedere più di quella sommaria ed approssimativa visione che essa è in grado di darci e che basta per la pratica ordinaria e corrente. Ma per dar un qualche assetto alle nostre cognizioni sulle costruzioni è necessario conoscere a fondo questa teoria, pur se ci permetteremo non di rado, come osservava Alfredo BACCARINI in un altro campo dell'ingegneria di ricorrere « a quelle specie di induzione che soddisfano ragionevolmente la pratica anche rimanendo nei limiti di una larga approssimazione » che è tuttavia accettabile « per essere sempre vero che si cammina meglio al chiaro di poca luce che al buio perfetto ».

Giuseppe Albenga

Viabilità invernale e tecnica sgombraneve

L'A. imposta il problema delle cause che sono di ostacolo ad una efficiente viabilità invernale e tra queste individua nella neve quella che è più facilmente rimuovibile. Fatte alcune considerazioni fisico-meccaniche sulla neve, traccia poi un quadro dello stato attuale c'elle macchine e della tecnica dello sgombero, ordinando sistematicamente la materia ed aggiungendovi alcuni rilievi personali.

Generalità

Durante l'inverno il ritmo della circolazione stradale viene rallentato dalle avverse condizioni metereologiche: nebbia, gelo e neve costituiscono infatti delle gravi cause di insicurezza e quindi degli ostacoli al rapido fluire del traffico, quando non ne determinino addirittura l'interruzione, sia essa stagionale, come si verifica sulla maggior parte dei passi alpini, o di qualche giorno, come è spesso accaduto in città o in campagne in occasione di nevicate più abbondanti del solito.

Intrattenersi sul danno che ne deriva all'economia nazionale sarebbe superfluo: quanto ai rimedi, non molto è possibile fare contro la nebbia,
all'infuori di un segnalamento orizzontale, sulle
strade e sugli ostacoli che le fiancheggiano, sempre più efficiente, di una illuminazione il più
possibile estesa e adatta allo scopo, di una larga
e magari obbligatoria e normalizzata applicazione
dei fari fendinebbia agli automezzi, nonchè di
una severa disciplina che imponga la segnalazione
chiara e percettibile da lontano dei veicoli eventualmente fermi sulle strade per avarie.

Il gelo è pericoloso per il traffico, poichè porta alla formazione di superfici speculari e di croste ghiacciate, che fanno scendere a valori bassissimi il coefficiente d'attrito (cfr. la tabella della fig. 1). Essendo queste ultime notevolmente più frequenti delle prime, sono quelle che arrecano le maggiori molestie. Poichè però esse sono originate proprio dai residui di neve rimasti sul piano viabile, ne deriva che tutto ci porta ad affermare che la questione più grave da risolvere, nell'ambito delle difficoltà causate dai rigori invernali alla circolazione su strada, è quella di un sollecito ed efficiente sgombero della neve 1.

Che si avesse coscienza fin dai tempi più remoti della necessità di evitare, nei limiti del possibile, i danni e le molestie causati dall'impraticabilità delle principali vie di comunicazione, in conseguenza delle periodiche nevicate, è dimostrato da molti documenti delle varie epoche.

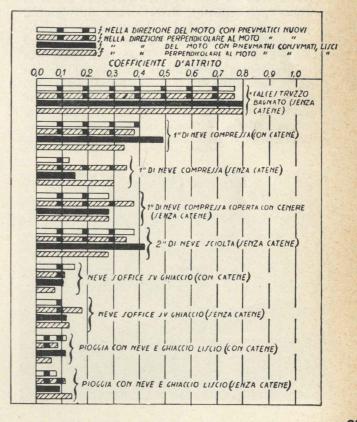
Sappiamo infatti del dovere che avevano i signori feudali in possesso di terre nella Val d'Isarco, di fornire uomini ed attrezzi per mantenere libera la strada del Brennero nel caso di forti e anticipate cadute di neve; così, nella zona del passo del Monginevro, si conserva memoria dell'obbligo fatto alle popolazioni dei villaggi vicini a Briançon, di accorrere durante le nevicate per provvedere all'apertura di una conveniente traccia fino al colle. La necessità di queste opere era d'altronde sentita anche da Nicola Balbo, consigliere del Duca Emanuele Filiberto di Savoia, che così deplorava il fatto che si interrompesse il traffico invernale attraverso alcuni colli: «il non passargli in detto tempo è avvenuto più spesso per andar dietro al solito, che non per ragionevoli motivi».

In Svizzera, nel Canton dei Grigioni, si arrivò perfino, in tempi a noi più vicini, ad allevare appositamente una razza di cavalli, i « Bergrossen », a cui si richiedeva di essere particolarmente adatti al lavoro di trascinamento degli spartineve in alta montagna.

Indubbiamente l'avvento della circolazione automobilistica ha complicato per molti aspetti il problema, ma al tempo stesso è enormemente progredita anche la potenzialità e l'efficacia delle macchine sgombraneve.

La Svizzera riesce infatti a mantenere permanentemente transitabili le strade dei passi del Maloia a 1817 m., dell'Ofen a 2155 m. e dello Julier a 2287 m. In Italia sono mantenute aperte le strade che portano al Sestriere 2033 m. e a

Fig. 1 - Coefficienti di attrito rilevati su strade ricoperte di neve o di ghiaccio (da Moyer).



⁽⁴⁾ Il Lamé a pag. VI dell'introduzione alle Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité, Parigi 1852, scrive appunto « Malgré leur utilité actuelle qui est incontestable toutes ces théories empiriques sont des sciences d'attente leur règne est essentielment passeger, interimaire et durera jusqu'à ce que la Physique rationelle puisse envahir leur domaine. Elles n'auront plus alors qu'une importance historique ».

⁽⁵⁾ WILHELM RITTER alla pag. v della prefazione al II volume delle Anwendungen der graphischen Statik nach Prof. Dr. C. Culmann ha infatti scritto « Angesicht der Unsicherheit der Wahl zulässigen Inaspruchnahme der Baustoffe befinden, erscheint häufig überflussig, ja lächerlich, die Berechnung der innere Spannungen mit voller Schärfe durchzuführen ». Bisogna quindi evitare di spingere i calcoli delle tensioni interne fino a piccole frazioni del Kgcm² (si possono citare esempi di calcoli nei quali si è cercato il valore della tensione fino a grcm²) mentre vengono trascurati o considerati grossolanamente gli effetti di azioni molto importanti.

⁽¹⁾ Non si parla qui della difesa dagli innevamenti e dalle valanghe, poichè i necessari accorgimenti protettivi fanno parte della tecnica costruttiva.

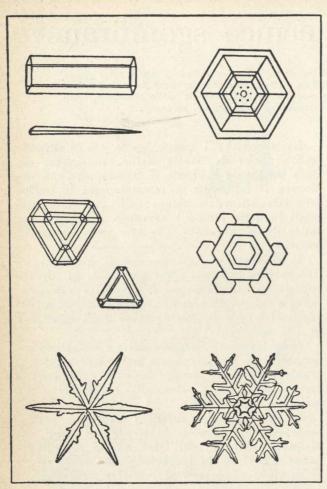
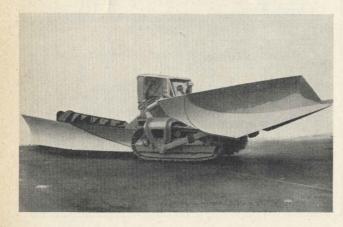


Fig. 2 - Schemi di cristalli di neve (da Erdball und Weltall).

Cervinia 2024 m. Occorre però garantire anche la continua percorribilità delle strade di pianura, in cui ogni sia pur breve interruzione cagiona danni molto rilevanti e far sì che i valichi alpini sgombri siano non una eccezione, ma bensì una mèta facilmente perseguibile qualora valide ragioni lo consiglino. Se poi particolari situazioni tecniche ed economiche suggerissero di abbassare le quote di valico ai 1600-1800 m. adottando varianti in galleria, - come in alcuni recenti progetti di cui ci si augura il prossimo realizzarsi -

Fig. 3 - Sgombraneve a spinta con triangolo rimorchiato a larghezza variabile (Fiat 55L con vomere Giovannetti e triangolo Durand).



tali soluzioni potrebbero trovare la loro giustificazione proprio soltanto nell'efficacia del servizio di sgombero della neve.

Senza contare che il problema di questo servizio assume un'importanza particolare qualora si tengano nel dovuto conto le esigenze militari, che potrebbero richiedere l'immediata transitabilità di strade e di passi in alta montagna, dove la quantità di neve accumulatasi nella stagione invernale raggiunge generalmente altezze notevolissime.

La neve

La neve è l'oggetto del lavoro che si deve compiere nello sgombero, lavoro che è in parte di disgregazione e in parte di trasporto.

Caratteristica peculiare di quest'ultimo è che, mentre per la maggior parte dei materiali si fa riferimento ai volumi o ai pesi trasportati, essendovi però tra questi valori un rapporto fisso, per la neve invece ci troviamo di fronte ad un grave problema, dovuto al fatto che la sua densità varia entro limiti amplissimi. Normalmente essa aumenta con l'aumentare dello spessore, sebbene molto più lentamente, e si può in media valutare uguale a 0,1 per 4-5 cm. di altezza dello strato, a 0,2 per 10 cm., a 0,3 per 50 cm.; l'accrescimento di densità è dovuto alla pressione esercitata dagli strati superiori e alle modificazioni interne. Il peso medio del metro cubo in condizioni normali si può pertanto ritenere variabile tra i 100 e i 400 kg., potendo arrivare a punte massime di 800-900 kg. in casi eccezionali.

Una macchina universale sgombraneve quindi, della capacità unitaria di una tonnellata, potrebbe dover sgomberare, andando ai casi limiti della neve ghiacciata e compatta e di quella fresca e soffice, da 1 a 10 mc. di materiale: di qui discendono naturalmente delle notevoli complicazioni di progetto.

Quanto al metodo da usarsi in pratica per la determinazione della densità, non vi sono difficoltà particolari.

Nel primo e — fino ad oggi — unico concorso internazionale per apparecchi sgombraneve tenutosi in Italia, per iniziativa del R.A.C.I., nel 1934, si adoperò un recipiente cilindrico senza fondo, in lamiera, del diametro di cm. 29,2 ed alto cm. 37,5 munito in basso di un orlo tagliente, portante internamente quattro graduazioni in centimetri per misurare le altezze rispetto all'orlo inferiore, in corrispondenza a quattro punti simmetricamente disposti lungo la periferia.

Questo cilindro veniva affondato, a forza, entro lo strato nevoso in superficie o in profondità, previo sbancamento di scoperta nello strato nevoso stesso. Successivamente si passava un piatto di lamiera, a guisa di vanga, sotto l'orlo del cilindro, in modo da isolare la massa nevosa imprigionata nel recipiente. Si asportava poi il cilindro col suo falso fondo badando a tenere bene aderente questo a quello durante il trasporto. Si misurava quindi, nei quattro punti sulle graduazioni, l'altezza della neve, apprezzando il mezzo centimetro, e si calcolava poi il volume della neve contenuta nel recipiente in base alla media delle quattro letture. Ogni decimetro cubo corrispondeva a cm. 1,5 d'altezza. Si versava quindi la neve in un secchio di alluminio appeso all'estremità di una bilancia a stadera, della portata di kg. 5 e graduata ai dieci grammi. Il peso netto della neve in kg. diviso per il volume espresso in decimetri cubi dava il peso unitario della neve per lo strato rappresentato dal campione.

Il metodo permise allora di abbondare nelle misure a formazione di medie, il che si dimostrò assai utile ed opportuno in quanto si ebbero a constatare variazioni sensibilissime nel peso unitario della neve da punto a punto, anche poco discosti planimetricamente, ed in ispecie da strato a strato, in uno stesso punto, anche per lievi differenze di profondità. Ciò particolarmente a causa delle successioni di geli e disgeli, nonchè della

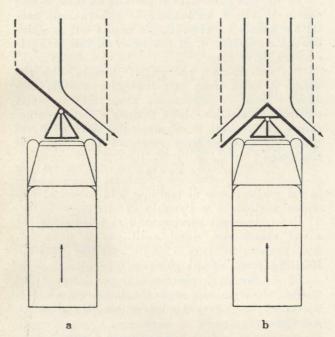


Fig. 4 - Sgombero con sgombraneve a spinta a lama semplice (a) e a lama doppia (b).

formazione artificiale degli strati di neve destinati a formare pista per le prove effettuate.

All'Istituto Federale Svizzero per lo studio della neve e delle valanghe di Weissfluhjoch si usa invece una bilancia cilindrica, costituita di un cilindro metallico aperto, della capacità di un litro, e di un pistone graduato per la lettura immediata del peso in grammi di 1 litro di neve, prelevata con l'affondamento del cilindro stesso in vari punti della coltre nevosa. Il sistema si è rivelato di praticissimo impiego.

Passando ora a trattare del lavoro di disgregazione vediamo che su di esso ha invece influenza predominante un'altra qualità che è quella che noi definiamo durezza, che fa sì che, mentre con neve sciolta prevale l'energia spesa nel trasporto, con neve dura prevalga quella spesa nella disgre-

La durezza dipende dalle forze di coesione



Fig. 5 - Sgombraneve a spinta a lama semplice in azione su strada

agenti fra le singole particelle nevose. La neve è infatti un agglomerato cristallino, la cui coesione non è quella dei singoli cristalli considerati a sè stanti, bensì quella esistente fra un cristallo e l'altro, che provoca la formazione dei cosiddetti legamenti.

Per studiare meglio il fenomeno dobbiamo risalire alla genesi delle precipitazioni nevose.

Quando vi sono nell'aria dei nuclei microscopici — formatisi spontaneamente a —39°C. per cristallizzazione del vapor d'acqua - e, per abbassamento della temperatura, l'aria diviene satura, con temperatura sugli 0°C., il vapor d'acqua si condensa e, cristallizzando — nel sistema esagonale - attorno ai nuclei sopraddetti, dà origine a dei cristalli nevosi che, generalmente, si presentano sotto forma di stelle a sei punte, di placche esagonali (diametri dai 2 ai 5 mm., spessore intorno ai 2/10 di mm.), oppure di colonnette (fig. 2).

Cristallizzata e perciò più pesante dell'aria, la formazione nevosa cade al suolo, riunendosi i cristalli fra di loro a formare bioccoli che, in condizioni favorevoli di temperatura, si conservano fino a terra.

Se la precipitazione è calma e la temperatura

Fig. 6 - Sgombraneve a spinta a lama doppia in azione su strada di campagna (rottura di spesse croste ghiacciate).



si mantiene fredda, la neve si accumula senza alterarsi nella sua conformazione e i cristalli si sovrappongono, intrecciandosi e sostenendosi a vicenda con le nervature che costituiscono i lega-

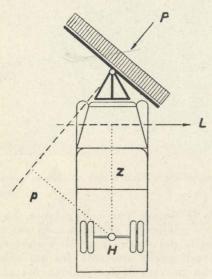


Fig. 7 - Equilibrio delle forze nello sgombero con sgombraneve a lama semplice. - P=resistenza della neve; p=braccio della resistenza della neve; L=forza di sterzata; z=braccio della forza di sterzata.

menti a cui prima abbiamo accennato, tra i quali vengono conservati dei larghi vuoti occupati dal-

Quando l'aria si è scaricata completamente del vapor d'acqua condensato, se la temperatura risale oppure si alza il vento, il grado di umidità relativa si allontana dal punto di saturazione e,

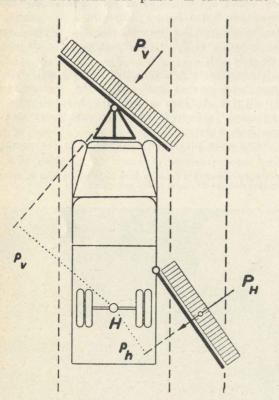


Fig. 8 - Equilibrio delle forze nello sgombero con sgombraneve a lama semplice e ala laterale di allargamento. - Pv e PH=resistenza della neve davanti e di dietro; pv e ph = braccio della resister

poichè i sottili aghi dei cristalli presentano all'aria un'ampia superficie, la tensione del vapor acqueo permette una evaporazione che in parte si spande nell'atmosfera e in parte si ricondensa a contatto dei cristalli di neve. Il prodotto della condensazione, sempre a temperatura superiore a 0°C., scorre lungo i raggi delle stelle o i bordi degli esagoni, provoca con la sua temperatura la fusione di una parte dei cristalli e, portandosi al centro di essi, nuovamente si condensa e raggela, data la maggior superficie ghiacciata con cui viene a contatto.

