

L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

DELLO STILE NELLE DIVERSE EPOCHE
E PRESSO I DIVERSI POPOLI

e delle sue applicazioni all'arte e nelle industrie.

CONFERENZA II (*).

Stile greco.

(Veggasi la Tav. III).

L'arte è universale ed appare ovunque sia l'uomo; non di meno nella sua storia si riscontrano paesi, dove essa ebbe vita più rigogliosa e fiorente che in un altro. Tale paese nel mondo antico fu la Grecia. Sulle rive dell'Egeo visse un popolo che, ispirato dalla natura più che altrove ridente, fu sacro all'arte, ed unico nella storia, associò sempre al sacro culto della patria quello non men sacro dell'arte, e la posterità, piena di meraviglia, gli riconosce questo primato.

La storia dell'arte del popolo greco, come quella di ogni altro popolo, passò per diverse fasi, cosicchè noi possiamo dividerla in quattro diversi *periodi*, corrispondenti ad altrettante epoche della sua storia politica, colla quale ebbe quasi comune la sorte.

Il 1° periodo comincia dai tempi detti favolosi e si ferma al sesto secolo prima di Cristo.

Il 2° ha origine colle guerre contro i Persiani nel 580 e finisce con Pericle nel 450.

Il 3° va dal 450 al 336, cioè da Pericle ad Alessandro Magno e vien chiamato *periodo aureo*, ossia il più splendido dell'arte greca.

Il 4° finalmente corre fra il 336 ed il 146, anno in cui la Grecia venne conquistata dai Romani.

Dopo quest'ultima epoca l'arte greca decade rapidamente e scompare.

Le prime tre epoche a cui accennammo si incontrano sovente sotto le denominazioni di *Dorica*, *Ionica* e *Corinzia*, appunto perchè durante le medesime venne usato a preferenza uno dei rispettivi ordini architettonici.

*

Toccheremo anzitutto brevemente dell'architettura come argomento indispensabile a ben comprendere l'ornamentazione, nostro precipuo scopo.

Tutti gli elementi dell'architettura greca si trovano in quella antichissima degli *Egizi*; anzi alcuni credono, appoggiati a salde ragioni, che da essi i primi artisti greci prendessero l'ispirazione per le loro costruzioni.

L'*ordine dorico*, il più antico ed il più semplice, pare voglia riprodurre in pietra le primissime costruzioni in legno che i Greci appena usciti dalla barbarie dovettero costruire non senza una certa regola e grazia, per quel sentimento del bello che dovremo in seguito loro riconoscere.

Quest'ordine si riconosce per avere le *colonne* brevi,

(* La Conferenza I (*Stile egizio*) è stata da noi pubblicata nell'annata XIII (1887), fascicoli di giugno e luglio (Tav. VI e VII).

molto rastremate, senza base, fornite d'un *capitello* molto semplice, consistente essenzialmente in un grande *ovolo* sorreggente una larga e grossa *tavola* quadrata.

Queste colonne posavano ordinariamente sopra un *basamento* formato da tre gradini e sorreggevano una *trabeazione* semplicissima (fig. 1, tav. III), composta di un *architrave* molto grande in legno od in pietra; di un *fregio* ornato da triglifi ricordanti le travi del soffitto dell'edificio che venivano ad appoggiarsi sull'architrave, e da *metope* più o meno ornate ricordanti anch'esse gli spazi che risultavano fra trave e trave; la cornice infine aveva per parti principali il *gocciolatoio* e la *gronda* da cui l'acqua piovana usciva per determinati *fori* ornati ordinariamente con *teste di leone* (fig. 2).

Il *tetto* in quest'epoca, come nelle successive, era formato con larghe tegole curve; per nascondere e chiudere poi i fori che questi ultimi lasciavano all'orlo del tetto, si usarono sin d'allora, e vennero in seguito adoperate non solo dai Greci, ma dai Romani ancora, delle *lastre di terracotta* o di *marmo* unite all'ultima tegola, chiamate *antefisse* (fig. 3), le quali, disposte com'erano ad intervalli uguali, formavano un grazioso frastaglio alla sommità degli edifici, dando un carattere spiccatissimo a quell'architettura.

I monumenti più importanti di quest'epoca sono il *Partenone* sull'acropoli d'Atene, quasi tutti i templi della Magna Grecia, quali quelli di *Pesto*, di *Segesta*, di *Siracusa* e di *Selinunte ad Assos in Asia*.

*

L'*ordine ionico* (fig. 11) è più slanciato e gentile del dorico; le *colonne*, sempre scannellate, sono più svelte e posano sopra una *base* che varia di dimensioni e di forme.

Il *capitello*, per la forma del quale spicca essenzialmente la diversità di quest'ordine, è formato da una specie di *cuscoino* detto *pulvine*, il quale si attorciglia alle due estremità, formando due elegantissime *volute*, le quali lasciano al centro un *circolo* più o meno grande, particolarità questa che lo diversifica da ogni altro capitello ionico non greco.

La *trabeazione* è composta d'un *architrave* molto alto, d'un *fregio* alquanto più basso e d'una *cornice*.

L'architrave è diviso a sua volta in *tre fascie* parallele; nel fregio i triglifi e le *metope* scompaiono lasciandolo talvolta liscio, ma più sovente arricchito da ornati o da figure scolpite; la cornice poi, più ricca della dorica, ha sovente alcune *modanature* intagliate o dipinte; la *gronda*, foggiate a gola diritta, veniva riccamente ornata.

Molti sono i monumenti rimastivi in Grecia di quest'ordine.

Ne sono splendidi esempi: l'Eretteo, il tempio della Vittoria Aptera, di Apollo a Mileto ed in Figalia, di Venere Afrodizia, i propilei d'Eleusi, il tempio di Minerva a Priene, ed altri molti.

*

L'*ordine corinzio*, adoperatosi nell'epoca più splendida dell'arte greca, è altresì più ricco, più bello ed elegante dei precedenti.

Il fusto della colonna, munita di base, sale più alto, il capitello ha la forma di un canestro con un doppio ordine di foglie d'acanto bellamente disposte all'intorno, dal quale slanciansi otto piccole ed otto più grandi volute destinate a sostegno degli angoli molto sporgenti di un abaco scantonato e dalle faccie ricurve.

Per le lesene od ante si aveva un'altra forma di capitelli tutta propria della Grecia, come si vedrà dalla fig. 23.

L'architrave, diviso in tre zone, viene ornato da filiere di perle. Il fregio è riccamente scolpito; la cornice è ricca di modanature quasi tutte ornate da ricchissimi intagli (V. fig. 19).

Sono di quest'ordine il bel monumento coragico di Lisicrate in Atene, una parte del monumento di Apollo in Fighalia e di Mileto, la torre dei venti d'Atene.

*

Nella breve enumerazione di monumenti riferentisi alle diverse epoche dell'architettura greca, accennammo solamente, per brevità, ai templi di cui diremo ancora brevemente in seguito; ma ogni città di Grecia, e specialmente Atene, collocò su promontori, fra deliziosi boschetti o sulle rive dell'Esgeo, una quantità di altri sontuosi edifizii pubblici, tra i quali van ricordati i teatri, i circhi, gli odeon, i ginnasi, i propilei, il pecele in Atene, portici d'ogni maniera, mausolei, porte e mura di città, ecc., senza contare le sontuose dimore dei facoltosi cittadini, costrutte, al pari dei suddetti edifizii, con somma maestria, ricchi materiali, decorazioni policrome, racchiudenti poi veri tesori di statue, dipinti e suppellettile artistica.

La parte principale di ogni casa greca era il peristilio, cioè un cortile circondato da un portico a colonne ordinariamente molto distanti fra loro, e perciò quasi sempre cogli architravi di legno. In questo peristilio metteva la porta d'ingresso, e di fronte a questa un'altra porta introduceva nel triclinio o sala da pranzo. Queste due parti della casa erano le sole visibili al forestiero, e perciò ad esse erano riservate tutte le decorazioni, mentre le camere da letto, le cucine, le dispense ed ogni altra parte della casa erano semplicissime. Naturalmente, le case dei ricchi erano più sontuose, variamente disposte, con gran quantità di sale, cortili, giardini, ecc.

I templi prendevano diversi nomi, a seconda della disposizione delle loro piante.

Eranvi templi chiamati in *antis* quando avevano nella facciata due colonne in mezzo a due ante o pilastri sorreggenti il frontone; esempio il tempio di Diana ad Eleusi.