I cristalli stellari o le placche esagonali si trasformano così in piccolissime sfere di ghiaccio di volume apparente minore; questa diminuzione di volume dà inizio a un intasamento della neve, che viene accelerato dall'azione meccanica del vento o di nuove precipitazioni nevose o del traffico che vi passasse eventualmente sopra.

Le sferette ghiacciate si serrano dunque le une contro le altre: aumentano le superfici di contatto e quindi i legamenti. Ne risulta una maggior densità e coesione e, di conseguenza, una maggior durezza della neve 2.

Per determinare poi questa durezza, che abbiamo definito come una conseguenza della coesione e che - influenzata come essa è, dalla struttura cristallina, dalla densità e dalle temperature che si sono susseguite sulla neve - è variabilissima, dovremmo ricorrere alla legge di Coulomb:

$$\tau = c + \sigma tg \varphi$$

in cui τ è lo sforzo di taglio, c è la coesione, σ lo sforzo normale e \varphi l'angolo di attrito.

Determinazioni sperimentali ci forniscono per c dei valori che, quasi nulli per la neve soffice, possono arrivare a punte massime di 1000-1500 Kg/dmq. per il ghiaccio compatto.

Ci sembra però più pratico, per i nostri fini tecnici, ricorrere alla seguente classificazione, proposta dal de Quervain ed accettata, tra gli altri, dal Croce:

> Permette l'introduzione. senza alcuno sforzo, di:

neve molto molle: un pugno chiuso a cui sono consentiti anche i movimenti laterali;

neve molle: una mano aperta, dall'alto al basso, con le dita in avanti;

neve mediam, dura: un dito:

neve dura: una matita appuntita;

neve molto dura: la lama di un temperino.

Terza proprietà importante della neve è il suo carattere plastico, per cui essa si lascia facilmente comprimere e deformare, andando però il lavoro di deformazione completamente perduto. Ora questo lavoro è il prodotto di piccoli sforzi che possono però essere moltiplicati per degli sposta-

menti notevoli: è su questi ultimi perciò che occorre realizzare delle economie. Inoltre, costipando la neve, se ne aumentano considerevolmente gli attriti interni (tra neve e neve) ed esterni (tra neve e superfici metalliche) e quindi diminuisce il rendimento delle macchine sgom-

Dalle poche osservazioni fin qui fatte, discendono dunque queste conseguenze:

- 1) La gittata della colonna nevosa nelle turbine e nelle frese deve essere la minima consentita dalle circostanze, per ridurre il lavoro di trasporto;
- 2) La neve deve essere sgomberata prima dell'aumento di durezza, che in genere sopravviene col tempo, onde risparmiare al massimo nel lavoro di disgregazione:
- 3) Le macchine sgombraneve devono far cambiare il meno possibile di forma alla neve, per evitare rilevanti lavori di deformazione. Per questa ragione è opportuno che, dovendo disgregarla, ci si accontenti di una suddivisione in blocchi non troppo piccoli. La neve va poi conservata il più possibile allo stato soffice e quindi, dopo il prelievo, è bene imprimerle una accelerazione, non già costiparla;
- 4) I cambiamenti di direzione impressi alla colonna nevosa nell'interno delle macchine dovranno essere ridotti al minimo.

Le macchine

Gli sgombraneve rimorchiati.

Sono costituiti da un triangolo — di solito di legno, rinforzato con pattine di ferro - rimorchiato sulle strade da una pariglia di cavalli o da un automezzo o da un trattore. La costruzione è molto economica e l'impiego semplicissimo e di una certa efficacia per manti nevosi aventi uno spessore massimo di 20-30 cm. Avanzando sulla strada il triangolo (chiamato anche spartineve o slittone) apre una traccia di circa m. 2,50 che però è, in generale, tortuosa, perchè ad ogni piccola dissimmetria nelle resistenze, il triangolo tende a disporsi per traverso. Inoltre, qualora le resistenze stesse siano di una certa entità, esso è portato a scavalcare l'ostacolo invece che a rimuoverlo. Di conseguenza sulla traccia aperta avremo sempre uno straterello irregolare di neve.

Per queste ragioni gli sgombraneve rimorchiati - nonostante i recenti perfezionamenti per cui sono stati costruiti tipi interamente metallici, con ali sagomate, cerniera al vertice e dispositivi telescopici per la facile variazione dell'apertura sono stati superati da quelli a spinta che li vanno sostituendo. Essi possono però ancora trovare un proficuo impiego quali attrezzi ausiliari per l'allargamento della traccia aperta da questi ultimi (fig. 3).

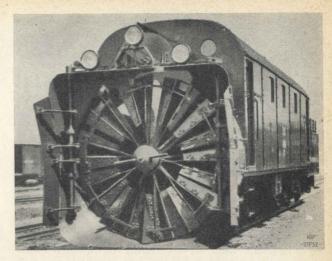


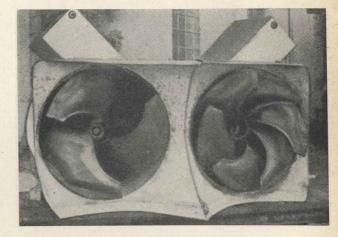
Fig. 9 - Turbina frontale sistema Leslie.

Gli sgombraneve a spinta.

Sono costituiti da un vomere che consta di una semplice (figg. 4a e 5) o doppia lama apripista (tipo a cuspide) (figg. 4b e 6) generalmente inclinata verso la superficie stradale, nel senso della direzione di marcia. Le lame sono quasi tutte a superficie cilindrica e l'angolo che esse vengono a formare col terreno non deve essere maggiore di 30°-35°. Vi sono anche dei tipi in cui le lame sono normali al piano viabile, ma il loro rendimento è dubbio, perchè producono addensamenti di neve, con conseguenti perdite di lavoro, e hanno la tendenza a scavalcare lo strato nevoso, costipandolo invece di asportarlo. Con le lame inclinate invece, la neve viene razionalmente aggredita e sgomberata con il minimo di lavoro perduto, specie a marcia sufficientemente veloce affinchè essa venga sollevata e lanciata all'infuori e non semplicemente spinta ad ammucchiarsi ai lati della traccia aperta; in questo secondo caso diverrebbe infatti inevitabile affrontare un notevole lavoro di costipamento.

La lama può essere in un unico pezzo, oppure in tre parti, di cui la centrale fissa e le due laterali mobili e collegate alla centrale per mezzo di bulloni di tranciamento in bronzo, o infine in più segmenti movibili — per sormontare senza danno

Fig. 10 - Turbina doppia.



⁽²⁾ Naturalmente non sempre la neve vecchia è più dura di quella fresca: possiamo infatti avere della neve fresca abbastanza dura (negli innevamenti) e di quella vecchia molle

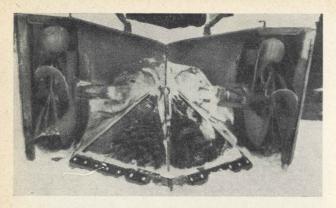
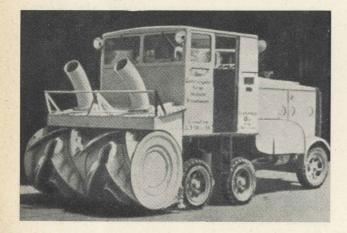


Fig. 11 - Turbina e vomere (Cletrac-Raco).

gli eventuali ostacoli — tenuti nella loro posizione normale da molle verticali. La sua larghezza — che deve essere almeno di 40 cm. maggiore di quella dell'autocarro o del trattore che la porta, in modo da garantire a questo la libertà d'avanzamento - varia secondo i tipi da mt. 2,40 a mt. 3, l'altezza da mt. 0,60 a mt. 2,30, il peso da Kg. 400 a Kg. 800. Alle lame sono poi connessi dei meccanismi costituiti da parallelogrammi di molle verticali e da sistemi di molle orizzontali, variamente disposti per conferire alla lama stessa l'inclinazione più opportuna, nonchè dei dispositivi meccanici, a mezzo di arganello, oppure idraulici, a mezzo di pompa a pressione, o elettrici o pneumatici per regolarne la distanza da terra, che, a lama alzata, dev'essere di almeno 25 cm., per evitare gli urti causati dalle possibili irregolarità della strada.

Il mezzo di propulsione è in genere un autocarro, possibilmente a quattro ruote motrici, con le sospensioni anteriori opportunamente rinforzate e zavorrato in modo da evitare gli slittamenti: la zavorra è bene sia mobile (per esempio costituita da botti o fusti riempiti di sabbia) affinchè possa essere spostata più in avanti nella fase di lavoro e più indietro nelle marcie di trasferimento. Ancor più efficacemente sono usati i trattori sia a ruote che a cingoli, l'impiego di questi ultimi essendo però limitato — onde evitare inutili danni alle pavimentazioni - ai casi

Fig. 12 - Fresa (DEP).



in cui ci si trovi in condizioni di aderenza particolarmente difficili.

Quanto all'impiego, diciamo fin d'ora che i vomeri a semplice lama, per altri riguardi convenientissimi, hanno lo svantaggio di dover consumare parte della forza motrice per equilibrare, con la sterzata, la coppia generata dalla resistenza che la neve oppone all'avanzamento della macchina (fig. 7). Per questa ragione, quando si debba avere a che fare con più di 40-50 cm. di strato nevoso, sono da preferirsi i vomeri a lama doppia.

A volte, quando è necessario aprire piste particolarmente ampie, si ricorre ad accorgimenti speciali. Disponendo di un trattore con vomere frontale ad ala doppia, gli si fanno trascinare come già si è visto (fig. 3) — due aleroni che allargano la traccia; agli autocarri si usa invece aggiungere un vomere laterale a semplice lama, che, oltre a tutto, rende più agevole la guida, servendo ad equilibrare, in una certa qual misura, il momento resistente di cui prima si è detto (fig. 8). Qualche volta si aggiungono addirittura due lame laterali, denominate ali di allargamento, applicate ai lati del mezzo propulsore e che possono lavorare assieme o indipendentemente l'una dall'altra.

Gli sgombraneve rotativi.

a) Le turbine e le frese. — Ouando lo strato nevoso raggiunge uno spessore superiore ai 40-50 cm. oppure ha assunto una compattezza notevole, esso non può più essere rimosso con gli sgombraneve a spinta, per l'eccessiva forza motrice che si renderebbe necessaria.

Così pure se le cadute di neve si susseguono a brevi intervalli o il vento provoca innevamenti o la velocità di avanzamento degli spartineve è molto bassa per una qualsivoglia ragione, ne derivano ammucchiamenti tali ai due lati della strada e il passaggio praticabile si restringe in siffatta misura, che occorre mettere in azione macchine diverse, che aggrediscono la neve per mezzo di elementi rotanti, palette o coltelli, la afferrano e, sfruttando la forza centrifuga, la lanciano all'infuori, a destra o a sinistra a seconda dello spirar del vento e dello spazio disponibile. Queste macchine sono gli sgombraneve a turbina e a fresa, e anch'esse constano di un apparato per la locomozione e di uno per lo sgombero. La massa nevosa che può venire sgomberata da una macchina di date caratteristiche, dipende - essendo fissa la larghezza del fronte d'attacco, - dall'altezza dello strato di neve e dalla velocità di avanzamento; per sfruttare quindi sempre al massimo le capacità di smaltimento dell'apparato di sgombero, occorre poter variare entro limiti piuttosto ampi questa velocità.

La distanza a cui arriva il getto della colonna nevosa sgomberata, dipende dalla velocità di rotazione - che è regolabile - degli elementi rotanti e dalla qualità della neve; essa deve essere determinata in base alle caratteristiche della via e del terreno all'intorno, ed è generalmente compresa tra i 7 ed i 15 metri.

La capacità di smaltimento è espressa in tonnellate per HP/ora e naturalmente diminuisce con l'aumentare della compattezza della neve, a causa del lavoro che va speso nel disgregarla, e della gittata della colonna nevosa. Dipende altresì dalle caratteristiche della macchina, in quanto è ovvio che sarà tanto maggiore quanto più semplice sarà il percorso che viene fatto compiere alla neve dal meccanismo di sgombero, poichè il massimo di semplicità corrisponde al minimo di lavoro perduto.

Negli sgombraneve a turbina - più semplicemente chiamati turbine - la sezione di lavoro è costituita da lamiere variamente profilate, che aggrediscono la neve portandola alle pale, che la aspirano e la lanciano all'infuori attraverso ai tubi di scarico.

Nelle frese, invece, tutto il profilo di lavoro, ruotante attorno ad un asse normale alla direzione di marcia, è intagliato da lame in più modi disposte, che attaccano la neve, la sgretolano, l'innalzano e, per forza centrifuga, la allontanano attraverso gli scarichi.

Il primo tipo di turbina, detta frontale (fig. 9) fu costruito negli Stati Uniti intorno al 1890 per uso ferroviario e poi largamente adottato anche in Europa. Diede ottimi risultati in ferrovia, perchè ivi si dispone di forza motrice esuberante. mentre le cause di lavoro perduto incidono in maniera grave qualora si abbiano a disposizione, come è il caso dell'impiego su strada, solo dei trattori medi o leggeri. Le due principali fra queste cause, sono l'una dovuta al fatto che le lamiere delimitanti la sezione di lavoro richiedono uno sforzo notevole per penetrare nella neve alta, l'altra che una notevole parte della sezione anteriore della macchina non partecipa al lavoro: per ridurre quest'ultima causa di perdite, si è introdotta la turbina doppia (fig. 10), in cui la superficie non lavorante è minore, ma l'inconveniente permane. Devesi quindi concludere che l'impiego delle turbine frontali è vantaggioso solo quando si abbia a che fare con neve fresca, a causa della minor resistenza che si incontra.

È bensì vero che in questi ultimi tempi si sono sperimentati attrezzi che, posti avanti alla turbina, servono allo sminuzzamento della neve compatta, ma per adesso non si può dire che i tentativi in proposito abbiano dato risultati del tutto soddisfacenti.

Un certo perfezionamento si ebbe con l'adozione delle turbine a vomere (fig. 11) in cui è quest'ultimo che aggredisce la neve mandandola poi lateralmente alle turbine, che hanno l'asse orizzontale e normale alla direzione di marcia. Migliorò l'efficienza della macchina con neve più resistente, ma ne fu diminuita la prestazione in presenza di neve soffice.

Se ora al vomere sostituiamo un rullo portante delle lame e ruotante attorno ad un asse di rotazione che si identifichi con quello delle due turbine laterali — e quindi la velocità di rotazione sarà uguale - abbiamo una fresa (fig. 12), macchina che può compiere contemporaneamente il lavoro di disgregazione e quello di sgombero: il

secondo è però subordinato al primo, per il quale soprattutto è progettata la forma del profilo e prevista la velocità di rotazione.

Infatti la compressione a cui la neve è assoggettata negli incavi di ricevimento - che sono dei canali che via via si restringono essendo formati da due coltelli convergenti - e la deviazione del getto nevoso che, diretto all'indietro, viene invece deviato lateralmente proprio nel punto in cui raggiunge la velocità massima, sono cause di perdite di rendimento, che diventano tanto più sensibili quanto maggiore è la quantità di neve sgomberata.

Le frese saranno perciò da impiegarsi solo con neve dura o molto dura, quando la più gran parte della forza disponibile deve essere utilizzata per il lavoro di disgregazione.

I tentativi finora effettuati di adattare meglio il dispositivo di rotazione - che, in confronto alle turbine, ha il vantaggio di una maggior robustezza e semplicità di costruzione nonchè quello di poter lavorare sull'intero profilo frontale alle funzioni di strumento di lancio, variandone la forma e il numero di giri, non hanno dato finora risultati convincenti. I due lavori, di disgregazione e di trasporto, sono troppo diversi fra di loro perchè sia possibile trovare una macchina che, con uno stesso organo, possa raggiungere ugualmente bene i due scopi con qualunque tipo di neve.