Tempio *prostilo* è quello in cui i pilastri sono sostituiti da colonne, e quindi la facciata resta composta di quattro colonne formanti un vestibolo davanti alla cella aperta ai fianchi.

Anfiprostilo è il tempio che aveva due facciate di quattro colonne o di sei.

Tempio *periptero* quello in cui il colonnato girava tutto attorno alla cella.

Pseudo-periptero quando le colonne dei fianchi erano incastrate nel muro della cella.

Diptero quando aveva ai fianchi della cella due ordini di colonne isolate.

Iptero quando aveva la cella a cielo scoperto, come ad esempio il Partenone.

*

Accennammo alle decorazioni scolpite e dipinte colle quali si arricchivano gli edifizii.

Esse erano semplici e poco abbondanti nel periodo dorico, in cui era pure semplice l'architettura. Consistevano specialmente in greche, meandri, palmette, fiori di loto, ro-

sette, ecc., variamente combinate fra loro con pochissimo rilievo nella scultura; nelle decorazioni dipinte si ripetevano i suddetti motivi con una qualche maggior varietà e movenza di forme, alternandovi di preferenza i colori rosso, azzurro, verde ed oro. La figura era trattata in un modo che ricorda molto da vicino l'arte etrusca e fino ad un certo punto ancora le figure egiziane; i caratteri principali erano la rigidità delle pose, la simmetria nelle pieghe e nei capelli, lo sguardo fisso, i muscoli molto pronunciati, le articolazioni strettissime. Delle figure dipinte dobbiamo dire lo stesso, a giudicare da quelle dei vasi, poichè di altre non abbiamo documenti.

L'epoca ionica va distinta per la grazia severa con cui vestì ogni sua creazione. Abbiamo visto la sua architettura farsi più slanciata ed elegante; tanto che Vitruvio pensò avere i Greci voluto esprimere coll'ordine ionico le bellezze del corpo femminile. L'ornamentazione anch'essa si arricchisce, si ingentilisce, vien profusa in maggior copia; le modanature architettoniche s'intagliano ad ovoli, foglie d'acqua, fusaruole, dentelli ed altro. I fregi, sempre formati da palmette, fiori di loto, rosette, ecc., si fanno più fitti, più mossi, con maggior rilievo e con uno studio grandissimo dei contorni; comincia in quest'epoca a comparire la foglia d'acanto che dovrà signoreggiare nell'epoca posteriore.

Il marmo ed il bronzo sostituiscono negli edifizii e negli oggetti d'uso comune il legno, la pietra e la terracotta.

La scultura e la pittura si perfezionano e ci preparano alle meraviglie del secolo di Pericle.

La pompa e la ricchezza dell'arte greca furono espresse dall'ordine corinzio, la preziosità della materia venne vinta dal lavoro dell'arte. A tutti gli elementi precedenti dell'ornato, svolti con maggior larghezza, libertà e varietà, s'aggiunse la foglia d'acanto, elegante, fine e delicata, le cui frastagliature triangolari e minute sono solcate da lievi scanalature che vanno a congiungersi bellamente nel nascimento della foglia stessa. Leggieri viticci, variamente combinati, ma sempre svolgentisi con eleganza, si frammettono a rosette, palmette ed altri ornamenti, creando così un nuovo genere d'ornamentazione che, passato in mano dei Romani, quindi degli artisti del medioevo e dei moderni, formò, come vedremo in altre conferenze, uno dei motivi principali dell'ornato di tutte le suddette epoche.

La maestà, la compostezza, il sublime misto a forme irreprensibili ed idealizzate formano i caratteri della scultura greca di quest'epoca. Desta meraviglia lo scorgere come quegli artisti riuscissero ad esprimere gagliardi affetti, senza forzare atteggiamenti e movenze, unicamente con tocchi quasi impercettibili, quali la direzione dello sguardo, l'inclinazione del capo, un leggiero rigonfiamento delle narici, ecc. Con pochi tratti segnarono ancora una linea di separazione fra i numi, gli eroi e le deità minori: l'eroe era bello quanto può farlo natura; il nume è l'idealizzazione di tale bellezza, le vene, simbolo della vita, non vi appariscono, una calma ed una maestà speciale regnano sul volto del Dio. Gli uomini, i satiri, i tritoni e gli altri Dei minori sono condotti con tutta la verità possibile e con tutti i segni che il lavoro od i vizi imprimono sul corpo umano.

Gli animali sono resi con una perfezione ammirevole.

Non meno famosi degli scultori Fidia, Prassitele, Policleto, Scopas, Agesandro, Polidoro, Atenadaro, Afrodisi di Tralla, ecc., sono i nomi di Apelle, Zeusi, Polignoto, Parrasio, Ezione, Timanto, coi pittori che conseguirono presso i loro contemporanei fama grandissima, e che, a giudicare dalle probabili riproduzioni di loro quadri in Pompei, non erano certo da meno degli scultori e degli architetti.

Non è però solo a questi sublimi artisti che le arti greche siano debitrice della loro grande fama, ma ancora ad un numero considerevole di ignoti artisti minori, i quali portarono le arti ora dette industriali a tanta perfezione, da raggiungere talora l'importanza delle altre arti maggiori.

*

Policromia. — L'arte greca sviluppata in uno dei più bei paesi del mondo, a contatto continuo coll'Oriente, non poteva non sentire potentemente il fascino del colore.

La fredda bianchezza del marmo o la tinta cupa della pietra, non bastavano alla vivacissima fantasia del popolo greco; e quindi un colore vivo, robusto, intonato, diveniva elemento principalissimo della sua arte.

Ci rimangono ben pochi esempi di decorazioni policrome in Grecia; però dalle medesime, dalle descrizioni degli storici, e più di tutto, dalle imitazioni che fecero abbondantissime gli Italo-Greci nella Magna Grecia, possiamo renderci conto dell'estensione, dell'importanza e dell'effetto che questo potente elemento dell'arte, il colore, dovette avere nella Grecia.

Tutti gli autori sono unanimi nell'ammettere una ricchissima decorazione a colore nell'interno degli edifici. Le loro idee poi non vanno pienamente d'accordo riguardo all'esterno degli edifici marmorei. Questi ultimi, appoggiandosi a qualche esempio, sebben molto raro, di metope e di altri fregi coloriti sul marmo, oppure basandosi sopra i resti di decorazioni in terracotta, che tutti ammettono dovessero essere colorite, ne dedussero per analogia che tutti gli edifici dovessero essere ricoperti di fregi in colore, e taluni di questi critici opinano che anche le parti piane dovessero essere colorite.

Altri invece, e questa mi pare maggiormente attendibile, ritengono che gli edifici marmorei fossero privi all'esterno di qualunque decorazione a colore, o che almeno queste vi fossero adoperate in modo molto limitato, consistendo non altro che in leggiere fregi dipinti sopra un largo fondo bianco.

Non sarebbe egli un assurdo che edifici costrutti con una cura estrema di pulitura, di dettagli e di connesure, con materiali sceltissimi e ricchi, quali il marmo bianco di Paros, di cui sono edificati quasi tutti i monumenti d'Atene e di Grecia, venissero ricoperti in pieno da certi colori, da cromolitografia, che urtano non poco colla serietà dell'edificio e coll'indole greca?

Di più, presso tutti i popoli del Mezzogiorno, i quali sentono così potentemente il colore, è un fatto conosciuto che gli edifici quanto più son ricchi di decorazioni policrome nell'interno, tanto più ne son privi al di fuori.

Ne informano infatti le costruzioni degli Arabi nell'Asia, nell'Africa Settentrionale, in Sicilia ed in Ispagna, quelle degli Egizi, da cui l'arte greca trasse le origini, quelle degli Etruschi, degli Italo-Greci, dei Bizantini, ecc.

Ora, perchè il solo popolo greco, in mezzo a tutti i citati, non si sarebbe assoggettato a questa legge generale, non imposta certo dal solo capriccio, ma da influenze di clima, di suolo e d'indole d'abitanti?

Dei pochi esempi di decorazioni policrome rimastici, quasi tutte sono negli interni ed eseguite non sul marmo, ma sopra uno strato di stucco.

Ragionevolmente quindi si è portati a credere che solamente sopra lo stucco o la terracotta, e ben raramente sul marmo, venissero eseguite le decorazioni a colore.

Tale uso lo troviamo costantemente seguito nelle costruzioni di Pompei e di Ercolano, ed è ancora nelle abbondantissime ed importanti decorazioni di queste due città

che noi troviamo gli elementi e le prove per argomentare della decorazione policroma presso i Greci.

Gli scrittori antichi ci lasciarono minute descrizioni di quadri che coprivano le pareti dei templi, degli edifici pubblici, quali il Pecile, l'Odeon, ecc., degli atrii e del triclinio nelle case private; molti di questi quadri furono riprodotti da artisti greci nelle pareti delle case di Pompei e d'Ercolano; ora, perchè non dovrebbero, le decorazioni che così vagamente li contornano, essere anch'esse la riproduzione più o meno esatta di quelle che ornavano i medesimi quadri in Grecia?

Tutti i motivi fondamentali dell'ornato greco, come sarebbero il meandro, il corridietro, la greca, i fregi a palmette, a fiori di loto, a rosette, a viticci, ecc., tutti li ritroviamo nelle decorazioni pompeiane; si è quindi da queste ultime che possiamo dedurre quali fossero le greche.

Naturalmente una maggior correttezza e perfezione nell'esecuzione, una più sobria ed ordinata composizione ed un'intonazione più severa e tranquilla dovevano tenere in Grecia il posto della scioltezza d'esecuzione, dell'originalità, e talora capricciosità, della composizione e della gaiezza del colore delle decorazioni pompeiane.

Ceramica.

Prima di ogni altra arte, ricorderemo la ceramica, sia perchè più antica, sia per la grande importanza avuta in Grecia, sia ancora per il numero stragrande di esemplari che posseggono diversi musei e molti privati.

Antichissimo è l'uso dei vasi presso tutti i popoli. I vasi accompagnavano infatti l'uomo in tutti gli atti della sua vita. Servivano, in primo luogo, agl'infiniti usi privati, spandevano l'allegria nelle mense, servivano nei sacrifici, nelle nozze, nei funebri, premiavano i forti ed i dotti nei singolari certami dei giuochi e raccoglievano soventi ancora le ceneri del possessore.

La materia diventò man mano più docile sotto la mano dell'artefice ed i vasi assunsero forme man mano più eleganti, si ornarono con maggior gusto e ricchezza di pitture e rilievi.

Quando non si ricercavano ancora le rovine della Grecia, tutti quei vasi che abbondantemente uscivano dagli ipogei etruschi, venivano senz'altro battezzati per Etruschi.

Una più sana critica distingue ora fra tutti quei vasi quelli veramente etruschi da altri che essa prova essere sicuramente greci, e spiega la presenza della gran quantità di questi ultimi col fatto dei numerosi premi consistenti in vasi, che nei giuochi istmici, olimpici e panatenaici venivano distribuiti ai vincitori, che potevano anche essere stranieri, e sappiamo ancora essere stati questi giuochi molto frequentati dagli Etruschi: questi vasi, gelosamente conservati dal vincitore, venivano depositati con altri oggetti cari al defunto nella sua tomba.

Le ceramiche greche possono essere divise in 5 classi, secondo cioè le epoche in cui furono fabbricate.

Abbiamo: 1° Vasi di terra giallo-bruna con ornamenti dipinti in nero molto rozzamente;

2° Vasi, in cui le figure dipinte in nero sul fondo giallo non hanno sessi distinti, e sono chiamate greco-asiatiche;

3° Vasi, le cui figure dipinte ancora in nero sul fondo chiaro, hanno sessi distinti ed un'esecuzione più accurata;

4° Vasi più artistici, in cui le figure e gli ornati sono lasciati del colore del vaso, ed i fondi invece sono dipinti in nero;

5° Vasi della decadenza, dove i soggetti sono trattati più grossolanamente, sempre però chiari sul fondo nero, ed in cui sovente troviamo i panni, i piccoli ornamenti ed altri accessori dipinti in bianco.



Fig. 29-43.

I vasi greci si possono ancora dividere in altre 5 categorie, secondo gli usi a cui servivano, e per cui avevano forme distinte:

1° Vasi da serbare e trasportare derrate:

Phitos per i cereali (fig. 29);
Anfora per il vino, olio, ecc. (fig. 30);
Idria per l'acqua (fig. 31);

2° Vasi da mescolare:

Cratere e *Cantaro* (fig. 32-33-34);

3° Vasi da attingere:

Ariballos, *Cixtos*, *Enocoe* (fig. 35-36-37);

4° Vasi da bere:

Fiala, *Coppa*, *Schifo* (fig. 38-39-40);

5° Vasi per profumi:

Olfa, *Alabastro* (fig. 41-42-43).

Ogni parte del vaso, che noi potremo dividere in tre, collo, pancia e piede, aveva ornamenti suoi proprii.

Il collo, sovente il più arricchito d'ornati, portava diverse zone o fascie, ornate con ovoli, fuseruole, meandri, corridietro, greche, ornamenti a palmette, altri a guisa di triglifi e metope, ecc.

La pancia veniva quasi sempre ornata con composizioni di figura, sovente divise in due quadri, uno da una parte, l'altro dall'altra, ma talora anche in un solo.

Divideva la pancia dal piede quasi sempre una greca molto complicata. Il piede era per l'ordinario ornato molto semplicemente od anche lasciato nero.

Nell'epoca della decadenza ed in quei vasi, fatti di preferenza dai Greci stabiliti nella Magna Grecia ed in Sicilia, si abbandonarono quasi completamente le composizioni di figure sulle pance dei vasi, e furono sostituite da un mo-

tivo tutt'affatto speciale, composto di una rigogliosissima vegetazione di viticci, rosette, fiori, foglie staccantisi ai lati d'una testa di donna, il tutto poi lustrato di bianco.

Vetraria e smalti.

La tecnica del lavorare il vetro i Greci l'avevano appresa dagli Egizi, ed in essi non furono da meno dei loro maestri. Tutti gli splendidi colori, tutte le combinazioni ottenute dai nostri artisti veneziani furono conosciute da loro; pochi esempi però dei loro prodotti non giunsero a noi per la loro estrema fragilità.

Affine all'arte vetraria è un altro genere di lavoro, gloria immortale dei Greci, voglio parlare degli smalti di vetro o di conchiglia.

Con essi si facevano vasi, cammei, amuleti ed altri piccoli oggetti.

Ne è uno splendido esempio il vaso Portland, in cui in una pasta di vetro scuro al di dentro e man mano più chiaro ed opaco al di fuori sino a terminare in bianco, sono scolpite tutto all'ingiro una gran quantità di figure, le quali si staccano sopra un fondo azzurro cupo e divengono man mano più bianche a misura che diventano salienti. L'effetto ottenuto con una massima pazienza e fatica è veramente grande e magnifico.

Anche le conchiglie aventi strati di differente colore venivano adoperate per simili lavori.

Getti in bronzo.

L'arte di gettare figure od altri oggetti di bronzo doveva essere salita ad una grande eccellenza, sebbene non arrivasse mai a raggiungere la perfezione ottenuta dagli Etruschi. Alcune statue in bronzo vennero sino a noi a provarci