Dobbiamo quindi attenerci al principio di adoperare ogni macchina solo per il lavoro per il quale è più adatta: le turbine opereranno

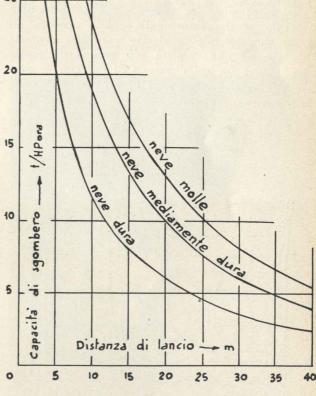


Fig. 13 - Capacità di sgombero della turbina Beilhack in funzione della durezza della neve e della distanza di lancio.

quindi nella neve fresca e abbondante, le frese quando ci si trovi davanti a neve che l'invecchiamento o il gelo abbiano oltremodo indurito.

Si procurerà piuttosto di potersi servire per entrambi gli scopi di un unico apparato per la locomozione e la produzione di forza motrice per l'apparecchio di sgombero, che dovrà quindi essere intercambiabile. Così si fa attualmente in Germania dove alla turbina «Beilhack», che ha una capacità di smaltimento di 25 tonn. per HP/ora, con 8 mt. di distanza di lancio (cfr. la tabella della fig. 13), si può sostituire la fresa svizzera «Peter» che, a parità di gittata, ha uno smaltimento di 5 tonn. per HP/ora.

b) Le frese-turbine. — Non essendo stato possibile raggiungere l'obbiettivo di realizzare una macchina che riunisse in un solo organismo rotante i vantaggi dei due tipi di sgombraneve, mentre i tedeschi si orientavano verso l'intercambiabilità del meccanismo di sgombero, gli americani adottavano invece l'accoppiamento dei due meccanismi, usando per il lavoro di disgregazione una vite elicoidale ad asse orizzontale, perpendicolare alla direzione di marcia, che, dopo aver separato la neve dalla massa, la conduce alla turbina situata subito dietro (fig. 14). Questa realizzazione è stata applicata con particolare successo ai « motorgraders » impiegati nella buona stagione per i lavori stradali (fig. 15).

In Svizzera una casa costruttrice si è specializzata nella costruzione delle frese-turbine ed ha creato degli ottimi ed originali modelli: in essi (figg. 16 e 17) le lame tagliano la coltre nevosa dall'alto in basso, effettuando il prelevamento della neve: per loro mezzo viene prodotta una notevole accelerazione nella massa nevosa, di modo che, essendo lo stretto passaggio centrale superato ad una velocità più grande di quella che la neve ha nella sezione di entrata, le perdite per compressione sono notevolmente minori.

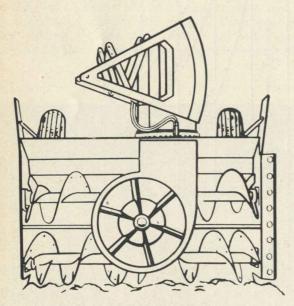


Fig. 14 - Schema di una fresa-turbina di tipo americano.

I vantaggi così ottenibili sono evidenti, venendo in questa maniera ad essere disponibile la sospirata « macchina universale ». Ma è altrettanto evidente che mai la fresa-turbina potrà dare con neve molle un rendimento uguale a quello della turbina e con neve dura uno uguale a quello della fresa.

Dovendo quindi trarre delle conclusioni da quanto siamo andati esponendo, possiamo dire che il giudizio dipenderà dalle prevedibili condizioni di impiego.

Per esempio i comuni montani e le unità dell'Esercito pensiamo si orienteranno verso il tipo fresa-turbina, che garantisce lo sgombero in qualunque evenienza, mentre invece i grandi enti che hanno la manutenzione di estese rete viabili in territori nevosi, facilmente daranno la preferenza alle turbine integrate da qualche meccanismo a fresa di cui sia possibile la rapida applicazione in casi di necessità.

Sempre si dovrà poi disporre di un adeguato parco di automezzi razionalmente attrezzati con lame sgombraneve.

La tecnica dello sgombero

Riteniamo necessaria una tripartizione dell'argomento, differenziandosi il servizio di sgombero della neve per esigenze e conseguenti soluzioni tecniche a seconda che si tratti di strade urbane, strade extraurbane di pianura o di mezza montagna e strade extraurbane di alta montagna.

Strade urbane.

Esigenza fondamentale è quella dello sgombero dalla neve dell'intero piano viabile nel più breve tempo possibile e della sua successiva totale liberazione dall'eventuale fanghiglia nevosa residua.

Quanto al primo punto esso dipende dal fatto che nelle città vi è una forte intensità di traffico gravante su di uno spazio non sempre sufficiente a smaltirlo anche in condizioni normali, con in più una circolazione pedonale che avrebbe essa pure a soffrire in modo notevole qualora rimanesse della neve ammucchiata lateralmente in quantità rilevante; per di più la neve laterale intaserebbe e ricoprirebbe i tombini di scarico, impedendo il regolare deflusso delle acque prodotte dal disgelo.

Quanto al secondo, un sia pur ridotto strato di nevischio divenuto fangoso, renderebbe le vie estremamente sdrucciolevoli, senza contare il pericolo di un eventuale successivo gelo.

La neve va quindi aggredita subito e con tutte le forze disponibili, che devono essere state precedentemente organizzate in modo che tutti i mezzi possano uscire al massimo un paio d'ore dopo che sia stato dato l'ordine in proposito.

È vero che iniziare l'opera di sgombero con un manto nevoso di appena 3-4 cm. presenta delle difficoltà notevolissime, ma è altrettanto vero che esse non sono insormontabili e che il vantaggio di poter attaccare la neve prima che essa abbia potuto consolidare il suo dominio sulle città, è tale che è doveroso consacrare a questo problema molti dei nostri sforzi. Infatti è frequente il caso che la nevicata sia solo di 7-8 cm.; in questa eventualità un pronto ed efficace intervento renderà possibile lo sgombero totale nel volgere di una giornata, mentre, se vi saranno stati degli indugi oppure si sarà soprassieduto ad un intervento massiccio, per inadeguatezza di attrezzature o per una sorta di fatalistico ottimismo, saremo afflitti a lungo da croste ghiacciate che non potranno essere rimosse che a mano, in molto tempo, con una considerevole spesa e un rischio non trascurabile per automezzi e pedoni. Si ricordi a questo proposito che lo sgombero effettuato nelle ore notturne è il più conveniente, perchè di giorno non solo l'opera degli sgombraneve è intralciata dal traffico, ma a causa di quest'ultimo la neve è fortemente compressa al suolo e dà origine alle piste di ghiaccio.

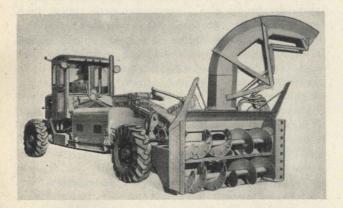


Fig. 15 - Al Motor Grader è stata applicata la fresa turbina (Austin-Western con « Snow Master » Sicard).

Passando ora allo studio dei mezzi da impiegarsi, non vedremmo, per il momento, soluzione migliore di quella dell'applicazione, al disotto delle lame dei normali sgombraneve a spinta, di spazzole metalliche che sporgano di 3-4 cm. e consentano così una energica ripulitura del piano viabile. In alcuni grandi centri urbani sono state anche introdotte, con questo compito, delle lame raschianti in gomma, applicate direttamente agli automezzi per mezzo di semplici dispositivi o alle lame degli sgombraneve al posto delle spazzole metalliche. La lamina di gomma, nell'applicazione che ne ha fatto, ad esempio, la città di Torino, è dello spessore di circa 15 mm., è alta circa 10 cm. e, flettendosi leggermente, aderisce alla pavimentazione, seguendone abbastanza bene la sagoma e le irregolarità. Essa è tenuta da un ferro ad U che è fissato al telaio dell'autocarro mediante un congegno telescopico, munito di perni snodati che consentono delle limitate ma sufficienti oscillazioni nelle varie direzioni.

Collaudato da una ormai lunga esperienza in molti paesi nordici è l'uso delle cosiddette piallatrici da neve rimorchiate (fig. 18): utili sono qualche volta anche i comuni spazzoloni rotanti impiegati per il servizio di nettezza urbana, pur-

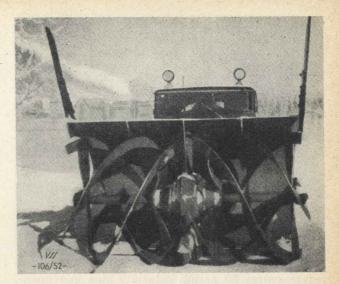


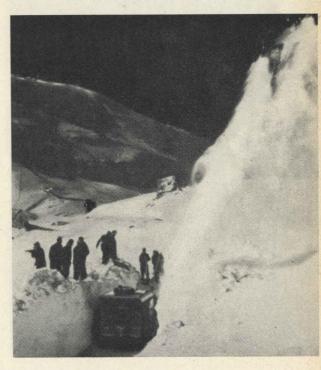
Fig. 16 - Fresa-turbina (Rolba-Jeep).

chè però la neve non sia nè troppo gelata nè troppo asciutta e farinosa.

Tutti questi mezzi sono dunque impiegabili proficuamente quando la neve è piuttosto molle e bagnata e perciò dovremo approfittare delle circostanze, intensificando gli sforzi, quando ci si trovi naturalmente nelle condizioni ideali. Quando queste non si verifichino, si dovrà cercare di realizzarle con l'impiego abbondante di sali che tendano a sciogliere la neve gelata.

I sali più comunemente usati sono il cloruro di calcio e il cloruro di sodio, ai quali spesso vengono aggiunte — a mezzo di autocarri appositamente attrezzati per questo spargimento — della sabbia viva o delle ceneri o delle scorie granulari per combattere la scivolosità. Purtroppo

Fig. 17 - Fresa-turbina all'opera sulla strada del Monte Cimone (Rolba-Alfa Romeo mod. 11).



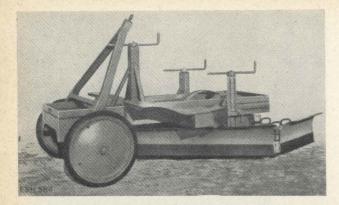


Fig. 18 - Piallatrice da neve (sistema Scheer).

si tratta però di un mezzo piuttosto costoso: infatti per sciogliere 1 Kg. di ghiaccio a 0°C. occorrono circa 80 grandi calorie e cioè una quantità di calore che per via chimica è piuttosto costosa da somministrare. Recentemente si è tentata, in qualche regione della Germania, la confezione di manti bituminosi in cui erano state aggiunte al legante, durante l'impasto, delle soluzioni saline concentrate: a quanto ci è stato detto i risultati non sono stati incoraggianti. Un sistema di sicuro successo ma di costo eccezionalmente elevato è poi quello di riscaldare le pavimenta-



Fig. 19 - Una piccola turbina (lo Schneezwerg della Beilhack).

Fig. 20 - Una piccola fresa (il Peter Piccolo della Aebi).



zioni provvedendole, all'interno, di impianti di riscaldamento a vapore o a corrente elettrica; applicazioni del genere sono state realizzate negli Stati Uniti in qualche caso particolare (rampe di accesso ad autorimesse, piste di lancio per aeroporti molto trafficati, ecc.).

In località o in stagioni in cui le temperature sotto zero siano una eccezione e non vi siano quindi da temere delle improvvise gelate, potrà dare ottimi risultati anche l'uso di forti getti di acqua con qualche atmosfera di pressione.

Quanto all'impiego degli sgombraneve a spinta, quando la nevicata raggiunge i 7-8 cm., poichè l'attacco alla neve dev'essere rapido e simultaneo, il criterio del numero deve avere la prevalenza su quello della potenza dei mezzi e l'esuberanza dei motori dovrà quindi essere semmai sfruttata nello sviluppo di una conveniente velocità.

Questo criterio, che punta sulla rapidità dello sgombero per non permettere accumuli eccessivi di neve, ci farà preferire i tipi a semplice lama, in modo che l'ammassamento della neve respinta sia evitato dal lato dell'asse stradale. onde lo sgombero della piattaforma possa essere fatto, nella maggioranza dei casi, in sole due corse. Infatti, mentre uno sgombraneve a lama doppia di tipo normale può aprire con un viaggio di andata e ritorno ua traccia di mt. 3,80 di larghezza e in ogni successivo può allargarla di metri 2,60, con le stesse modalità uno a lama semplice apre una prima traccia di mt. 5,50 che può allargare, con un successivo viaggio, di altri 5 mt.

Si potrebbe pensare all'adozione dei tipi a vomere con aleroni ausiliari, che potrebbero fare l'intero lavoro con una sola passata, ma c'è per loro la difficoltà di manovra del complesso, che è piuttosto ingombrante; certo si è che qualche apparecchio a vomere di grossa potenza sarà sempre necessario nel parco automezzi di una grande città per l'impiego in zone particolarmente innevate.

Un altro problema cittadino è quello della rimozione degli ammucchiamenti di neve dovuti all'opera degli sgombraneve, rimozione che è affidata ad autocarri, caricati a mano o a mezzo di piccole turbine o di pale caricatrici.

Ricordiamo infine che è vero che, nell'impiego urbano, il lavoro manuale è insostituibile, nonostante l'impiego di macchine e macchinette (alcune delle quali ottime come quelle delle figure 19, 20 e 21), a cagione delle caratteristiche costruttive dei centri cittadini (marciapiedi, isole spartitraffico e salvagente, binari, scambi, ecc.), ma esso può essere ridotto notevolmente, magari aumentando il numero degli addetti fissi ai servizi di nettezza urbana, il cui rendimento unitario è molto maggiore di quello degli avventizi, per l'immediata reperibilità, il migliore equipaggiamento e la maggiore disciplina, dipendente dall'esistenza di un rapporto stabile di lavoro. Questa è la via per la quale abbiamo constatato essersi avviate la maggior parte delle città dell'Europa continentale, avuto naturalmente riguardo alle cronicamente inadeguate disponibilità di bilancio.

Strade extra urbane di pianura o di mezza mon-

Prima dell'inizio della stagione invernale le strade della rete (s'intende quelle dipendenti dalla medesima Amministrazione) dovranno essere divise in due o tre classi, a seconda della loro importanza, della frequenza delle precipitazioni nevose e delle condizioni climatiche delle varie zone. In base alla disponibilità dei mezzi di sgombero dovrà essere di conseguenza elaborato un piano per il loro più razionale sfruttamento. Si tenga presente che dove si può contare su di una coltre nevosa in pratica permanente per tutto l'inverno, ivi si deve procurare che il piano viabile sia formato da un manto di neve compressa di circa 5 cm., che sia il più possibile regolare in modo da essere facilmente percorribile dagli automezzi. La manutenzione di questa pavimentazione nevosa dovrà essere quanto mai curata per evitare il formarsi di buche ed ormaie. A questo scopo servono egregiamente le piallatrici e gli spartineve. Se la pista deve essere allargata, si dovrà procurare, aggiungendo neve all'allargamento ove ne sia il caso, che il piano viabile nevoso non abbia disuguaglianze di altezza fra la parte nuova e la parte vecchia, ad evitare paurosi slittamenti. Quando inizia il disgelo, la neve diventa fradicia e il traffico provoca subito la formazione di ormaie: sarà allora necessario rimuovere tutta la neve dalle strade ad evitare che, per un improvviso ritorno del gelo, ci si trovi di fronte a buche e croste ghiacciate quanto mai pericolose. La rimozione avviene con l'impiego combinato di sgombraneve, a spinta e rimorchiati, e di piallatrici. Sovente si dovrà anche qui ricorrere all'impiego di sali che aiutino lo scioglimento della neve ghiacciata. Aggiungiamo che, per facilitare ai conducenti dei mezzi sgombraneve la immediata percezione dei bordi stradali, degli ostacoli, dei piazzali di sosta, ecc., lungo le strade che rientrano in questa categoria (in Italia solo in zone montagnose), sarà bene predisporre un apposito segnalamento che renda evidenti tutte le sopraddette particolarità, segnalamento che può essere ottenuto con asticciuole di legno, magari anche colorate a striscie, in modo da permettere l'immediata valutazione dell'altezza della neve (fig. 22).