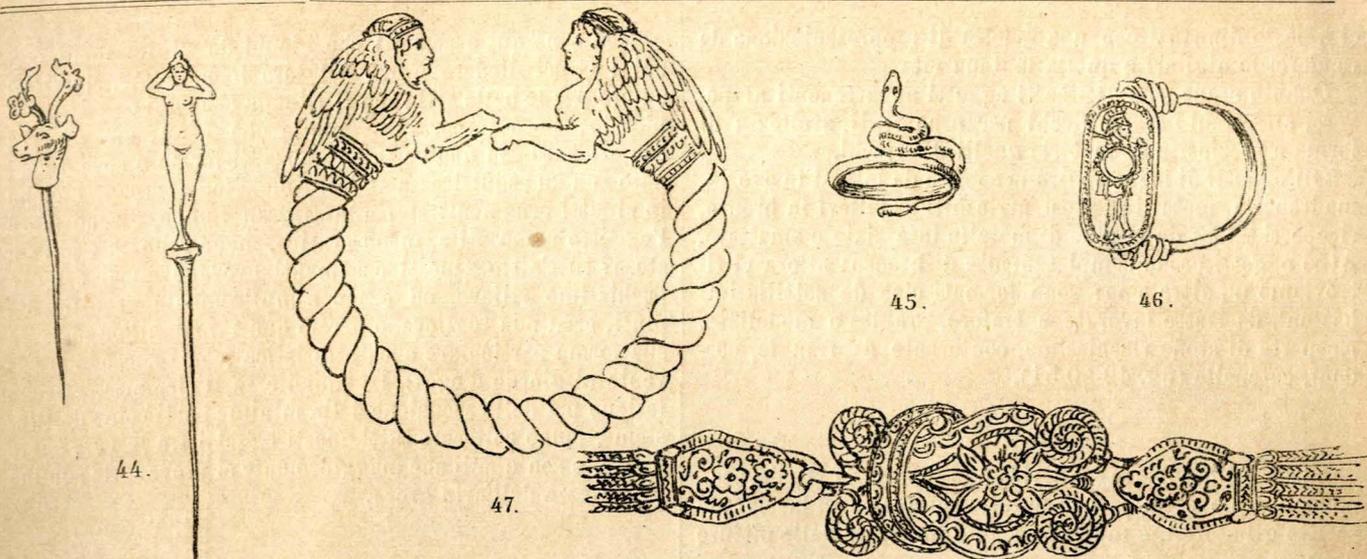


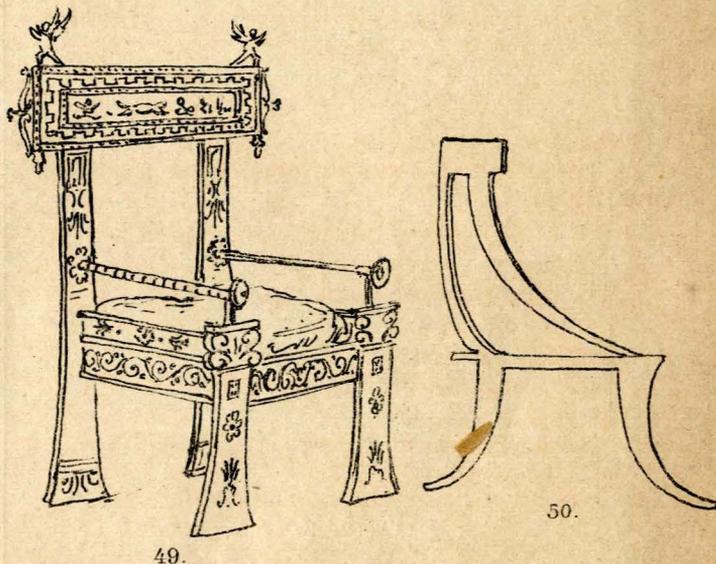
Fig. 44-48.

48.

Mobili.

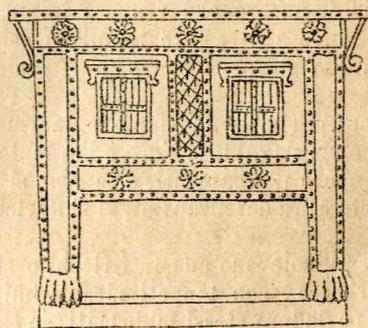
Poco o nulla sappiamo dei mobili adoperati dal popolo greco, perchè poco o nulla ci venne conservato. Ma le infinite rappresentazioni che ritroviamo sui vasi ce ne porgono innanzi un'infinita varietà.

I semplici scranni del contadino, la sedia della matrona, il trono del Dio, i letti, le tavole, gli utensili da cucina e da lavoro, i carri, le navi, gli strumenti d'agricoltura, tutto



49.

50.



51.

Fig. 49-50-51.

la verità delle asserzioni degli scrittori greci circa i colossi e le meraviglie in quest'arte ottenute.

Ma più che grandi statue, giunsero a noi innumerevoli statuette, oggetti attinenti al culto, alla vita comune, e consistenti specialmente in figurine di deità, candelabri, ciste, ossia vasi dove si contenevano i papiri, le pergamene, piccoli forzieri, vasi, coppe, patere o tavolette votive, armi, ecc.; il tutto con forme elegantissime, arricchite di ornati a palmette, meandri, greche, di figurine tonde a basso rilievo o semplicemente graffite d'una squisitezza ammirevole.

Altri metalli poi erano ancora adoperati nella fabbricazione degli oggetti su accennati. Lo stagno, il piombo, il famoso metallo di Corinto, misto di rame, d'argento e d'oro, ed altre leghe aventi colori, durezza e proprietà diverse.

Il conio delle monete era giunto anch'esso ad una avanzata perfezione.

Oreficeria.

Gli splendidi esemplari di oreficerie scoperti in diversi luoghi di Grecia, ma specialmente quelli trovati in Crimea, nella tomba d'una sacerdotessa a Hildesheim, quelli scoperti a Curium dal generale Cesnola, ci danno un'altissima idea della perfezione raggiunta dai greci orefici. Di più, la bellezza conosciuta delle oreficerie etrusche, che non erano che imitazioni delle greche, ne aumentano la fama.

Nell'oreficeria, come in tutta l'ornamentazione greca, dominano i motivi a palmette, ad s variamente intrecciati a fiori di loto, a rosette, a fiori, a pendenti; molti sono eseguiti in filigrana, colla particolarità come negli etruschi, di piccolissimi granelli d'oro saldati a fuoco, in lunghe serie od in piccoli nuclei, formanti disegni e combinazioni svariatissime (fig. 44-45-46-47-48).

Ci sono ricordati poi dagli scrittori capi d'opera d'oreficeria di una minutezza e perfezione veramente prodigiose.

Si scopersero ancora nelle suddette tombe molti vasi d'argento e d'oro con squisitissimi ornamenti e figure.

Affini ancora dell'oreficeria e vanto speciale della Grecia sono i cammei, ossia pietre dure o preziose, su cui sono scolpite in rilievo, ma più spesso in cavo, testine, figure od intere composizioni d'una piccolezza sbalorditoia, conservando ad esse però una purezza di linea, una perfezione di modellatura veramente straordinaria, doppiamente difficile per la materia durissima in cui sono eseguite e la deficienza dei mezzi allora posseduti.

ci è posto dinnanzi con una fedeltà di rappresentazione da renderci famigliari a quella lontana vita.

Quanto erano semplici certi oggetti appartenenti al povero, altrettanto erano ricchi per ornamenti, sveltezza di forme e preziosità di materie quelli dei ricchi.

Gli oggetti di legno venivano coperti da intarsi in avorio, madreperla, metalli preziosi, arricchiti da rilievi in bronzo, ricoperti talora da lamine di metallo intarsiate e smaltate. Altri oggetti erano completamente di bronzo; allora vi ritroviamo un altro tipo: sono formati cioè da sottilissimi bastoni, da lastre lavorate a traforo, graffite o modellate, ricoperte di stoffe ricchissime, contornate da frangie, cordoni, catenelle (fig. 49-50-51).

Stoffe.

Anche delle stoffe, tappeti, ricami, tappezzerie, stuoie, ecc., non abbiamo esemplari in natura, ma molto ci lasciarono scritto gli storici, e molto possiamo imparare dalle pitture dei vasi.

Nelle prime epoche essendo semplici i costumi, limitatissimo il lusso, le arti tessili erano poco coltivate; ma non appena i Greci ebbero contatto coi popoli orientali, ecco di subito queste arti prosperare e produrre opere eccellenti.

Tutte le fasi del lusso in Grecia si sono rivelate dalle pitture dei vasi; infatti da principio non troviamo che poche striscie, alcune greche, meandri, corridietro (fig. 52-53), per ornare i lembi delle vesti ch'erano quasi sempre bianche o d'un colore unito.

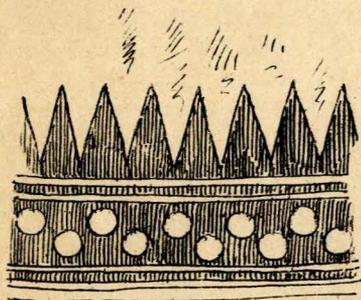


Fig. 52-53.

Vediamo in seguito tali ornamenti moltiplicarsi, farsi più fitti: sappiamo ancora che vennero impiegati moltissimi colori, ed invece di essere tessuti o semplicemente stampati, venivano ricamati con somma pazienza ed abilità.

Crebbe ancora più tardi lo sfarzo e la ricchezza negli abiti; ai vivi colori s'aggiunse l'oro e l'argento; si ricoprirono completamente d'ornamenti, e se non si giunse alla ricchezza e prodigalità dei bizantini, vi si avvicinarono però di molto.

Oltre alle vesti, solevano ancora i ricchi ornare le case, i mobili, i carri, ecc., con tappeti ricchissimi, sia acquistati in Oriente o da loro stessi fabbricati; in essi sappiamo venivano soventi ricamati animali, figure, intere composizioni bellamente adornate e scompartite da ornamenti di ogni maniera.