Dove invece la precipitazione ha carattere di straordinarietà e il gelo si alterna al disgelo, lo sgombero deve essere portato fino al piano stradale: gli eventuali resti di neve saranno in breve allontanati dal traffico stesso.

Le operazioni devono iniziarsi senza indugio ed impiegando tutti i mezzi a disposizione, non appena la neve abbia raggiunto un'altezza di 7-10 cm.

Dapprincipio si dovrà aprire almeno una pista di transito con piazzali di sorpasso, meglio ancora se due; in un secondo tempo si potrà allargare la zona sgomberata a tutta la superficie viabile. Ciò sarà oltremodo necessario perchè, se vi è una sola pista, gli autoveicoli in transito, generalmente muniti di catene, vengono ad insi-



Fig. 21 - Una piccola fresa-turbina (lo Snow-Boy 2005 della Rolba).

stere sempre sulle medesime fascie laterali, le quali si trovano così ad essere straordinariamente e dannosamente sollecitate. Inoltre la neve accumulata lateralmente protegge parte della superficie stradale dal gelo, a cui è invece sottoposta la pista praticata, poichè una sottile crosta ghiacciata sarà sempre inevitabile ed il ghiaccio ha una conducibilità termica molto maggiore della neve. Di qui derivano rigonfiamenti e poi contrazioni - all'epoca del disgelo - dannosamente disuniformi.

Gli sgombraneve trascinati possono andar bene fino a un'altezza di neve non maggiore di 20 cm.



Fig. 22 - Segnalamento dei bordi stradali con asticciuole di legno colorate.

Fig. 23 - Sgombraneve a spinta a lama semplice al lavoro in colonna.



circa; fra gli sgombraneve a spinta quelli a cuspide sono i più potenti e quindi particolarmente indicati per aprire la prima pista o quando lo strato nevoso sia ragguardevole (dai 30 ai 50 cm.). Gli sgombraneve a lama semplice, quando il compito da affrontare non richieda uno sforzo eccessivo, sono invece più redditizi per aprire più di una pista, magari facendoli lavorare in colonne di due o tre di seguito (fig. 23). Essi saranno quindi da preferirsi là dove non si possano ragionevolmente prevedere precipitazioni abbondantissime e ripetute.

Qualora l'altezza dello strato nevoso superi i 50 cm. o le nevicate si susseguano tanto che ai bordi delle strade si siano ammucchiate, per effetto dell'opera degli sgombraneve a spinta, quantità tali di neve che l'impiego di questi ultimi sia diventato impossibile, dovranno entrare in azione le turbine e le frese-turbine, eccezionalmente le frese quando la neve sia molto dura. Se vi fosse vento, la colonna nevosa dovrà essere allontanata in quella direzione che lo abbia possibilmente a favore; se la strada fosse a mezza costa, l'allontanamento avverrà in direzione della valle.

Strade di alta montagna.

Gli sgombraneve impiegati dovranno essere del tipo a cuspide e il mezzo di propulsione sarà bene sia un trattore. Turbine e frese hanno poi in alta montagna il loro principale campo di azione: anche qui le frese subentreranno alle turbine solo quando la neve fosse diventata molto dura: ne discende quale immediata conseguenza che tanto maggiore sarà il numero delle turbine impiegate. tanto minore la necessità di fare uso delle frese, poichè la neve non avrà avuto il tempo di indurirsi. Queste ultime saranno impiegate soprattutto quando si tratti di riaprire al traffico, a primavera, dei passi rimasti chiusi durante tutto l'inverno.

Particolare importanza riveste infine, nella manutenzione invernale delle strade alpine, l'accurata organizzazione dei servizi: collegamenti tra l'Ufficio Centrale e i periferici e di questi con le case cantoniere e le rimesse (si tenga presente che i mezzi dovranno essere ubicati sui valichi poichè è sempre più facile lo sgombero dall'alto verso il basso che non viceversa), efficenza di queste ultime (riscaldamento, mezzi di riparazione, ecc.), predisposizione accurata del piano di lavoro anche in caso di emergenza, sapendo in anticipo su quali forze locali poter contare (un certo qual lavoro manuale è sempre inevitabile per tutti i servizi complementari), accordi con le autorità locali e militari, con le principali industrie interessate alla viabilità nelle varie zone e così via.

L'esperienza darà tutti quei pratici suggerimenti che potranno permettere di far fronte con successo anche alle evenienze più inattese, ma lo studio preventivo e mtodico di ogni particolare dell'organizzazione, è quello solo che potrà rendere l'opera di sgombero sempre tempestiva ed efficiente.

Carlo Bertolotti

BIBLIOGRAFIA

- Atti del « I Concorso Internazionale per apparecchi sgombraneve », R.A.C.I. - Roma, 1934.
- Atti della « Tagung für Fragen des Winterdienstes » della V.V.S. Strasse und Verkehr - Solothürn 4/1954.
- BERTOGLIO G., Le valanghe nell'anno 1950-51, L'Universo Fi-
- BECKER M., Snow Studies in Germany, National Research Council of Canada, Associate Committee on Soil and Snow Mechianics, Technical Memorandum Nr. 20, Ottawa
- BUCHER E., Schleuder oder Frase?, Strasse und Verkeh: 13/1951, 2, 3/1952,
- BUCHER E., Der neue kleine Schneeräumer « Snow-Boy » des Kurvereins Davos, Strasse und Verkehr, Solothürn 5/1949.
- BUCHER E., Rationelle Schneeräumung, Neue Zurcher Zeitung. Fernausgabe, Beilage Technick del 28-12-1949.
- BUCHER E., Zur Frage des Arbeitsaufwandes bei der Winterbehandlung von Verkehrswegen, Strasse und Verkehr. Solothürn, 1/1950.
- CROCE K., Messversuche an Schneeräummaschinen für Landstrassen, Entwurfsgrundlagen, Berlin 1951. Strassenbau-Chemie und Technik, Verlagsgesellschaft, Heidelberg.
- CROCE K., Messversuche an Schneeräumungsmeschinen im Winter 1941/42, Arbeitschericht B3 der Schneefarschungstelle des Generalinspektors für das deutsche Strassenwesen vom 31, Oktober 1942.
- CROCE K., Die Entwicklung der Schneeräumungsmaschinen für Strassen in den Jahren 1945-1950, Strasse und Auto-
- CROCE K., Zur Schneeräumung auf Flugplätzen, Der Flieger,
- CROCE K., Neue Schneeräumungsmaschinen, Strassen-und Tiefbau, Heidelberg, 1/1952.
- CROCE K., Der Schubkraftbedarf von Schneepflügen, Die Stras-
- CROCE K., Der heutige Stand der Schneepflugtechnik, Winterdienst auf Straben und Autobahnen. Berlin, 1941.
- Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen: Merkblatt für Schneeschutz an Strassen, Bielefeld 1950.
- Foschungsgesellschaft für das Strassenwesen: Forschungsarbeiten aus dem Strassenwesen, Neue Folge, Heft 6, Bie-
- KNOLL, Leistungsmessungen and Schneepflügen, Winterdienst auf Straben und Autobahnen. Berlin 1941.
- MOYER R. A., Skidding characteristics of road surfaces, Proc. of the 13th annual meeting of the Highway Research Board, 1934.
- MOYER R. A., Skidding Characteristics of automobile tires on roadway surfaces and their relations to highway safety, Bulletin 120, Iowa Engineering Experiment Station, Iowa
- OUERVAIN M. de. Die Festigkeitseigenschaften der Schneedecke und ihre Messung. Geofisica pura ed applicata, Milano,
- THOMANN E., Eine neue Schneeräumungsmaschine. Strasse und Verkehr. Solothürn. 8/1937.
- THOMANN E., Eine neue Anwendungsform der Schneeräumungsmaschine Stäubli, Strasse und Verkehr, 17/1938.

La resistenza ad alternanze di gelo e di disgelo dei calcestruzzi cementizi e gli aeranti

L'A. si preoccupa di indagare come resistano al gelo e ai successivi disgeli le pavimentazioni in calcestruzzo di strade ed aeroporti, tenuta presente l'influenza negativa che sulla loro resistenza può avere l'impiego di cloruri sparsi per agevolare l'opera degli sgombraneve, i quali favoriscono il prodursi di sfogliature superficiali. Riferisce sulle più recenti esperienze americane in proposito, che hanno portato all'impiego dei cosiddetti aeranti, ammonendo però a non trarne illazioni precipitose, essendo il nostro problema di carattere sostanzialmente diverso, dato che ricorriamo ad impasti nettamente più asciutti.

1. Generalità.

Le pavimentazioni in calcestruzzo di strade ed aeroporti, sono sottoposte, come tutte le altre pavimentazioni, alle azioni del gelo invernale e dei successivi disgeli e, naturalmente, occorre preoccuparsi che da ciò non derivi un rapido ammaloramento.

Inoltre la rimozione della neve ha luogo, in alcuni Paesi, aiutandosi con l'aggiunta di cloruro di calcio, aggiunta che, come quella del cloruro di sodio, agisce nel senso di far diminuire la temperatura di congelamento dell'acqua in cui si discioglie e quindi fa da fondente del ghiaccio in un intervallo di temperatura inferiore a quello di congelamento dell'acqua persa. I detti cloruri agiscono sul calcestruzzo nel senso di favorire il prodursi di una sfogliatura superficiale del calcestruzzo stesso.

Gli Americani, durante la guerra, preoccupati del comportamento degli aeroporti, hanno studiato come correggere questa sensibilità al gelo e all'azione del cloruro di calcio ed hanno risolto il problema attraverso aggiunte minime di opportune sostanze (gli « air entraining » o trascinatori d'aria o aeranti) le quali agirebbero nel senso di introdurre una certa quantità di aria allo stato di finissime bolle distribuite entro la massa del calcestruzzo (generalmente si tende a raggiungere un volume dei vuoti pari a 4:5 % di quello del calcestruzzo 1 senza determinare una sensibile perdita di resistenza.

Detti notizia di queste aggiunte subito dopo la guerra 2, però ebbi cura di richiamare l'attenzione 3 sulla sostanziale differenza esistente fra la nostra tecnica dei calcestruzzi stradali e quella americana: noi operiamo con impasti molto asciutti, con impasti cioè che danno cedimenti al cono (« slump test ») nulli o dell'ordine di pochissimi millimetri; gli Americani invece operano su impasti fluidi (cedimenti di 2 pollici o più vale a dire dell'ordine di 50 e più mm). Dicevo: « ne deriva che noi non sentiamo il bisogno di aggiungere dei vuoti - sia pure microscopici agli altri che già vi sono abbondanti, ma piuttosto quello di aumentare la lavorabilità dell'impasto per ridurre l'indice complessivo dei vuoti».

Per precisare meglio questa osservazione noto che, d'ordinario, pervengono all'I.S.S. cubi di calcestruzzo per i quali il peso specifico apparente è compreso fra 2,3 e 2,4 (ve n'è che danno pesi specifici minori, ma essi non sono ovviamente in regola). Orbene per calcestruzzi stradali e per quelli usati per la costruzione delle piste degli aeroporti possiamo ritenere che la formola corrente sia: 350 Kg cemento, 1800 di aggregato, e 140 di acqua. Se i pesi specifici sono rispettivamente 3 per il cemento, 2,75 per l'inerte e uno per l'acqua, si calcola un peso specifico teorico di 2.514. Ne deriva che l'indice dei vuoti calcolabile è 4,75 % se il peso specifico apparente è 2.4, e 9.3% se il peso specifico apparente è 2,3.

Se si tiene conto del ritiro e dell'evaporazione di acqua, questi indici crescono sensibilmente.

In conclusione nei nostri buoni calcestruzzi in opera normalmente si è nettamente al disopra del 5 % di vuoti, e sovente si è parecchio al disopra anche del 10 %.

Creare intenzionalmente degli altri vuoti significa pertanto allontanarsi notevolmente dal 4-5 % che gli Americani cercano di realizzare. Naturalmente i vuoti contenuti nei conglomerati non sono nelle condizioni di quelli determinati dagli aeranti, i quali, secondo gli Americani 4 sono costituiti da «bolle minute non collegate ben distribuite nella massa ». Ma occorre domandarsi se e di quanto si riduce la resistenza del materiale per azione degli uni e degli altri pori.

In un momento in cui si parla tanto di autostrade da costruire e si costruiscono effettivamente numerosi campi di aviazione e nel quale alcune Amministrazioni si preoccupano di studiare l'impiego di areanti è ovviamente interessante mettere a punto la questione per accertare se effettivamente interessa favorire l'uso di questi aggiuntivi.

⁽¹⁾ Per una sintesi dell'argomento si veda il N. 13 di « Current Road Problems » dal titolo Use of air-entraining concrete in pavements and Bridges, dovuto all'Highway Research Board (1946).

⁽²⁾ Cementi e calcestruzzi trascinatori d'aria, in « Le Strade », ottobre 1946.

⁽³⁾ Si veda il Commento alla nota di B. Bolis, Calcestruzzi areati, in « Le Strade », marzo-aprile 1948.

⁽⁴⁾ CHARLE E. WUERPEL, Laboratory studies of Concrete Containing air-entraining admistures, nel « Journal of the American Concrete Institute », febbraio 1946.

E' bene aggiungere che per eliminare la neve normalmente non si fa uso in Italia di sale. essendovi anche difficoltà ad ottenere dal Governo la cessione al prezzo praticato alle industrie per il cloruro sodico. Lo scorso anno il Comune di Milano è riuscito ad avere a prezzo ridotto del cloruro sodico 5; è da auspicare che tali concessioni si ripetano e si estendano. Comunque, si tratti di cloruro di sodio o di cloruro di calcio, un'azione dannosa sul calcestruzzo la determinerebbero.

In definitiva sembra che nelle condizioni attuali italiane si debba fare riferimento sostanzialmente all'influenza degli areanti sulla resistenza meccanica del calcestruzzo, e sulle gelività di questi.

2. Le norme sull'impiego degli aeranti.

Dal punto di vista storico va ricordato che, se in America gli aeranti interessarono nel periodo bellico, la loro introduzione in impasti contenenti leganti idraulici rimonterebbe ai Romani. Infatti, secondo una citazione del Wuerpel 6, si potrebbe ricordare che nelle prescrizioni relative allo stucco dovute all'architetto Marcus Vitruvius Pollio (1º secolo dopo Cristo) è prevista « una miscela di calce idrata, polvere di marmo e sabbia bianca con acqua, alla quale miscela è aggiunto o lardo di porco, o latte coagulato o sangue », il che vuol dire che secondo l'opinione di quest'Autore le citate sostanze agirebbero da aeranti. Ma, lasciando a parte la storia, si può notare che lo studio dell'argomento è stato ricollegato dall'apposito Comitato di Studi dell'Highway Research Board a lavori comparsi alla fine del secolo scorso e all'inizio dell'attuale; tuttavia la letteratura raccolta da questo Comitato, dimostra un intensificarsi degli studi a partire dal '38.

Quanto alle normalizzazioni americane, va notato il « Tentative Specifications for air-entraining cement » dell'ASTM C 175-53 T fatto nel 1942 e revisionato successivamente nel '44, nel '46, nel '48, nel '50 e nel '53. In esso è definito l'« airentraining portland cement » nel senso che questo deve essere ottenuto aggiungendo cemento Portland (già addizionato o non con solfato di calcio) uno dei seguenti prodotti fissati dal Comitato C-1 sul cemento:

- a) Resina Vinsol, che consiste sostanzialmente negli idrocarburi insolubili in petrolio estratti da catrame ricavato da legno di pino. La resina deve essere trasformata in resinato sodico per trattamenti di 100 parti (in peso) di resina con 9-15 parti di Na OH. Se il resinato sodico è aggiunto sotto forma di soluzione, il rapporto in peso acqua: resinato non deve eccedere 12:1;
- b) Darex AEA che è la trietanolamina di un idrocarburo solfonato;

- c) N-TAIR che è un resinato sodico prodotto da legno di pino da cui sia stata rimossa la massa delle resine acide solubili in nafta;
- d) Airalon che è costituito sostanzialmente di acidi idroaromatici e di acidi grassi carbos-

I composti di cui in c) ed in d) sono stati inseriti in occasione della revisione del '48. Ogni ditta che voglia proporre un additivo deve sottoporlo all'esame del detto Comitato C-1.