Non sono qui accennati che alcuni dei mille modi con cui i Greci diedero prova del loro buon gusto, del loro amore per le belle arti; ma si ritenga che ogni oggetto, per piccolo, poco importante, umile che fosse, era sempre confezionato con una certa eleganza di forma e sovente ornato con una squisitezza ammirevole. Non si creda però che in siffatti ornamenti si perdesse gran tempo, o rendessero l'oggetto meno utile, meno pratico, meno robusto e più costoso: tutt'altro. Questi ornamenti avevano quasi sempre pochissimo rilievo, od erano semplicemente graffiti, dipinti, ecc.; non toglievano perciò quasi mai all'oggetto la sua forma particolare e caratteristica (come succede sì sovente al giorno d'oggi). La squisitezza, l'eleganza, la perfezione poi dell'esecuzione delle minime parti come dell'insieme, fanno collocare tutti questi oggetti fra le vere opere d'arte, e son quelli che maggiormente ci provano la somma correttezza dell'arte greca.

G. VACCHETTA.

APPLICAZIONI DI TERMODINAMICA

DI ALCUNE PERDITE DI RENDIMENTO TERMICO DELLA MACCHINA A VAPORE DOVUTE ALLA PERMEABILITÀ PEL CALORE DELLE PARETI DEL CILINDRO.

Nota dell'ing. CESARE PENATI

Professore di macchine a vapore
nella R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri in Torino

In tutte le memorie pubblicate da un quarto di secolo a questa parte sulla cosiddetta *teoria sperimentale della macchina a vapore* è sommamente considerata una certa quantità di calore chiamata *raffreddamento al condensatore*, *refroidissement au condenseur* dei francesi, *Auspuffwänme* dei tedeschi: essa non è altro che la quantità di calore ceduta dalle pareti del cilindro di una macchina a vapore durante lo scarico e che passa al condensatore.

Il raffreddamento al condensatore è una perdita per la macchina a vapore, causata dalla permeabilità pel calore delle pareti del cilindro, che dovrebbe essere aggiunta a quelle perdite di rendimento termico, che si possono calcolare mediante *la teoria generica della macchina a vapore*, e delle quali si è ampiamente occupato il sig. Zeuner nella *Théorie mécanique de la chaleur*, edizione del 1869. Parmi però che nelle precitate memorie si sia data troppa importanza al raffreddamento al condensatore, perchè questa quantità di calore perduta non può fornire in ogni caso che una pallida idea della perdita di rendimento termico dovuta alle permeabilità delle pareti, ed anzi in alcuni casi, nelle macchine a due cilindri in special modo, esso diventa un mezzo assolutamente scorretto per la misura di questa perdita.

I.

Erroneità del metodo

che considera il raffreddamento al condensatore.

Lo scopo di questo articolo è quello appunto di dimostrare prima l'erroneità del metodo di considerare il raffreddamento al condensatore per determinare le perdite dovute alla permeabilità delle pareti; in secondo luogo di stabilire il processo analitico, per le macchine ad uno e per quelle a due cilindri, atto alla determinazione di questa

perdita; e per ultimo di presentare alcuni calcoli numerici coi quali riesce verificata per gli usi della pratica l'ipotesi su cui il metodo esposto si fonda.

È ormai generalmente ammessa l'influenza termica delle pareti del cilindro di una macchina a vapore, la quale consiste: 1° in una sottrazione di calore dal vapore durante il periodo d'introduzione, per parte delle pareti del cilindro che limitano lo spazio d'introduzione, che è causa di una condensazione parziale del vapore stesso; 2° in contemporanee sottrazioni e somministrazioni di calore al vapore per parte delle pareti che lo racchiudono durante il periodo di espansione, ciò che conduce alla fine dell'espansione, talvolta definitivamente ad una somministrazione di calore al vapore e tal'altra ad una sottrazione; 3° in una sottrazione di calore alle pareti del cilindro durante lo scarico che passa al condensatore; 4° in una somministrazione di calore alle pareti durante la compressione del vapore degli spazi nocivi; 5° in una dispersione di calore che attraverso le pareti del cilindro passa all'ambiente esterno. Queste quantità di calore sottratte e cedute alternativamente dalle pareti durante una evoluzione termica completa, quando la macchina è a regime, danno una somma algebrica eguale a zero; di esse poi quella ceduta alle pareti durante la compressione del vapore negli spazi nocivi è sempre, a fronte delle altre, tanto piccola da poter essere trascurata. Se pel momento poi si trascura ancora quella dispersa o trasmessa all'ambiente esterno, ne viene che, durante lo stato di regime della macchina, la differenza tra la quantità di calore sottratta dalle pareti durante l'introduzione, e quella ceduta dalle pareti stesse durante l'espansione darà la quantità di calore ceduta dalle pareti durante lo scarico, cioè quel che è detto il raffreddamento al condensatore.

Se si dice Q_1 la quantità di calore sottratta dalle pareti durante l'introduzione, Q_2 quella ceduta al vapore durante l'espansione, e Q_3 quella sottratta alle pareti durante lo scarico, si avrà:

$$Q_1 - Q_2 = Q_3 \quad (1)$$

Per calcolare il raffreddamento al condensatore è quindi necessario conoscere Q_1 e Q_2 , ed il metodo per questa determinazione è alquanto diverso, secondochè trattasi di macchine ad uno od a due cilindri.

Macchine ad un cilindro. — Nelle macchine ad un cilindro, per determinare Q_1 è necessario conoscere: il peso M di vapore consumato ad ogni colpo, il calore totale Q da esso posseduto, e quindi la sua pressione ed il suo titolo in vicinanza della luce d'introduzione, il peso di vapore M_0 rimasto nello spazio nocivo e la sua energia $M_0 (q_0 + p_0 x_0)$, il lavoro d'introduzione L_1 , l'energia $U_1 = (M + M_0) (q_1 + p_1 x_1)$ del vapore presente nel cilindro alla fine dell'introduzione. Note queste quantità dalla equazione:

$$Q + M_0 (q_0 + p_0 x_0) = Q_1 + A L_1 + U_1 \quad (2)$$

in cui A è l'equivalente termico del lavoro, si potrà dedurre il valore di Q_1 .

Gli elementi che entrano in (2), eccettuato solo Q , sono determinati a mezzo di un diagramma d'indicatore; però q_0 , od il titolo del vapore compresso nello spazio nocivo, è di impossibile determinazione, e per considerazioni fisiche è sempre ritenuto eguale all'unità.

Alla formola (2) può sostituirsi un'altra più semplice ma solo approssimata. La quantità di calore Q_1 ceduta alle pareti è quella che risulta dalla condensazione di una parte del vapore introdotto; se si dice x il titolo del vapore prima dell'introduzione, x_1 quello dello stesso vapore alla fine dell'introduzione, ed r_m il calore di vaporizza-

zione corrispondente alla pressione media del periodo d'introduzione, sarà:

$$Q_1 = r_m (x - x_1) M \quad (2) a$$

Per determinare Q_2 è necessario conoscere il lavoro di espansione L_2 , e l'energia del vapore U_2 alla fine dell'espansione, quantità che si ottengono dal diagramma; l'equazione

$$Q_2 = A L_2 - (U_1 - U_2) \quad (3)$$

darà Q_2 .

Q_1 e Q_2 non sono legati l'uno all'altro da alcuna legge e ad un dato valore di Q_1 può corrispondere un valore di Q_2 variabile fra Q_1 e 0, e può ancora diventare negativo, come talvolta succede nelle macchine a due cilindri. Si ammetta: $Q_2 = Q_1$, cioè che durante l'espansione le pareti cedano tutto il calore che hanno sottratto al vapore durante l'introduzione. In tal caso $Q_3 = 0$, ed il raffreddamento al condensatore è nullo, ciò che potrebbe far credere nulla la perdita relativa alla permeabilità pel calore delle pareti del cilindro. Ma se si osserva che Q_1 è calore sottratto alla temperatura di introduzione, che è la massima del ciclo, e che Q_2 invece è introdotto lungo tutta l'espansione, cioè a temperature ognor decrescenti, non sarà difficile riconoscere che il lavoro perduto per la sottrazione di Q_1 durante l'introduzione non sarà che in parte restituito dall'introduzione di Q_2 durante l'espansione, e che l'entità di questa parte di lavoro restituito dipenderà dalla legge colla quale il calore Q_2 viene introdotto.