Questi air-entraining portland cement sono distinti in tre tipi: IA, IIA, IIIA, di cui il primo è il tipo normale, il secondo va usato nelle costruzioni soggette a moderata azione di solfati, il terzo quando si vogliono alte resistenze. Per essi inoltre sono definiti dei requisiti chimici e dei requisiti fisici. I primi sono relativi a massimi di MgO, SO3, perdita al fuoco e residuo insolubile per il tipo IA; ad essi va aggiunto il tenore massimo in alluminato tricalcico per il tipo III A' nonchè un minimo per SiO, ed un massimo per Al₂O₂ e per il Silicato tricalcico per il tipo II A.

In ogni caso il tenore in Darex non deve superare 0.05 %, nel mentre per gli altri aggiuntivi occorre regolarsi con le aggiunte in modo da realizzare nella malta normale una percentuale di vuoti pari a 18 ± 3 del volume totale. I requisiti fisici sono relativi alla finezza, alla indeformabilità, al tempo di presa, al volume dei vuoti e alla resistenza a compressione della malta normale.

Si noti che gli Americani si sono riferiti solamente ai cementi Portland ed, anche per essi, hanno stabilito delle norme di accettazione che sono sottoposte a periodiche revisioni (fra il resto del '46 e quello del '48, per esempio, vi sono alcune differenze).

Quanto alle differenze fra le caratteristiche richieste per questi cementi con aeranti e per i normali Portland 7 si noti che:

per quelli con aggiuntivo si richiede che l'SO3 non superi il 2 % (tipo I A e II A) o il 2,5 (per il III A) - questi valori possono raggiungere il 3 % se il tenore in alluminato tricalcico non supera 1'8 % - nel mentre per i cinque tipi di Portland senza aggiuntivi si chiede che l'SO3 non superi il 0,5 %, non solo ma si precisa che l'SO3 esprime il solfato di calcio che si trova nella malta di cemento pozzolanico dopo 24 ± 1/4 ore di preparazione;

per il contenuto in aria delle malte si richiede 18±3 % per cementi con aggiuntivi, nel mentre si prescrive di non superare il 12 % in assenza di questi:

le resistenze a compressione richieste alle malte normali sono minori in presenza anzichè in assenza di aggiuntivi (si tratta in genere del 17 % del valore maggiore);

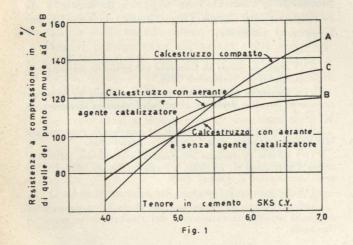
le resistenze a trazione delle malte sono richieste alle malte preparate con cemento senza aggiuntivo e non alle altre; altrettanto avviene per la permeabilità.

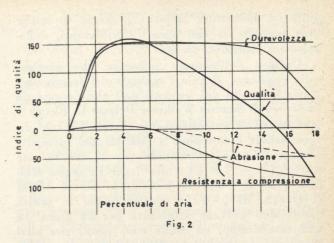
In sintesi, mi sembra chiaro che gli Americani prima di accettare un aerante lo sottopongono ad analisi da parte di apposito Comitato, e che riconoscono che, almeno nelle malte normali, l'aggiunta porta ad una diminuzione di resistenza.

3. Azione degli aeranti.

Gli aeranti agirebbero nel senso che le bolle d'aria di essi introdotte 8 « plasticizzano l'impasto fresco di calcestruzzo lubrificando le particelle di aggregato piccolo e facendo così crescere la lavorabilità e l'adattabilità dell'impasto ». Ciò determinerebbe un migliore consolidamento del calcestruzzo fresco nelle forme, renderebbe più difficile la sedimentazione e ridurrebbe il costo della vibrazione e della finitura. «Quando si lavora con un dato slump, l'aerante permette una riduzione del 5-10 % del rapporto acqua: cemento e, sempre a pari plasticità, il calcestruzzo con aerante è più lavorabile e più facile da mettere in opera ». A cagione di questa riduzione del rapporto a/c non si noterebbe nessuna diminuzione di resistenza, e a volte si avrebbe vantaggio, per bassi e per medi tenori in cemento; la diminuzione si produrrebbe solo per tenori elevati.

L'andamento del fenomeno sarebbe rappresentabile nel modo indicato in fig. 1, il quale è grandemente interessante da considerare da parte dei tecnici di un Paese povero, nel quale si ha tendenza a far economia riducendo il più possibile il tenore in cemento, perchè per i bassi tenori le economie sono notevoli. Occorre però





sottolineare il fatto dichiarato dal Kennedy che i calcestruzzi in oggetto avevano un cedimento al cono (uno «slump») di ben 3,5 pollici (=89 mm), che, almeno per strade ed aeroporti, nessun Tecnico italiano penserebbe mai di raggiungere. Inoltre le curve si riferiscono a granulometrie diverse dell'inerte, perchè per compensare l'effetto rigonfiante dell'aria occlusa, la quantità di sabbia presente è stata ridotta, nelle miscele con additivo, di 75-125 pounds per cubic yards (cioè di circa 45-75 Kg per m³).

Quanto all'influenza della percentuale di aria introdotta nel calcestruzzo sulle caratteristiche di questo, la fig. 2 ne darebbe un'idea. In essa compare l'espressione «duralibity» (che ho tradotto « durevolezza ») e che, a giudicare da quanto indicato nel citato opuscolo dell'H.R.B., sarebbe, nel caso specifico, determinata dalla resistenza ad azioni alternate di caldo e freddo, dalla resistenza all'azione dei cloruri usati per rimuovere la neve e da quella del solfato sodico.

Quanto al « modulo elastico » esso si ridurrebbe, secondo indicazioni dell'HRB 9 di 2-3 % per ogni percento di vuoto introdotto nel calce-

Tornando alle resistenze meccaniche, nel citato opuscolo dell'HRB si trova indicato che ogni percento di accrescimento del tenore in aria al disopra di quello che compete al calcestruzzo compatto - e che è valutato all'1 % - porta ad una diminuzione della resistenza a flessione di 2-3 % e di quella a compressione di 3-4 %, purchè la percentuale di sabbia e la quantità di acqua siano ridotte in ogni caso al minimo compatibile con una soddisfacente lavorabilità.

Dunque, secondo l'HBR la riduzione si realizzerebbe sempre a meno che gli aeranti non siano usati insieme a degli energici agenti acceleranti. Anche altri Autori (ad esempio, il citato Wuerpel) riconoscono il prodursi di una riduzione della resistenza meccanica, che può essere però dimi-

⁽⁵⁾ Si veda la relazione presentata dall'ing. Cozzi al Convegno di Bolzano (1954), negli « Atti » del detto Convegno.

⁽⁶⁾ Si veda l'appendice 10, al citato « Current Road Problems » n. 13 · R nella edizione revisionata (maggio 1950).

^{(7) «} Standard Specification for Portland cement », C

⁽⁸⁾ Traduco testualmente da H. L. KENNEDY, High Strenght Concrete. Proceedings of the first United States Conference on prestressed concrete.

⁽⁹⁾ Si veda la nota di cui in (6).

nuita od addirittura invertita a mezzo di opportune aggiunte di vari agenti « acceleranti, deflogulanti e generatori di gas » 10.

Un'idea dell'enorme influenza che avrebbe sulla resistenza al gelo l'aggiunta dei trascinatori d'aria è fornita dai seguenti dati che desumo da un lavoro di Stanton Walker e Delmar L. Bloem 11.

Travetti di calcestruzzo preparati con tre diverse sabbie e sottoposti a cicli termici successivi consistenti nella permanenza per 17 ore in aria a 0° F (= -17.7° C) e per 7 ore in acqua scaldata a 40° F (= 44° C) secondo le norme ASTM (i travetti di 3×4×16 pollici prima di subire questi cicli avevano stagionato per 28 giorni in ambiente umido, ed erano stati tenuti per altri 28 giorni in acqua) dopo 840 cicli non accusavano nessuna riduzione nel modulo di elasticità (determinato misurando la frequenza fondamentale della vibrazione del travetto di campione) nel mentre senza aeranti i calcestruzzi preparati con due delle sabbie vedevano ridotto a metà il loro modulo elastico rispettivamente dopo 200 e dopo 292 cicli; con la terza sabbia - che era la più resistente all'attacco del solfato sodico nella prova normalizzata in America — dopo 840 cicli il calcestruzzo non era cambiato.

Risulta di qui che vi è un'azione specifica dell'inerte sulla resistenza al gelo, e che gli aeranti hanno effetto benefico quando si usano inerti poco adatti.

I citati Autori dichiarano che «l'effetto delle miscele aeranti per se sulla resistenza del calcestruzzo alle alternanze di caldo e freddo non può essere determinato con certezza. Ciò deriva dalla incapacità a rimuovere tutta l'aria dal calcestruzzo e dalla mancanza di conoscenze sulla natura e sulla distribuzione dei vuoti restanti».

Noto che i calcestruzzi provati avevano cedimenti al cono di 3÷4 pollici! Ma non è solamente la qualità dell'inerte che accusa la presenza degli aeranti; anche la qualità del cemento ha una sua netta influenza a giudicare dai dati pubblicati da Howard 12, i quali si riferiscono pur sempre ad impasti aventi cedimenti al cono mediamente di 4,5÷5 pollici.

Senza voler esaurire l'argomento devo notare che oltre alle variabili già considerate (qualità dell'aerante e degli altri aggiuntivi che con esso si impiegano, qualità dell'inerte e del cemento, pur restando questo sempre Portland) altre vanno prese in considerazione. Ad esempio, secondo Delmar L. Bloem 13 se la stagionatura è di 7 giorni il rapporto fra la resistenza del calcestruzzo con aerante e quello senza è maggiore di quello che si ha con stagionature più lunghe.

Secondo la « Dewey and Almy Chemical Company », produttrice del Darex 14 compensando l'aumento dei vuoti con una riduzione nei volumi di acqua e di sabbia si avrebbe miglioramento nelle caratteristiche meccaniche per calcestruzzi magri (200 Kg/mc), parità per calcestruzzi normali 300 e 350 Kg/mc) diminuzione fino al 10 % per quelli ricchi (400 Kg/mc); pertanto nei calcestruzzi correnti consiglia una media di 3,5 di

Ora i calcestruzzi per pavimentazioni stradali e degli aeroporti contengono in genere fra 350 e 400 Kg/mc — almeno ciò avviene per gli strati superiori, per la parte cioè sottoposta alle brusche alternanze di caldo e freddo - sono quindi compresi fra quelli per i quali gli aeranti non determinano variazioni di resistenza o le fanno lievemente diminuire.

4. Gli aeranti in impasti asciutti.

Le precedenti considerazioni dimostrano che non si è ancora raggiunto uno stato di conoscenze bastevoli per poter prevedere con sufficiente sicurezza l'influenza sui calcestruzzi delle aggiunte di aeranti; tuttavia si dispone di un notevole numero di risultati di prove e di alcuni anni di esperienza fatti in America che forniscono una guida per chi debba occuparsi dell'argomento.

Resta però l'obiezione sostanziale che questa somma di dati e di osservazioni è relativa solo a cementi Portland e ad impasti molto fluidi.

Cosa avverrà per quelli asciutti?

Le prove fatte in Germania, in vari laboratori universitari e di Enti pubblici, con un prodotto aerante tedesco, il « Mischoel V. R. » 15, mostra che sono stati presi in esame anche altri tipi di cemento - e in particolare quelli di alto forno ed inoltre si è operato anche con rapporti acqua: cemento di un ordine di grandezza normale anche in Italia. Le prove sono state impostate nel modo seguente: fissato un rapporto acqua-cemento per il calcestruzzo senza aerante e determinata la percentuale di aria contenuta, si aggiunge dell'aerante e si diminuisce il detto rapporto in modo che il peso specifico apparente resti invariato: si determinano le conseguenti resistenze. Viene logico domandarsi: quanta parte della variazione della resistenza è dovuta all'aerante, e ai vuoti conseguenti, e quanta alla sola diminuzione del rapporto a/c?

Ad esempio, da prove fatte al Laboratorio di Stoccarda è risultato che a parità di inerte e di cemento d'alto forno (Kg 256/m3) si sono avuti i seguenti risultati:

a/c	Aerante in º/oo del cemento	Compressione Peso specif. apparente	Resistenza in Kgcm ²	Resistenza flessione a 56 giorni Kg/cmq	Profondità di pene- trazione dell'acqua dopo 56 giorni di immersione cm
0,635	0	2,41	319	55	6
0,600	0,4	2,42	362	58	3
0,570	[1	2,42	349	62	2

Altro esempio (prove fatte al laboratorio della T. H. di Darnistadt): per calcestruzzi a 250 Kg/m³ di cemento preparati con portland di varia provenienza, la resistenza alla compressione in Kg/cmq è risultata:

cemento	senza aggiunte a/c = 0,4	con 0,8 °/oo di aerante Acqua in meno: 6 °/o
1	475	460
2	435	490
3	470	475
4		488

Sempre con prove di laboratorio si è dimostrato che è nettamente vantaggioso l'uso di aeranti dal punto di vista della resistenza ad alternanze termiche.

Accennerò infine che delle prove sono state eseguite anche nel laboratorio dell'Istituto Sperimentale Stradale.

Premetto che in nessun caso ci è stato fornito l'aerante già miscelato col cemento; l'aggiunta era fatta in laboratorio sciogliendo l'aggiuntivo nell'acqua da usare per l'impasto. I cementi usati erano in genere dei Portland; in un solo caso s'è provato con un cemento pozzolanico.

Gli impasti usati avevano cedimenti al cono minimi (dell'ordine di 1-2 mm).

La durata di presa, giudicata con l'ago di Vicat, per alcuni cementi era influenzata, per altri no dall'aggiunta (per un aerante un cemento è risultato influenzato e l'altro no).

L'influenza più comune si traduceva nella tendenza a ritardare un po' la fine della presa.

La stessa plasticità era ottenuta diminuendo di pochissimo il rapporto a/c; ad esempio per un cemento si riusciva a ridurre detto rapporto da 0,48 a 0,45 usando alcuni aeranti.

Non si producevano variazioni nella composizione dell'inerte. I pesi dell'unità di volume a 28 giorni erano praticamente eguali nei vari casi (si oscillava fra 2,36 e 2,42) anzi sovente erano più grandi con gli aeranti anzichè senza.

Le resistenze a compressione miglioravano in generale e precisamente quando non diminuiva il peso dell'unità di volume. La resistenza a flessione subiva piccole variazioni con tendenza a diminuire.

Ad esempio le medie su quattro travetti per la flessione sono risultate, per un dato cemento Portland:

	Peso medio del litro dei cubetti	Resistenza (a compressione	28 giorni) a: flessione	Peso del litro del travetto
senza aeranti	Kg 2,385	Kg/cmq 225	Kg/cmq 35,6	2,36
con l'aerante 1	» 2,395	» 295	» 33,6	2,41
con l'aerante 2	» 2,34	» 220	» 34,8	2,373
con l'aerante 3	» 2,387	» 276	» 36,7	2,407

La permeabilità per qualche cemento risultava ridotta dalle aggiunte, ma non per tutti.

L'azione di 20 alternanze fra - 10° e +35° eseguite operando su cubi di 12 cm. precedentemente saturati di acqua (ad ognuna delle due indicate temperature i cubi erano tenuti per 4 ore) non danneggiava i calcestruzzi senza aggiuntivo ed in qualche caso recava diminuzione di resistenza in quelli contenenti aeranti. Occorre notare al riguardo che le oscillazioni termiche da noi considerate sono in numero molto limitato rispetto a quelle praticate all'estero.

Conclusioni.

L'impostazione americana del problema è sostanzialmente diversa dalla nostra: essa parte da calcestruzzi estremamente fluidi, noi - almeno per quanto riguarda strade ed aeroporti - siamo interessati a impasti nettamente asciutti.