Potrebbe ancora succedere che in due esperimenti pur trovando Q_1 diverso risultasse Q_3 uguale, e ciò perchè la differenza tra i due valori di Q_1 è uguale alla differenza tra i valori di Q_2 trovati nei due stessi esperimenti. Anche in tal caso l'uguaglianza del raffreddamento al condensatore nei due esempi non può condurre a perdite eguali per la permeabilità dalle pareti, ma nell'esperimento nel quale si è trovato Q_1 maggiore dovrà pure risultare Q_2 maggiore e quindi la perdita relativa all'introduzione del calore durante l'espansione dovrà risultare maggiore di quella corrispondente all'altro esperimento pel quale Q_2 era minore.

La perdita dovuta alla permeabilità delle pareti per una macchina ad un cilindro si compone di due parti, l'una dipendente dal raffreddamento al condensatore, l'altra dalla quantità di calore introdotta durante l'espansione e dalla legge d'espansione, quindi la sola considerazione del raffreddamento al condensatore non è sufficiente a fornire il vero valore di questa perdita.

Macchine a due cilindri. — Come si sa, in queste macchine il vapore introdotto in uno dei due cilindri, cilindro piccolo o ad alta pressione, si espande parzialmente in questo e si scarica poscia nel secondo cilindro, cilindro grande od a bassa pressione, sia direttamente sia attraversando prima un recipiente intermediario detto il *receiver*. In queste macchine l'espansione si compie in due periodi distinti ed in due capacità separate l'una dall'altra più o meno efficacemente secondochè esiste o no il recipiente intermediario.

Quanto al calcolo della quantità di calore Q_1 si procede come per le macchine ad un cilindro, e pel calcolo di Q_2 si considera l'espansione complessiva dei due cilindri in blocco ed applicando convenientemente la formola (3). In questa formola L_2 indica, il lavoro d'espansione del cilindro piccolo, più tutto il lavoro del cilindro grande, meno quello di scarico del cilindro piccolo; U_1 è ancora l'energia del vapore alla fine dell'introduzione del cilindro piccolo, ed U_2 è quella alla fine dell'espansione del cilindro grande. Nel calcolo di U_2 bisogna aver riguardo, al peso di vapore che viene introdotto nel cilindro grande, che quando esiste il

receiver è generalmente inferiore a quello introdotto nel cilindro piccolo, ed al peso di vapore rimasto negli spazi nocivi dello stesso cilindro, in generale diverso dal peso di vapore rimasto nello spazio nocivo del cilindro piccolo. Inoltre la formula (3) va ancora corretta per tener conto della differenza tra la energia del vapore dei due spazi nocivi. Infatti, l'energia U_1 non passa integralmente nel cilindro grande, ma di questa ne rimane una parte nel piccolo, che è eguale a quella che trovasi nello spazio nocivo del piccolo cilindro all'atto dell'introduzione meno il lavoro di compressione. D'altra parte in U_2 è compresa l'energia del vapore che trovasi nello spazio nocivo del cilindro grande all'atto dell'introduzione e che si aggiunge alla parte di U_1 che passa nel cilindro grande. Per ridurre la formola (3) ad essere atta al calcolo di Q_2 nel caso delle macchine a due cilindri, occorrerà calcolare opportunamente L_2 ed U_2 ed ancora aggiungere nel secondo membro la differenza $M_0 (\rho_0 + q_0) - M_0' (\rho_0' + q_0')$ tra le energie del vapore che trovasi negli spazi nocivi del cilindro piccolo e del cilindro grande al principio dei rispettivi periodi d'introduzione, tenendo calcolo nel valore L_3 , di non solo del lavoro negativo di scarico, ma ancora di quello della compressione nello spazio nocivo del cilindro piccolo. La formola atta al calcolo di Q_2 per le macchine a due cilindri sarà:

$Q_2 = A L_2 - (U_1 - U_2) + M_0 (\rho_0 + q_0) - M_0' (\rho_0' + q_0')$ (3) a e quella pel calcolo di Q_3 o del raffreddamento al condensatore sarà:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = Q - A (L_1 + L_2) + M_0' (\rho_0' + q_0') - U_2 \quad (4)$$

La quantità di calore Q_3 data dalla formola (4) non è altro che quella sottratta alle pareti del cilindro grande durante il periodo di scarico dello stesso cilindro, ed essa non dipende per nulla dalla quantità di calore Q_1 sottratta dalle pareti al fluido motore del cilindro piccolo e nemmeno da quella parte di Q_2 che è ceduta dalle pareti del cilindro piccolo durante l'espansione dello stesso cilindro; Q_3 invece dipende esclusivamente dalle condizioni del cilindro grande, e quindi il suo valore non ha relazione alcuna colla perdita dovuta alla permeabilità delle pareti del cilindro piccolo. Poche parole bastano a mettere ciò in evidenza.

Qualunque sia il valore di Q_1 e di quella parte di Q_2 che si riferisce al cilindro piccolo, all'atto dello scarico del fluido motore dal cilindro piccolo al grande, essendo la macchina a regime, deve evaporizzarsi tutta l'acqua, prodotto della condensazione del cilindro piccolo; il vapore poi entrando nel cilindro grande, ivi si condensa ancora parzialmente ed in quella proporzione che dipende esclusivamente dalle condizioni di temperatura delle sue pareti, ed alla fine dell'introduzione del cilindro grande vi sarà una certa quantità di calore sottratta dalle pareti che per nulla dipende da quella del cilindro piccolo. Durante l'espansione nel cilindro grande le pareti cederanno od assorbiranno calore, e durante questo periodo i due cilindri sono affatto separati l'uno dall'altro.

Orbene il valore di Q_3 , o del raffreddamento al condensatore, non può dipendere che dalla quantità di calore sottratta dalle pareti durante l'introduzione del cilindro a bassa pressione e da quell'altra quantità di calore che è ceduta o sottratta dalle pareti durante l'espansione del medesimo cilindro.

Vedesi adunque che il raffreddamento al condensatore nelle macchine a due cilindri non influisce affatto sulla perdita dovuta alla permeabilità delle pareti del piccolo cilindro. Si vedrà in seguito che questa perdita è tutt'altro che trascurabile.

La considerazione esclusiva del raffreddamento al condensatore delle macchine a due cilindri, può condurre ancora ad apprezzamenti erronei nel caso di esperienze aventi lo scopo di determinare il vantaggio che apporta al rendimento della macchina l'inviluppo di vapore ad alta pressione del cilindro grande. In tali casi la macchina viene provata in due esperimenti nell'uno dei quali funziona l'inviluppo di vapore del cilindro grande e nell'altro no, e si lasciano inalterate le condizioni del cilindro piccolo e del receiver quando esiste.

È noto che, la quantità di vapore che si condensa nell'inviluppo di vapore ad alta pressione del cilindro grande è sempre molto maggiore di quella che si condensa nell'inviluppo del cilindro piccolo o nell'inviluppo di una macchina ad un cilindro, per modo che questa condensazione esterna al cilindro aggiunta a quella interna esercita una certa influenza sul valore del raffreddamento al condensatore. L'esperienza fatta senza inviluppo di vapore condurrà ad un raffreddamento al condensatore dipendente solo dalla condensazione interna, mentre l'esperienza fatta coll'inviluppo ad alta pressione condurrà ad un raffreddamento al condensatore dipendente contemporaneamente dalla condensazione interna del cilindro e dalla condensazione esterna dell'inviluppo. I due valori del raffreddamento al condensatore in tale caso non sono paragonabili fra loro se prima l'uno o l'altro non viene opportunamente corretto.

Infatti, dicansi Q_3' e Q_3'' i due valori del raffreddamento al condensatore, il primo pel caso in cui funziona l'inviluppo: in generale sarà $Q_3' < Q_3''$ e da questa differenza si conclude per l'utilità dell'inviluppo ad alta pressione.

Q_3' proviene in parte dalla condensazione avvenuta durante l'introduzione del cilindro grande, ed in parte dalla condensazione dell'inviluppo; dico la prima Q_i' e la seconda Q_e' in modo che $Q_3' = Q_i' + Q_e'$; Q_3'' proviene invece dalla sola condensazione interna avvenuta durante il periodo d'introduzione del cilindro grande.