Pertanto occorre studiare ex novo il problema della influenza delle aggiunte sulle resistenze meccaniche dei calcestruzzi. Le prove alle quali ho accennato non sono sufficienti per emettere giudizi, salvo confermare l'importanza - d'altronde già dimostrata dagli Americani - di sottoporre ad esame ciascuno degli aeranti proposti e non di considerarli in mucchio. Anche il comportamento dei vari cementi va considerato attentamente: a pari classifica del cemento non sembra corrispondano eguali risultati.

Quanto all'osservazione del comportamento in pratica dei calcestruzzi, tenuta presente l'assenza di azioni derivanti da sali usati come antineve, si deve riconoscere che il solo gelo non sembra responsabile di particolari danneggiamenti.

In una città come Milano, che ha sensibili freddi invernali ed ha clima molto umido, non mi consta si siano verificati danni attribuibili all'azione del gelo sulle pavimentazioni in calcestruzzo. Il gelo presso di noi è sovente motivo di danno alle pavimentazioni in calcestruzzo (si vedano, ad esempio, l'autostrada Firenze-Mare e la Milano-Laghi); ma sono danni derivanti dalla gelività dei sottofondi e a volte anche solo dalla instabilità di questi. Ciò è tanto vero che anche le « pavimentazioni flessibili » (massicciate protette e tappeti bituminosi) accusano nettamente l'azione del gelo.

Ho avuto occasione di osservare lo sfogliarsi in superficie della pavimentazione in calcestruzzo di un aeroporto; ma s'è prodotto subito, direi in occasione delle prime gelate, e quindi la sua giustificazione va ricercata in tutt'altri motivi.

Raffaele Ariano

⁽¹⁰⁾ Study of sands in Concrete subjected to freezing and thawing, Concrete, novembre 1949.

⁽¹¹⁾ Tentative method of test for resistance of concrete specimens to slow freezing in air and thwaing in water, C 310-53 T.

⁽¹²⁾ Studies of several brands of cements in concrete for mix design purposes, in « Concrete », luglio 1944.

⁽¹³⁾ Effects of various admistures on concrete, Miscellaneous Publication n. 27 della « National Ready Mixed Concrete Association », giugno 1949.

⁽¹⁴⁾ La tecnica e l'impiego dei calcestruzzi aeranti.

⁽¹⁵⁾ Dobbiamo al rappresentante della Ditta produttrice di questi aeranti, la conoscenza dei risultati delle prove di Stoccarda.

L'impiego degli estensimetri a resistenza elettrica nelle ricerche di meccanica agraria

Dopo un breve richiamo del principio di funzionamento degli estensimetri elettrici a variazione di resistenza si prospettano le loro possibilità di applicazione nella risoluzione di numerosi problemi che si presentano frequentemente nell'effettuazione di ricerche nel campo della meccanica agraria e di tecniche consimili. Viene data una breve descrizione di alcuni apparecchi di misura utilizzanti tali estensimetri.

1. Sia lo studioso che il progettista di macchine od attrezzi agricoli si trovano spesso di fronte a problemi la cui soluzione non può essere ottenuta facendo ricorso alla teoria o al calcolo, o lo può essere soltanto in prima e non sempre soddisfacente approssimazione. Infatti forse in nessun altro campo della tecnica entrano in gioco tante variabili di non facile valutazione a priori, sia perchè gli oggetti su cui la macchina agricola esplica la sua azione: il terreno ed i suoi prodotti, hanno caratteristiche tutt'altro che costanti e ben note, sia perchè le esigenze agronomiche e le particolari condizioni di lavoro della macchina portano molto spesso a delle realizzazioni meccaniche su cui sarebbe difficile impostare calcoli di resistenza, anche se fossero noti esattamente i carichi applicati, cosa che in genere è ben lontana dal verificarsi.

Lo stesso avviene del resto, ad esempio, nelle macchine destinate ai movimenti di terra industriali, allo sgombero della neve ecc.

In questi casi non resta che far ricorso alla esperienza condotta sul prototipo stesso della macchina in esame, in vera grandezza, almeno finché non si potranno mettere a punto metodi di ricerca su modello. Questa esperienza non deve limitarsi al « prova e riprova » che, se anche permette di mettere a punto macchine efficienti e rispondenti alla bisogna, non può mai fornire quella massa di dati che, opportunamente elaborata ed interpretata, può servire di guida e di previsione per il futuro; ma deve essere intesa come sperimentazione coordinata e scientifica, non limitata al solo caso contingente, ma spinta fino alla interpretazione dei fenomeni, onde permettere la generalizzazione dei dati raccolti.

Si tratta quindi di impiegare anche nella meccanica agraria quei metodi « analitici » di sperimentazione che così buona prova hanno dato negli altri

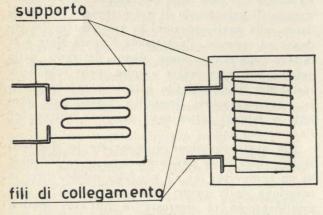
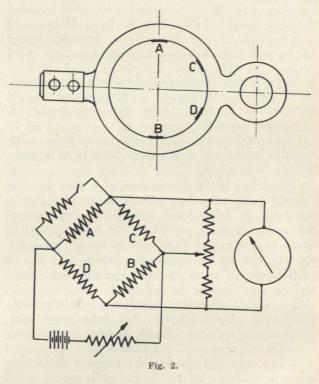


Fig. 1. estensimetri elettrici a resistenza di comune impiego.

rami della tecnica, sfruttando, tra le numerose tecniche sperimentali già messe a punto, quelle che più rispondono alle particolari caratteristiche delle macchine studiate.

È appunto al breve esame delle applicazioni che una di queste tecniche sperimentali, quella basata sugli estensimetri a resistenza elettrica (i cosiddetti « strain gages »), può avere in meccanica agraria che è destinata questa nota.



E se gli estensimetri a resistenza elettrica, così ampiamente usati oggigiorno in quasi tutti i campi dell'ingegneria, costituiscono solo uno dei numerosissimi mezzi a disposizione dello sperimentatore, è pur vero che la varietà e la vastità delle applicazioni possibili li rendono particolarmente interessanti nel particolare campo di cui ci occupiamo.

2. Un estensimetro a resistenza elettrica, come noto, trasforma una deformazione del corpo su cui esso è applicato in una variazione delle caratteristiche elettriche in un opportuno circuito, rendendo così determinabile la prima attraverso una semplice misura elettrica. In generale possiamo dire che gli « strain gages » permettono di valutare quantitativamente la grandezza di un qualsiasi fenomeno che si esplichi, o possa esser ridotto ad esplicarsi, attraverso una deformazione elastica di un corpo solido.

I tipi di elementi estensimetrici a variazione di resistenza sono diversi; il più comune però, e quello di cui unicamente ci occuperemo, è costituito (fig. 1) da una resistenza metallica di piccolissime dimensioni (diametro del filo intorno ai 0.025 mm) solidale ad un supporto (per lo più carta) che viene incollato con adesivi speciali sulla superficie dell'elemento in esame e di cui ricopia esattamente le deformazioni. Queste si traducono in variazioni di resistenza del filo che squilibrano il ponte di Wheatstone di cui l'estensimetro costituisce uno dei rami; basta quindi disporre di uno strumento (per esempio un amperometro) capace di misurare lo squilibramento del ponte e tarato direttamente con i valori della grandezza da misurare.

Questo è, schematicamente, il circuito elettrico più semplice che possa essere usato in connessione con gli « strain gages » e permette già, come vedremo, l'effettuazione di numerose misure.

Si danno però dei casi in cui le deformazioni misurate sono di così piccola entità, o si richiede l'uso di uno strumento rivelatore a relativamente forte assorbimento di potenza come un oscillografo, che si rende necessario l'impiego di un amplificatore; ciò complica naturalmente l'apparecchiatura elettrica, ampliando però considerevolmente il campo di misure possibili.

L'alimentazione del circuito può essere fatta sia in corrente continua che in corrente alternata. La prima è destinata a misure in condizioni statiche oppure misure dinamiche in cui interessi unicamente il valore medio. In c.c. la sensibilità è relativamente bassa sicchè occorre usare più di elemento estensimetrico: generalmente si ricorre a due coppie di elementi sensibili, l'una tesa e l'altra compressa nella stessa misura, utilizzando così tutt'e quattro i rami del ponte.

Volendo effettuare misure di grandezze dinamiche di non elevata frequenza si può ancora usare la corrente continua, però con un amplificatore opportuno ed uno oscilloscopio. Per le frequenze più elevate occorre invece far ricorso all'alimentazione in c.a. (da 50 a qualche migliaio di periodi), come pure quando occorra una grande sensibilità, anche in misure statiche, e non si ritenga opportuno usare i galvanometri tipo D'Arsonval ecc. perchè troppo delicati.

Naturalmente non è qui il caso di entrare in particolari sulla apparecchiatura elettrica, tanto più che essa è costituita da strumenti facilmente reperibili in commercio e le semplici operazioni di collegamento ed adattamento possono essere fatte di volta in volta dallo sperimentatore secondo le sue particolari necessità.

- 3. Da quanto precede, e come si vedrà ancor meglio in seguito nell'esame degli esempi riportati i vantaggi presentati dagli « strain gages » possono essere così riassunti:
- possibilità di installazione su organi di macchine esistenti, anche in posti poco accessibili, senza modificazioni o alterazioni al funzionamento della
- possibilità di misurare contemporaneamente numerose grandezze con un'unica apparecchiatura

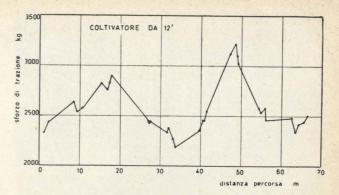
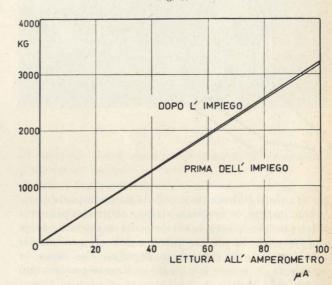
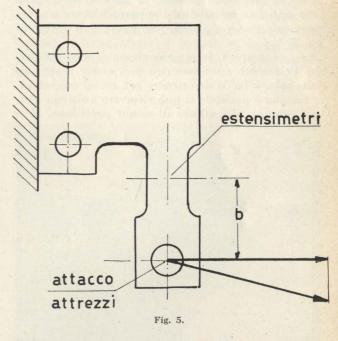


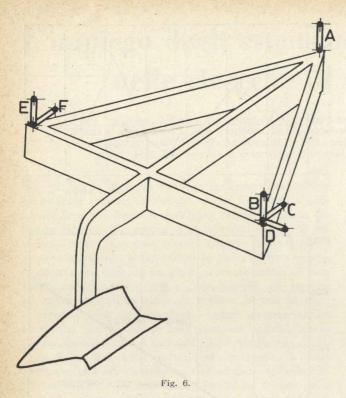
Fig. 3.





di base; il numero delle letture contemporanee è limitato unicamente da quello dei « canali » a disposizione nello strumento registratore;

- possibilità di effettuare misure dinamiche, anche di fenomeni con elevata frequenza;
- robustezza e facilità di impiego « sul cam-

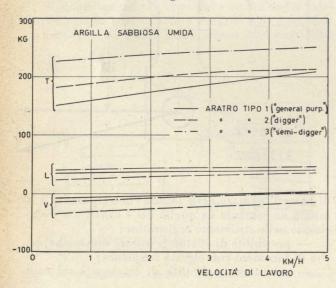


po »; infatti l'elemento sensibile non comporta parti in movimento, le apparecchiature elettriche più semplici possono essere montate sulla macchina stessa in esame, quelle più complesse e delicate possono essere installate su un mezzo apposito che segue la macchina in esame e a cui è collegato unicamente da un cavo elettrico;

— la precisione globale, se gli « strain gages » sono stati ben installati e l'apparecchiatura è accuratamente messa a punto, può essere dell'ordine di ±0.25 %;

— la taratura, fatta generalmente in opera perchè l'elemento estensimetrico può essere usato una volta sola, è facile da ottenere con mezzi meccanici; se ciò non è possibile si può ricorrere a sistemi elettrici oppure, per misure di minor precisione, ci si

Fig. 7.



può basare sulle curve di taratura fornite dal fabbricante stesso;

— è vero che l'attrezzatura elettrica iniziale, se completa, rappresenta un costo non indifferente (oscillografi, registratori multipli, amplificatori ecc.) però essa può servire per una gamma praticamente infinita di esperienze con la sola sostituzione, ogni volta, degli « strain gages », di costo relativamente molto basso. D'altra parte molte misure richiedono solo un'apparecchiatura semplificata nel qual caso il costo è minimo;

— infine l'elasticità del metodo è grandissima, nel senso che, una volta che ha a disposizione l'apparecchiatura elettrica, lo sperimentatore stesso può realizzare con grande facilità i più svariati strumenti di misura che gli occorrono.

4. La più ovvia applicazione degli « strain gages » in meccanica agraria è quella alla misura delle forze, in particolare ai dinamometri: la fig. 2 presenta appunto un dinamometro ad estensimetri elettrici, unitamente al relativo circuito elettrico, ampiamente usato negli U.S.A. ed in Inghilterra. Esso consiste molto semplicemente in un anello di acciaio nel cui interno sono disposti i quattro elementi sensibili: A e B in trazione; C e D in compressione. Con tale disposizione si possono usare tutti i rami del ponte di Wheatstone ed inoltre il sistema risulta autocompensante rispetto alle variazioni di temperatura (particolarmente temibili) ed ai momenti flettenti sia nel piano verticale che in quello orizzontale, sicchè può venire direttamente incorporato nella barra di traino del trattore.

È evidente la grande semplicità rispetto ad un qualsiasi altro tipo di dinamometro, meccanico od idraulico, nonchè la possibilità di disporre con minima spesa di tutta una serie di strumenti adatti alle misure di sforzi di trazione dai valori minimi ai massimi, che si possono praticamente incontrare.

Anche l'apparecchiatura elettrica in questo caso risulta molto semplice: un circuito di alimentazione a c.c., un ponte, un circuito di bilanciamento, una resistenza shunt per la taratura elettrica ed un comune microamperometro.

Un breve calcolo, molto semplificato, condotto su un tale circuito può essere interessante per valutarne le possibilità. In prima approssimazione si ha:

$$\mathbf{I}_{m} = \frac{\mathbf{I}_{b} \; \mathbf{K} \; \epsilon \; \mathbf{R}_{e}}{\mathbf{R}_{e} \; + \; \mathbf{R}_{m}}$$

essendo:

I_m la corrente allo strumento di misura

Ib la corrente erogata dalla batteria

K il coefficiente caratteristico degli estensimetri usati, cioè la costante di proporzionalità tra la variazione percentuale di resistenza e l'allungamento unitario e dell'elemento sollecitato. Il valore di K, fornito dal costruttore dell'estensimetro stesso, varia da circa 2 a 6, a seconda dei tipi; si può avere una differenza dell'ordine del 0.1÷1 % tra il valore della costante relativo alla compressione e quello alla trazione.

Re resistenza dell'estensimetro

R_m resistenza dello strumento di misura.

Si trascurano così le piccole quantità di corrente che circolano nel circuito di bilanciamento. Con $I_b=0.09$ A, estensimetri da 500 Ω e K=3.4, $R_m=1000$ Ω , per $\epsilon=0.0015$ (circa 3150 kg/cm² nell'acciaio), assunto come valore massimo, si ha $I_m=153$ μ A; uno strumento con fondo scala a 150 μ A è quindi più che sufficiente.

Naturalmente i valori degli sforzi di trazione forniti da un tale dinamometro sono valori medi nel tempo, non istantanei; la fig. 3 dà appunto un esempio dei diagrammi che si possono ottenere.

La taratura dell'apparecchio può essere eseguita con tutta facilità su di una macchina per prove di trazione e si mantiene abbastanza costante nel tempo; la fig. 4 riporta appunto i risultati della taratura del dinamometro di fig. 2, prima e dopo un periodo di intenso lavoro sul campo: la differenza non raggiunge lo 1 %.

Ancor più semplice è un analogo dinamometro usato dal National Institute for Agricultural Engineering inglese (N.I.A.F_t.) in cui, anzichè un anello, si ha una lastra di acciaio portante sulle due faccie le due coppie di estensimetri a 90°, sempre per avere l'autocompensazione.

Ma oltre allo sforzo di trazione globale può essere interessante determinarne la sola componente verticale, per esempio per valutare il carico dell'assale posteriore del trattore. Ciò può essere ottenuto molto semplicemente assottigliando una sezione della barra di traino, dietro al supporto posteriore, supposta orizzontale, e disponendo sulle due faccie due estensimetri, collegati a due rami opposti del ponte di Wheatstone. Le sollecitazioni di trazioni e di flessione nel piano orizzontale vengono annullate, rimanendo solo quelle di flessione nel piano verticale.

5. Nel caso di attrezzi portati ovviamente le apparecchiature precedenti non servono più: si può allora ricorrere a quella indicata in fig. 5, rappresentante l'elemento deformabile (uno per ognuno dei tre punti di collegamento) interposto tra l'attacco del trattore e l'attrezzo.

Il momento flettente nella sezione in cui sono posti gli « strain gages » è proporzionale alla componente della forza nella direzione normale all'asse dell'elemento deformabile, qualunque sia la direzione della forza stessa. Montando tali elementi deformabili con i loro assi perpendicolari alla direzione di marcia ognuno di essi misura uno sforzo di traino; disponendo un ponte completo di estensimetri sui ogni elemento e collegando i tre ponti in parallelo si ha allo strumento misuratore la somma algebrica degli sforzi in tutti e tre gli elementi, cioè la resistenza netta dell'attrezzo al traino.

Un esempio ancora più complesso di applicazione è quello rappresentato in fig. 6, che riporta lo schema dell'attrezzatura usata dal N.I.A.E. per una serie di ricerche sulle forze agenti sui vomeri degli aratri.

Il vomero centrale di un aratro trainato trivomere è collegato rigidamente ad un telaietto triangolare che a sua volta è collegato al corpo dell'aratro tramite 6 elementi estensimetrici (indicati con lettere in figura): è così possibile la determinazione

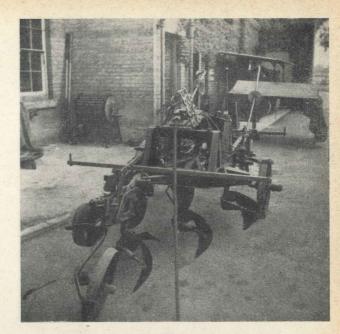


Fig. 8.

di tutti gli sforzi agenti sul vomere in condizioni pratiche di lavoro.

Gli estensimetri trasmettono i dati ad un registratore scrivente ad 8 canali (due sono riservati rispettivamente alla registrazione della profondità del solco ed allo spazio percorso) montato su di un autocarro che segue l'aratro sul campo. Le registrazioni vengono poi analizzate in laboratorio ed elaborate fino a giungere ai diagrammi del tipo di fig. 7, in cui sono riportate le componenti orizzontale, T, verticale, V, e laterale, L, dello sforzo globale agente sul vomere, in funzione della velocità di lavoro.

La fig. 8 mostra l'aratro completo: sono visibili il telaietto triangolare ed il cavo di collegamento all'autocarro su cui è montata la apparecchiatura elettrica.

Fig. 9.





Fig. 10.

Un'attrezzatura di carattere del tutto particolare è invece quella di fig. 9, sempre usata dal N.I.A.E., destinata ad un vasto piano di ricerche sulle proprietà dinamiche del terreno.

Posteriormente ad un trattore (che durante le esperienze procede in retromarcia) sono montate, tramite elementi estensimetrici, una piastra d'acciaio ed un cuneo con una parte mobile (fig. 10).

La prima è destinata a verificare l'esattezza di alcune teorie relative alla resistenza presentata dal terreno al moto di corpi parzialmente immersi in esso, il secondo invece ha lo scopo di determinare i valori del coefficiente di attrito tra suolo e metallo.

I particolari di installazione degli estensimetri sono visibili in fig. 10 e sono analoghi a quelli visti precedentemente; la attrezzatura elettrica è la stessa montata su autocarro che abbiamo visto servire per le prove sugli aratri.

La fig. 11 presenta il particolare del cuneo dinamometrico per la determinazione del coefficiente di attrito, mentre l'incastellatura in legno visibile in

fig. 9 è destinata a portare una macchina da ripresa cinematografica che fotografa il comportamento dei due elementi sensibili; pure visibili sono i nastri cingolati per la misura dello spazio percorso.

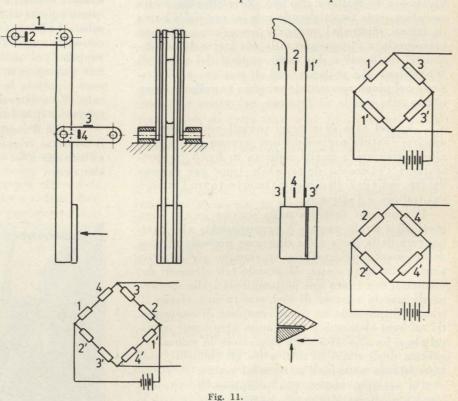
6. Uno dei problemi che spesso si pongono allo studioso di meccanica agraria è quello della determinazione della potenza assorbita dai vari alberi di trasmissione di una macchina agricola, problema praticamente insolubile con i normali torsiometri per le difficoltà di applicazione a macchine già costruite senza alterarne la struttura.

Ora gli « strain gages » si prestano benissimo anche alla misura di coppie torcenti: è noto infatti come le sollecitazioni principali in un albero a sezione circolare sollecitato a torsione pura si trovino in piani posti a 45° e 135° rispetto all'asse; un elemento estensimetrico disposto lungo un'elica a 45° sarà quindi sottoposto a trazione o compressione, a seconda del senso di rotazione, e quindi può costituire l'elemento sensibile di un torsiometro.

Praticamente però tutti gli alberi che trasmettono potenza sono sollecitati anche a flessione, per la presenza di cinghie, ingranaggi, catene ecc.; per avere la misura del solo momento torcente occorre allora disporre sull'albero quattro « strain gages »: i due giacenti sulla medesima elica e sfasati angolarmente di 180° formano due rami opposti del solito ponte di Wheatstone.

Una difficoltà sensibile è rappresentata dalla necessità di effettuare il collegamento elettrico tra l'albero rotante su cui è posto il ponte (è infatti conveniente disporre i contatti striscianti sul circuito di alimentazione e su quello di misura piuttosto che sul ponte stesso) e il resto dell'apparecchiatura elettrica.

La soluzione più comune è quella che fa ricorso



ad un collettore e spazzole; si veda per esempio in fig. 12 un esempio di torsiometro ad estensimetri elettrici applicato alla presa di forza di un trattore.

Però questo metodo praticamente dà buoni risultati solo per valori della sollecitazione nell'albero intorno ai 400 kg/cm², usando le apparecchiature normali; per sollecitazioni inferiori le incertezze nella resistenza di contatto tra spazzole e collettore alternano la misura.

Giacchè normalmente nelle macchine agricole non si raggiungono sollecitazioni a torsione negli alberi maggiori di 150 ÷ 200 kg/cm², e non si può ridurre il diametro dell'albero nella sezione di applicazione degli estensimetri per non alterare la macchina ed anche per non avere sollecitazioni di flessione molto elevate, è preferibile ricorrere ad un collettore a mercurio, di cui la fig. 13 dà un esempio.

Il collettore è costituito da quattro elementi a cui arrivano i quattro conduttori uscenti dal ponte: in ogni elemento il contatto è stabilito tra un disco rotante alla medesima velocità dell'albero in esame ed un anello fisso, tramite un bagno di mercurio. Si noti che i dischi non sono montati direttamente sull'albero della macchina in prova ma su di un alberino ausiliario, collegato al precedente mediante un semplice manicotto in gomma. Si può così usare uno stesso gruppo collettore per un gran numero di esperienze sucessive, sostituendo ogni volta i soli « strain gages ».

Questi richiedono per la loro installazione una lunghezza assiale di circa 25÷30 mm ed un gioco radiale, rispetto alle altre parti della macchina, di 3÷4 mm. L'unica modificazione necessaria è la fo-

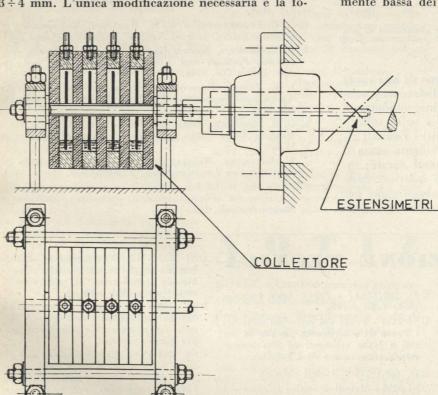
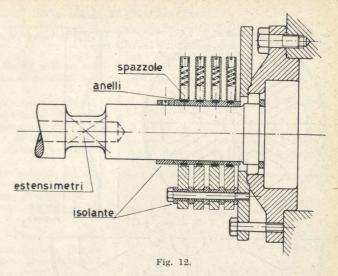


Fig. 13 - Schema di installazione di un torsiometro ad estensimetri a resistenza elettrica con

ratura assiale dell'albero per permettere il passaggio dei cavi di connessione quando tra la sezione di applicazione degli estensimetri e il gruppo collettore sia interposto un cuscinetto di estremità.

In prove pratiche si è constatato come il limite inferiore della sollecitazione nell'albero per avere una misura stabile e sufficientemente precisa con il



collettore a mercurio sia intorno ai 25 kg/cm², più che sufficiente quindi per le pratiche applicazioni.

Il circuito elettrico, data la piccola entità delle sollecitazioni da misurare, conviene sia in corrente alternata, con un opportuno amplificatore ed un oscillografo registratore; data la frequenza relativamente bassa dei fenomeni da misurare è sufficiente

> un generatore a 50 periodi, 110 V, naturalmente accuratamente schermato.

Se gli estensimetri sono collocati molto vicini ad un cuscinetto (a distanza inferiore ai 70 ÷ 80 mm) il calore sviluppato in questo può alterare la posizione di zero dello strumento: occorre allora fare le letture dopo che l'albero si è portato a regime per quanto riguarda la temperatura.

Anche in questo caso la taratura può essere fatta con tutta semplicità con mezzi meccanici, applicando staticamente un momento torcente noto all'albero in esame.

Non resta quindi che misurare la velocità angolare dell'albero con un comune tachimetro per avere tutti i dati necessari al calcolo della potenza trasmessa.

7. Infine gli estensimetri a resistenza elettrica possono essere applicati, come è il caso più comune nelle ricerche di ingegneria, alla determinazione

delle sollecitazioni agenti nei diversi organi di una macchina.

È questo un campo piuttosto trascurato nelle macchine agricole, mentre un esame sperimentale delle sollecitazioni potrebbe molte volte portare a sensibili risparmi di materiale ed evitare costose modificazioni sulla macchina già in produzione.

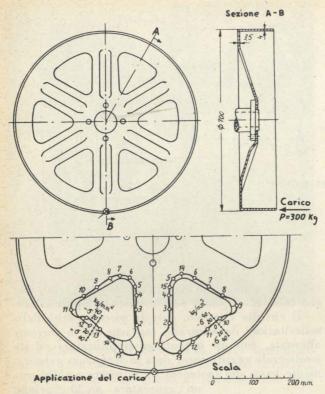


Fig. 14 - Andamento delle tensioni intorno alle sfinestrature di una ruota di falciatrice. Gli estensimetri sono stati applicati nei punti indicati dalla numerazione.

Così in fig. 14 è riportato il disegno di una ruota per falciatrice: apparentemente soddisfacente e conforme alla pratica normale. L'indagine, condotta in Germania, mediante « strain gages » sulle sollecitazioni in essa agenti ha invece forniti i risultati riportati nella medesima figura. È evidente come il disegno di tale ruota sia completamente errato; infatti in corrispondenza dei raccordi inferiori delle sfinestrature si hanno sollecitazioni elevatissime per effetto delle quali non potrà mancare di verificarsi

in tali punti, sotto sollecitazioni dinamiche di fatica, la crettatura del materiale. La resistenza della ruota potrebbe essere migliorata bordando tali sfinestrature o, meglio ancora, abolendo e ricorrendo ad una ruota a disco con nervature o risalti imbutiti, che può facilmente essere disegnata in modo da avere lo stesso peso di quella « alleggerita » dalle sfinestrature senza i gravi inconvenienti di questa.

I pochi esempi riportati sopra mostrano dunque come l'impiego degli estensimetri a resistenza elettrica possa portare alla soluzione di numerosi problemi di meccanica agraria in modo semplice, economico e rapido, permettendo misure che con comuni metodi di indagine sarebbero impossibili. Certamente esistono anche delle difficoltà, come in ogni altra tecnica sperimentale, ma queste non appaiono tali da sminuire il notevole interesse del metodo nè la vastità delle applicazioni che esso apre.

Federico Filippi

BIBLIOGRAFIA

- 1. M. HETÉNYI, Handbook of experimental stress analysis, John Wiley & Sons, 1950.
- 2. WM. R. CAMPBELL, Performance Tests of Wire Strain Gages; Il Calibration Factors in compression, NACA T.N.
- 3. C. C. Dohrenwend e W. R. Mehaffey, Measurement of Dynamic Strain, Journal Applied Mechanics, Marzo 1943.
- 4. H. C. ROBERTS, Electric Gaging Methods for Strain, Movement, Pressure and Vibration, Instruments, voll. da Apr. 1944 a Dic. 1945.
- 5. J. K. Jensen, Experimental Stress Analysis for Solving Agricultural Engineering Problems, Agricultural Engineer-
- 6. D. E. Burrough, Power and Torque Distribution in Farm Machine Drive Shafts, Agricultural Engineering, Giugno
- 7. W. BERGMANN, Messung der Beanspruchungszustände an Bauteilen von Landmaschinen, Konstruktion, Genn. 1954.
- 8. F. FILIPPI, Il N.I.A.E. inglese è frutto dell'operosa collaborazione tra scienza, industria, agricoltura, Macchine e Motori Agricoli, Dic. 1954.

REGOLAMENTAZIONE TECNICA

Nuove Unificazioni Italiane

Le seguenti unificazioni, recentemente pubblicate, sono in vendita presso la sede dell'UNI al prezzo di L. 50 per tabella, più il 2% per l'IGE (prezzo di vendita ai Soci L. 37,50 per tabella, oltre il 2% per l'IGE).

Norme sperimentali.

- C.D. 629.12:669.14-42 Laminati di acciaio.
- UNI 3248 Prodotti di acciaio laminati a caldo - Tolleranze per profilati di uso navale.
- C.D. 669:545.8 Analisi chimica fotometrica e colorimetrica.
- UNI 3235 Metodi di analisi chimica dei materiali metallici - Generalità sui metodi fotometrici e colorimetrici (fasc. unico di 2 tabelle).

- C.D. 669:620.17 Prove fisico tecnologiche sugli acciai.
- UNI 3272 Prove sui materiali metallici Prova di scorrimento viscoso su acciai e leghe resistenti ad alta temperatura (fasc. unico di 4 tabelle).
- C.D. 669.1:545 Analisi chimica.
- UNI 3236 Metodi di analisi chimica dei materiali metallici - Determinazione del cobalto negli acciai - Metodi fotometrico e colorimetrico al solfocianato, per analisi correnti (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3237 Id. Determinazione del vanadio negli acciai e nelle ghise - Metodi fotometrico e colorimetrico all'acqua ossigenata, per analisi correnti (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3238 Id. Determinazione del rame negli acciai - Metodi fotometrico e colorimetrico alla ammoniaca, per analisi correnti.

- UNI 3239 · Id. Determinazione dell'alluminio negli acciai e nelle ghise -Metodo fotometrico all'eriocromocianina, per analisi correnti.
- UNI 3240 Id. Determinazione dell'allumina negli acciai e nelle ghise - Metodo fotometrico all'eriocromocianina, per analisi correnti.
- UNI 3241 Id. Determinazione del titanio negli acciai e nelle ghise - Metodi fotometrico e colorimetrico all'acqua ossigenata, per analisi correnti (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3242 Id. Determinazione del molibdeno negli acciai e nelle ghise -Metodi fotometrico e colorimetrico al cloruro stannoso e solfocianato potassico, per analisi correnti (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3243 Id. Determinazione del nichel negli acciai e nelle ghise - Metodi fotometrico e colorimetrico, per analisi correnti.
- C.D. 669.1:620.18 Esami micro e macroscopico dei materiali ferrosi.