Se si vuole ora ricercare la perdita causata dai due valori del raffreddamento al condensatore non si deve aver riguardo solo al numero delle calorie, ma ancora al *valore meccanico* di ciascuna di queste, od in altre parole, al lavoro che ciascuna caloria avrebbe prodotto funzionando in una macchina impermeabile al calore funzionante fra la temperatura di condensazione e la temperatura finale del periodo di espansione del cilindro grande.

Le calorie rappresentate da Q_e' sono il risultato di una condensazione avvenuta alla temperatura T dell'inviluppo, quelle invece rappresentate da Q_e'' e da Q_3'' sono il risultato di una condensazione avvenuta alla temperatura T_1' dell'introduzione nel cilindro grande. Essendo $T > T_1'$ il valore meccanico di Q_e' è maggiore del valore meccanico di Q_e'' e di Q_3'' . Perchè Q_3' e Q_3'' possano essere paragonabili, si deve prima trovare il *rapporto d'equivalenza* che esiste tra la caloria di Q_e' e la caloria di Q_e'' o di Q_3'' . Se si dice L' il lavoro che darebbe una caloria di Q_e' in una macchina impermeabile funzionante fra T e T_2' , essendo quest'ultima la temperatura finale dell'espansione nel cilindro grande, ed L'' il lavoro prodotto da una caloria di Q_e'' o di Q_3'' in una macchina impermeabile fra T_1' e T_2' , il rapporto d'equivalenza sarà:

$$\xi = \frac{L'}{L''}$$

rapporto che sarà sempre maggiore dell'unità, e che, come ho trovato in alcuni calcoli, è sempre superiore a 2 e talvolta a 3. Moltiplicando questo rapporto d'equivalenza per Q_e' si trova il numero di calorie che aggiunto a Q_i' dà il valore del raffreddamento al condensatore che può essere

paragonato con Q_3'' . Solo dopo questa correzione i due valori del raffreddamento al condensatore possono stabilire il merito più o men grande dell'inviluppo ad alta pressione del cilindro grande.

Da quanto ho ora esposto appare chiaramente che il raffreddamento al condensatore è in ogni caso una quantità che si presta grossolanamente, e talvolta molto grossolanamente, nelle quistioni relative alle perdite dovute alla permeabilità delle pareti di una macchina a vapore.

II.

Calcolo delle perdite di rendimento termico dovute alla permeabilità del cilindro.

L'insufficienza del raffreddamento al condensatore sul computo delle perdite di rendimento termico dovute alla permeabilità delle pareti mi indusse alla ricerca di formole atte a questo scopo, semplici e di sufficiente approssimazione nei calcoli numerici.

Una perdita di rendimento termico è il rapporto tra un certo lavoro perduto per una causa qualunque ed il lavoro disponibile della macchina. Il lavoro disponibile è quello che si otterrebbe da una macchina perfetta funzionante tra i limiti massimo e minimo di temperatura e richiedente ad ogni colpo la stessa quantità di calore della macchina reale. Il problema quindi nel caso attuale consiste nel determinare le perdite di lavoro dovute alla permeabilità delle pareti e paragonarle al lavoro disponibile.

Per giungere ad una soluzione semplice del problema è necessario fare due ipotesi: 1° che l'introduzione avvenga a pressione costante; 2° che l'introduzione del calore durante l'espansione si faccia proporzionatamente alla variazione della temperatura.

La prima è sufficientemente approssimata anche in quei casi in cui l'introduzione avviene a pressione decrescente, purchè si ritenga nel calcolo la pressione media del periodo di introduzione; la seconda, adottata da Hirn e combattuta in special modo dallo Zeuner, è pure sufficientemente approssimata, quando le formole che da esse derivano siano solo impiegate a determinare il lavoro totale di espansione od a trovare lo stato del vapore alla fine dell'espansione; si cadrebbe invece in errori grossolani se le stesse formole stabilite per gli stati estremi dovessero servire ad indagare lo stato del vapore nei punti intermedi della curva d'espansione. Ciò sarà spiegato ampiamente in seguito. In secondo luogo questa ipotesi richiede la continuità della legge di espansione, e quindi non può essere applicata alle macchine a due cilindri se l'espansione viene considerata complessivamente; può invece essere applicata anche in queste macchine quando si considerino separatamente le due espansioni del cilindro piccolo e del cilindro grande.

Macchine ad un cilindro. — Incomincerò dalle macchine ad un cilindro che si prestano ad una soluzione più semplice del problema, e pel momento non farò distinzione se la macchina è ad inviluppo di vapore o no.

Si ammetta l'esistenza di due macchine a vapore ad un cilindro, l'una a pareti impermeabili, l'altra a pareti permeabili al calore. In ciascuna delle due macchine, ad ogni colpo funzioni l'istesso peso di vapore, alla stessa pressione iniziale, collo stesso titolo iniziale, tra le stesse temperature iniziale e finale di espansione e colla stessa pressione di scarico.

Siano:

L_1 il lavoro totale sviluppato ad ogni colpo dalle macchine a pareti impermeabili;

L_2 il lavoro totale sviluppato ad ogni colpo dalle macchine a pareti permeabili;

T_1 la temperatura assoluta del vapore durante l'introduzione;

p_1 la pressione corrispondente a questa temperatura;

r_1 il calore di vaporizzazione » »

ρ_1 il calore latente interno » »

q_1 il calore del liquido » »

u_1 il volume differenziale del vapore » »

T_2 la temperatura assoluta del vapore alla fine della espansione;

p_2 la pressione corrispondente alla fine dell'espansione;

r_2 il calore di vaporizzazione » »

ρ_2 » latente interno » »

q_2 » del liquido » »

u_2 il volume differenziale del vap. » »

M il peso di vapore speso ad ogni colpo di stantuffo;

x il titolo del vapore all'entrata nel cilindro;

x_2 » » alla fine della espansione nella macchina a pareti impermeabili;

v_1 il volume del peso M di vapore a T_1 e col titolo x ;

v_2 » » » a T_2 » » x_2 ;

x_1 il titolo del vapore alla fine dell'introduzione nella macchina a pareti permeabili;

x_2' il titolo del vapore alla fine dell'espansione nella macchina a pareti permeabili;

v_1' il volume del peso M di vapore a T_1 e col titolo x_1 ;

v_2' » » » a T_2 » » x_2' ;

δ il volume specifico dell'acqua;

p_0 la pressione durante il periodo di scarico;

A l'equivalente termico del lavoro;

v il volume dello spazio nocivo della macchina;

Q_1 la quantità di calore sottratto dalle pareti della macchina permeabile durante l'introduzione;

Q_2 la quantità di calore ceduta dalle pareti della macchina permeabile durante l'espansione;

α il rapporto $\frac{Q_2}{Q_1}$.

Per la prima ipotesi sarà:

$$A L_1 = A p_1 (v_1 - v') + M (\rho_1 x + q_1 - \rho_2 x_2 - q_2) - A p_0 (v_2 - v')$$

$$A L_2 = A p_1 (v_1' - v') + M (\rho_1 x_1 + q_1 - \rho_2 x_2' - q_2) - A p_0 (v_2' - v') + Q_2.$$

La differenza tra questi due lavori darà la perdita totale dovuta alla permeabilità delle pareti, cioè:

$$A (L_1 - L_2) = A p_1 (v_1 - v_1') + M \rho_1 (x - x_1) + M \rho_2 (x_2' - x_2) + A p_0 (v_2' - v_2) - Q_2.$$

Ed essendo, sempre per la prima ipotesi:

$$Q_1 = M r_1 (x - x_1) \quad , \quad Q_2 = \alpha M r_1 (x - x_1)$$

$$v_1 = M (u_1 x + \delta) \quad , \quad v_2 = M (u_2 x_2 + \delta)$$

$$v_1' = M (u_1 x_1 + \delta) \quad , \quad v_2' = M (u_2 x_2' + \delta)$$

$$A p u + \rho = r$$

sarà:

$$A (L_1 - L_2) = M \{ r_1 (x - x_1) (1 - \alpha) + (\rho_2 + A p_0 u_2) (x_2' - x_2) \} \quad (5).$$

La formola (5) dà la perdita totale di lavoro dovuta alla permeabilità delle pareti, ed in essa è implicata solamente la prima delle due ipotesi ammesse. Ho però detto più sopra che in generale debbono distinguersi due perdite, l'una dovuta all'introduzione del calore durante l'espansione, l'altra dovuta al calore ceduto dalle pareti durante lo scarico. Per ottenere queste due perdite separatamente è necessario ricorrere alla seconda ipotesi, che permetterà di scindere il

secondo membro dell'equazione (5) in due termini rappresentanti le due perdite suaccennate.