- UNI 3244 Esame microscopico dei materiali ferrosi - Metodo di valutazione delle inclusioni non metalliche negli acciai (fasc. unico di 10 tabelle).
- UNI 3245 Id. Determinazione della grossezza del grano austenitico negli acciai (fasc. unico di 11 tabelle).
- C.D. 669.14-42 Profilati, barre, fili.
- UNI 3246 Prodotti di acciaio laminati a caldo - Tolleranze per profilati a L a T ed a Z (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3247 Id. Tolleranze per profilati a doppio T, Zorés, ad U normali, normali rinforzati, speciali e di uso navale (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3249 Id. Tolleranze per barre e larghi piatti.

Norme raccomandate.

- C.D. 625:621.395 Ferrovie Apparecchiature telefoniche.
- UNI 3267 Telefono manuale da muro, a batteria locale, per ferrovie e tranvie - Cassa - Schema elettrico - Organi dell'apparecchiatura (fasc. unico di 6 tabelle).
- C.D. 625.245 Carri ferroviari speciali.
- UNI 3168 (2ª Ed.) Carri serbatoio ferroviari con serbatoi metallici, a sistemazione fissa, per liquidi non a pressione - Dimensione del serbatoio.
- UNI 3169 (2ª Ed.) Id. Serbatoi utilizzabili per liquidi di peso specifico da 0,6 a 2 kg/dm3 - Particolarità caratteristiche (fasc. unico di 14 tabelle).
- C.D. 625.62 Materiale mobile ferrotranviario.
- UNI 3269 Carrozze tranviarie urbane - Vani per tabelle frontali - Tabelle laterali indicatrici di percorso.
- C.D. 628:621.643.257 Tubazioni di amianto-cemento.
- UNI 3274 Tubazioni per fognature edilizie - Tubi, raccordi e pezzi speciali di amianto-cemento - Caratteristiche qualitative e prove (fasc. unico di 3 tabelle).
- UNI 3275 Id. Tubi diritti di amiantocemento (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3276 Id. Tubi diritti con ispezione, di amianto-cemento.
- UNI 3277 Id. Curve a 45° di amiantocemento. UNI 3278 - Id. Curve a 90° di amianto-
- cemento UNI 3279 - Id. Manicotti di giunzione,
- di amianto-cemento. UNI 3280 - Id. Raccordi di passaggio, di
- amianto-cemento. UNI 3281 - Id. Paralleli di amianto-ce-
- UNI 3282 · Id. Giunti a squadra, di amianto-cemento (fasc. unico di 2 ta-
- UNI 3283 Id. Giunti biforcati, di amianto-cemento.
- UNI 3284 Id. Giunti a 45° di amiantocemento (fasc. unico di 4 tabelle).
- UNI 3285 Id. Sifoni ad immissione e scarico orizzontali, di amianto-cemento (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3286 Id. Sifoni ad immissione verticale e scarico orizzontale, di amianto-cemento (fasc. unico di 2 tabelle). UNI 3287 - Id. Sifoni ad immissione e

- UNI 3288 Id. Sifoni ad immissione e scarico orizzontali e con esalatore, di amianto-cemento (fasc. unico di 2 ta-
- C.D. 669.71:620.18 Esami micro e macroscopico dei materiali metallici non ferrosi.
- UNI 3250 Esame microscopico dei materiali metallici non ferrosi - Prelievo dei campioni e preparazione delle provette di alluminio e di leghe di alluminio. Reattivi di attacco (fasc. unico di 3 tabelle).
- UNI 3251 Esame macroscopico dei materiali metallici non ferrosi - Preparazione delle superficie di alluminio e di leghe di alluminio. Reattivi di at-
- C.D. 674.001.4:620.1 Prove sul legno. UNI 3252 - Prove sul legno - Elenco delle prove - Norme generali (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3253 Id. Condizionatura.
- UNI 3254 Id. Determinazione della fittezza media degli anelli annuali.
- UNI 3255 Id. Determinazione del tenore di umidità.
- UNI 3256 Id. Determinazione del peso specifico (fasc. unico di 2 tabelle). UNI 3257 - Id. Prova di compressione
- assiale. UNI 3258 - Id. Prove di compressione
- tangenziale e di compressione radiale. UNI 3259 - Id. Prova di flessione statica tangenziale e di flessione statica radiale.
- UNI 3260 Id. Prova di trazione.
- UNI 3261 Id. Determinazione del modulo di elasticità a compressione.
- UNI 3262 Id. Determinazione del modulo di elasticità a flessione.
- UNI 3263 Id. Determinazione del modulo di elasticità a trazione.
- UNI 3264 Id. Prova di flessione per
- UNI 3265 Id. Prova di durezza.
- UNI 3266 Id. Determinazione dei ritiri lineare e volumetrico per perdita di umidità (fasc. unico di 2 tabelle).

- Norme impegnative.
 - C.D. 620.17 Prove fisico tecnologiche. UNI 3219 - Prove dei materiali metallici - Prova di flessione statica su materiali di limitata deformabilità (fasc. unico di 3 tabelle).
 - C.D. 629.12:621.646.622 Rubinetti per tubazioni navali.
 - UNI 3289 Rubinetti a flangia per tubazioni navali serie pesante - Materiali - Servizi - Pressioni di esercizio (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3290 Id. Prospetto dei tipi unifi-
- UNI 3291 Id. Rubinetti a via diritta DN 20 a 50, PN 6 - DN 65 e 80, PN 4 (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3292 Id. Rubinetti a via diritta DN 100 e 125, PN 2,5 (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3293 Id. Rubinetto ad angolo retto - DN 20 a 50, PN 6 - DN 65 e 80. PN 4 (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3294 Id. Rubinetti ad angolo retto DN 100 e 125, PN 2,5 (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3295 Id. Rubinetti a tre vie DN 20 a 50, PN 6 - DN 65 e 80, PN 4 (fasc. unico di 2 tabelle).
- UNI 3296 Id. Rubinetti a tre vie DN 100 e 125, PN 2,5 (fasc. unico di 2 ta-
- UNI 3297 Rubinetti a flangia per tubazioni navali serie pesante - Casse a via diritta (fasc. unico di 3 tabelle).
- UNI 3298 Id. Casse ad angolo (fasc. unico di 3 tabelle). UNI 3299 - Id. Casse a tre vie (fasc.
- unico di 3 tabelle). UNI 3300 - Id. Coperchi.
- UNI 3301 Id. Guarnizioni per coperchi.
- C.D. 669.6 Stagno. UNI 3271 - Stagno - Qualità, prescrizioni.
- C.D. 669.75 Antimonio.
- UNI 3270 Antimonio Qualità, prescrizioni.

EUSEC - Conferenza dei rappresentanti delle società d'Ingegneri dell'Europa Occidentale e degli Stati Uniti d'America

La seconda Conferenza internazionale sulla formazione degli Ingegneri - organizzata dalla SIA — ha avuto luogo dal 27 settembre al 1º ottobre 1954 alla Scuola politecnica federale di Zurigo.

Le sessioni di lavoro furono dedicate in particolare allo studio dei seguenti problemi:

Definizione di un vocabolario di termini relativi alla formazione degli ingegneri. Ogni paese membro dell'EUSEC è stato incaricato di fornire su questo argomento i dati relativi al proprio paese. I chiarimenti così ottenuti dovranno essere presentati in forma chiara e succinta in modo da rendere agevole la conscarico verticali, di amianto-cemento. sultazione. Le stesse parole possono a-

vere significati totalmente diversi in diversi paesi come « college » in Inghilterra e « collège » in Francia; occorre perciò sapere esattamente quale significato ha ogni termine in ciascun paese.

- La questione del « practical training » è stata studiata a fondo. Lo stage pratico obbligatorio prima degli studi, quale è stato introdotto a titolo di esperimento dalla E.P.F. a Zurigo, non esiste che in Germania ed in Norvegia. Negli altri paesi industriali, i quali del resto riconoscono concordemente la necessità dello stage pratico, questo si effettua sia durante le vacanze che dopo gli studi.
- La questione della formazione generale necessaria all'ammissione in una scuola tecnica di livello universitario fu esaminata sotto i seguenti aspetti:
- rami principali e livello di preparazione da raggiungere;

rami secondari e livello di preparazione da raggiungere;

condizioni di ammissione per gli studenti stranieri.

Ogni paese preparerà un quadro d'insieme della formazione ricevuta prima degli studi universitari nelle scuole primarie e secondarie, indicando le età corrispondenti e ragguagli sulle condizioni ed esami di ammissione alle scuole universitarie. In un secondo quadro si raggrupperanno da una parte i rami principali e dall'altra i rami secondari dei programmi d'insegnamento prima degli studi universitari. Paragonando i diversi quadri si potranno confrontare le situazioni dei diversi paesi.

- La formazione nelle scuole di livello universitario è stata oggetto di estese discussioni. Tra i punti esaminati sono:
- a) L'opportunità di tests d'intelligenza. Questi finora sono utilizzati in pochi paesi ed in alcuni solo a titolo di prova. Si è potuto constatare dappertutto che i risultati ottenuti con tests di questo genere non differiscono molto da quelli che si ottengono con i soliti metodi di esami con prove scritte e soprattutto orali, ben condotte. Tutte le delegazioni ritenevano unanimemente che i tests non potrebbero mai sostituire i metodi abituali di esami. Per contro, tests orientativi effettuati nel corso degli studi potrebbero essere utili per rivelare doti particolari, quali l'attitudine al comando.
- b) L'opportunità di avere un ufficio centrale di documentazione che raccolga i piani di studi delle scuole tecniche universitarie ed altri ragguagli utili. La maggior parte delle delegazioni ritennero che non era necessario di creare un ufficio apposta, visto che gli interessati possono richiedere e mandarsi vicendevolmente la documentazione occorrente per corrispondenza. In quell'occasione il Prof. Tank segnalò l'Ufficio centrale universitario svizzero che dispone di un'abbondante documentazione sulle scuole svizzere e straniere di livello universitario.
- c) i rami di materie non tecniche insegnate ogni semestre. In alcune scuole tecniche gli studenti sono obbligati a seguire dei corsi non tecnici; in altre questi corsi sono facoltativi. Gli studenti hanno in ogni caso la possibilità di seguire tali corsi e gli studenti che vi si interessano sono numerosi, soprattutto all'inizio del semestre. Tutte le delegazioni concordarono nel ritenere che ogni studente di scuola tecnica dovrebbe seguire dei corsi non tecnici per completare la sua cultura generale. Si potrebbe fare una distinzione fra le materie non tecniche che tuttavia sono collegate alla professione dell'ingegnere - come scienze economiche, l'organizzazione del lavoro, la legislazione industriale - che dovrebbero essere obbligatorie, e le materie generali - come la storia dell'arte

e la musica — che potrebbero essere facoltative. Furono anche discusse le seguenti questioni:

- d) la natura degli esami (scritti ed orali e gli intervalli di tempo che li separano);
- e) le qualifiche richieste ai professori:
- f) la formazione degli ingegneri dell'esercizio.

Furono rinviati ad una prossima conferenza, mancando il tempo per discuterli, i seguenti punti:

- corsi post-scolastici tecnici ed economici per ingegneri;
- classificazione delle cariche (désignations) professionali;
- responsabilità sociale (mezzi per rendere gli ingegneri maggiormente consci della funzione sociale che a loro incombe nel quadro dell'attività professionale e per incoraggiarli a prendere una parte più attiva alla vita pubblica).

Le discussioni hanno dimostrato che in linea generale il punto di vista dei paesi anglosassoni differisce da quello degli altri paesi d'Europa, il che si spiega facilmente con le differenze geografiche, economiche e culturali. Cionondimeno uno scambio di vedute può grandemente contribuire a far conoscere a tutti i paesi l'opportunità o gli svantaggi dei procedimenti adottati nel campo della formazione degli ingegneri e può favorire la ricerca delle razionali soluzioni.

La prossima conferenza avrà luogo a Parigi nel 1956.

Tradotto da Bulletin d'Information de la Societé Suisse des Ingénieurs ed des Architectes. Dec. 1954.

E. A.

Il contributo delle imprese per la prosperità economica Europea

Si è svolta a Torquay, organizzata dal British Institute of Management, la Conferenza promossa dal Comité International de l'Organisation Scientifique per lo studio del contributo che le imprese di produzione possono offrire alla prosperità economica ed al progresso sociale dell'Europa. Vi hanno partecipato 1300 delegati delle nazioni europee occidentali.

L'Italia ha partecipato alla Conferenza con una delegazione di venticinque persone rappresentanti le varie istituzioni nazionali che si occupano dei problemi di organizzazione scientifica del lavoro, nonchè alcuni grandi complessi industriali. Hanno fatto parte dei « panels » il prof. Luigi Palma, segretario generale del Comitato italiano di rappresentanza internazionale per l'organizzazione del lavoro, il quale ha riferito su aspetti e ricerche concernenti il problema della fatica nell'industria. L'ing. Giovanni Enriques, direttore dell'Istituto post-universitario per lo studio dell'organizza-

zione aziendale, ha parlato sulla formazione dei capi di impresa. Inoltre il
prof. Antonio Scortecci, direttore centrale della « Finsider », ha trattato il
tema della formazione dei quadri e del
ruolo che a tale riguardo possono avere
le Università. Infine il dr. Norbedo,
presidente dell'Associazione per le ricerche del mercato, ha parlato degli
orientamenti odierni relativi alle ricerche stesse. Tutti i delegati italiani, poi,
hanno preso parte attiva alle discussioni
nei « panels » e nei gruppi di studio.

Il Centro Nazionale per l'edilizia e la tecnica ospedaliera

L'A.N.I.A.I., che al principio del 1953 aveva costituito sotto i suoi auspici l'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria — ANDIS —, ha costituito un Centro Nazionale per studi sulla edilizia e la tecnica ospedaliera, in quanto sin dalla costituzione dell'ANDIS fu ben precisato il settore specifico dell'ingegneria sanitaria secondo la definizione internazionale e le norme statutarie.

Si è addivenuti così alla formazione ufficiale del Centro Nazionale.

Il sen. ing. Emilio Battista ha accettato la presidenza del Consiglio Nazionale del Centro. Compongono la Giunta Esecutiva i: dr. arch. Luigi Bartesaghi, Milano, dr. ing. Gaspare Lenzi, Roma, vice-presidenti; dr. ing. Salvatore Tomaselli, Roma, segretario generale: dr. ing. Valerio Scheda, Roma, tesoriere; dr. ing. Giuseppe Bonaiuto, Siracusa, dr. arch. Raffaello Fagnoni, Firenze, dr. arch. Pietro Macchi, Milano, dr. arch. Felice Pasqué, Milano, dr. arch. Emilio Rampolla, Roma, dr. ing. Adriano Reale, Napoli, dr. ing. Angelo Sibilla, Genova, dr. arch. Virgilio Vallot, Venezia, componenti effettivi; dr. arch. Maurizio Vitale, segretario.

Scopi del Centro, affine ai numerosi Centri di informazione e di ricerche sviluppati all'estero, sono i seguenti:

- a) promuovere ed incoraggiare lo studio e la documentazione dei problemi tecnici connessi all'edilizia ospedaliera;
- b) porre a disposizione di chi ne abbia interesse i propri mezzi di studio in questo specifico settore dell'edilizia;
- c) stabilire e mantenere contatti in campo nazionale ed internazionale fra i tecnici italiani e stranieri che si interessino ai problemi del punto a);
- d) facilitare a mezzo della stampa nazionale ed estera la diffusione degli studi riguardanti questo settore dell'edilizia e della tecnica.

Poichè l'edilizia ospedaliera comprende unitamente ai problemi di carattere edile e tecnologico quelli afferenti all'igiene ed all'esercizio sono invitati a far parte del CNETO anche gli igienisti ed i tecnici che svolgono la loro attività, sia privatamente che presso Enti, nel campo dell'edilizia e della tecnica ospedaliera.

Direttore responsabile: AUGUSTO CAVALLARI-MURAT

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