La seconda ipotesi ammessa riferentesi alla legge d'introduzione del calore durante l'espansione, ci fornisce una equazione atta a determinare il titolo x_2' ; per mezzo dell'equazione della curva adiabatica dei vapori si può calcolare x_2 ed ottenere così la differenza $x_2' - x_2$ che, sostituita in (5), risolve il problema.

Per la legge di introduzione del calore proporzionalmente alla variazione della temperatura si ha l'equazione:

$$\pi dt = dQ \quad (a)$$

in cui π è la costante di proporzionalità. D'altra parte si ha ancora che:

$$dQ = dq + T d \frac{rx}{T} \quad (b)$$

Eguagliando queste due equazioni, dividendo per T , integrando tra i limiti T_1 e T_2 a cui corrispondono i titoli x_1 ed x_2' e risolvendo l'equazione rispetto ad x_2' si ha:

$$x_2' = \frac{T_2}{r_2} \left\{ \pi \log^n \frac{T_2}{T_1} + c_m \log^n \frac{T_1}{T_2} + \frac{r_1 x_1}{T_1} \right\}.$$

E sostituendo a π il suo valore ottenuto per integrazione dell'equazione (a) ed osservando che $Q_2 = \alpha r_1 (x_1 - x_2')$, si otterrà:

$$x_2' = \frac{T_2}{r_2} \left\{ \frac{\alpha r_1 (x_1 - x_2')}{T_1 - T_2} \log^n \frac{T_1}{T_2} + c_m \log^n \frac{T_1}{T_2} + \frac{r_1 x_1}{T_1} \right\} \quad (c)$$

Dall'equazione dell'adiabatica si ricava:

$$x_2 = \frac{T_2}{r_2} \left(c_m \log^n \frac{T_1}{T_2} + \frac{r_1 x_1}{T_1} \right) \quad (d)$$

essendo c_m in queste equazioni il calore specifico medio dell'acqua fra T_2 e T_1 .

La differenza fra (c) e (d) dà:

$$x_2' - x_2 = \frac{T_2}{r_2} r_1 (x_1 - x_2) \left\{ \frac{\alpha}{T_1 - T_2} \log^n \frac{T_1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right\} \quad (e)$$

Sostituendo (e) in (5) si ha:

$$A(L_1 - L_2) = M r_1 (x_1 - x_2) \left\{ 1 - \alpha + \frac{\rho_2 + A p_0 u_2}{r_2} \left(\frac{\alpha}{T_1 - T_2} \log^n \frac{T_1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right\} \quad (5a)$$

$$\text{In (5a) al termine } \frac{\alpha}{T_1 - T_2} \log^n \frac{T_1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$$

aggiungendo e sottraendo $\frac{\alpha}{T_1}$, dopo semplici riduzioni si riesce alla formola seguente:

$$A(L_1 - L_2) = M r_1 (x_1 - x_2) \left\{ 1 - \frac{\rho_2 + A p_0 u_2}{r_2} \frac{T_2}{T_1} \right\} + M r_1 (x_1 - x_2) \alpha \frac{\rho_2 + A p_0 u_2}{r_2} \frac{T_2}{T_1} \left\{ \log^n \frac{T_1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right\} \quad (5b)$$

Questa formola è composta di due parti distinte: l'una avente per fattore:

$$M r_1 (x_1 - x_2) (1 - \alpha) = Q_1 - Q_2 = Q_3,$$

e questa dà la perdita dovuta alla sottrazione del calore Q_3 dalle pareti durante lo scarico; l'altra avente per fattore:

$$M r_1 (x_1 - x_2) \alpha = Q_2,$$

e dà la perdita dovuta alla introduzione del calore Q_2 durante l'espansione.

Chiamando con R_a la prima perdita e con R_e la seconda, si avrà:

$$R_a = Q_2 \left(1 - \frac{\rho_2 + A p_0 u_2}{r_2} \frac{T_2}{T_1} \right) \quad (6)$$

$$R_e = Q_2 \left(\frac{\log^n \frac{T_1}{T_2}}{T_1 - T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \frac{\rho_2 + A p_0 u_2}{r_2} \frac{T_2}{T_1} \quad (7)$$

Se Q è la quantità di calore speso ad ogni colpo della macchina e T_0 la temperatura assoluta del condensatore, il lavoro disponibile L_d sarà:

$$L_d = \frac{Q}{A T_1} (T_1 - T_0),$$

e quindi le perdite di rendimento termico η_1 ed η_2 relative ad R_e ed R_a saranno espresse dalle equazioni:

$$\eta_1 = \frac{R_e}{A L_d} \quad (8) \quad \eta_2 = \frac{R_a}{A L_d} \quad (9).$$

Nella quantità di calore Q_2 della formola (6) può intendersi compreso anche il calore che dal cilindro passa all'ambiente esterno, perchè questo calore, se si suppone sottratto alla temperatura T_1 , è causa d'una perdita analoga a quella prodotta dal calore sottratto alle pareti durante lo scarico. Giova però notare che il calore che passa all'ambiente esterno è sottratto integralmente alla temperatura T_1 solo quando il cilindro è provvisto di involuppo di vapore; in caso contrario, parte è sottratto alla temperatura T_1 e parte a temperatura variabile da T_1 a T_2 , ma è però certo che la prima parte in ogni caso sarà sempre la maggiore.

Bisogna ancora distinguere il caso dell'involuppo a vapore circolante da quello dell'involuppo a vapore stagnante. Nell'interno dell'involuppo si verificano sempre delle condensazioni, per le quali un certo peso di vapore passa allo stato liquido; se l'involuppo è a vapore circolante, l'acqua di condensazione passa nell'interno del cilindro, e durante l'espansione subisce le stesse variazioni di temperatura del vapore; se l'involuppo è stagnante, l'acqua di condensazione vi rimane e si mantiene a temperatura costante. Nel primo caso il calore sottratto per la condensazione si comporta precisamente come quello sottratto dalle pareti interne del cilindro durante l'introduzione; nel secondo caso invece la perdita riesce alquanto maggiore.

Se m è il peso di vapore condensatosi nell'involuppo di vapore stagnante ad ogni colpo di stantuffo, esso, in una macchina a pareti impermeabili al calore, avrebbe prodotto un lavoro L_3 dato dalla formola:

$A L_3 = m \{ A p_1 v_1 + \rho_1 x + q_1 - \rho_2 x_2 - q_2 - A p_0 v_2 \}$
essendo v_1 e v_2 i volumi specifici del vapore rispettivamente alla temperatura T_1 e T_2 . Sostituendo a v_1 , v_2 ed x i loro valori rispettivi:

$$u_1 x + \delta, \quad u_2 x_2 + \delta \quad \text{e} \quad \frac{T_2}{r_2} \left(\frac{r_1 x}{T_1} + c_m \log^n \frac{T_1}{T_2} \right)$$

e trascurando il termine $A \delta (p_1 - p_2)$, si giunge alla formola:

$$A L_3 = m \left\{ r_1 x + q_1 - \frac{\rho_2 + A p_0 u_2}{r_2} T_2 \left(\frac{r_1 x}{T_1} + c_m \log^n \frac{T_1}{T_2} \right) - q_2 \right\} \quad (10)$$

Il lavoro L_3 è completamente perduto, e fatto $A L_3 = R_b$, sarà causa di una perdita di rendimento termico:

$$\eta_3 = \frac{R_b}{A L_d} \quad (11)$$

Nelle macchine senza involuppo o ad involuppo circolante sono a considerarsi solo le due perdite di rendimento termico η_1 ed η_2 ; nelle macchine ad involuppo stagnante si aggiunge la terza η_3 , osservando però in tal caso che il calore ceduto dal peso m di vapore nel condensarsi non deve essere compreso in Q_0 . Per le macchine ad un cilindro, la distinzione tra l'involuppo circolante e stagnante non è causa di grande differenza nella perdita di rendimento termico: questa distinzione invece è importante per le macchine a due cilindri.

È necessario fare qui una osservazione relativamente alle formole sopra esposte. Nello sviluppo algebrico si è ritenuto $Q_1 = r_1(x - x_1)$, essendo x_1 il titolo che il vapore assume alla fine dell'introduzione nel supposto ch'esso rimanesse separato dal vapore dello spazio nocivo; d'altra parte nel calcolo di x_2' , titolo del vapore alla fine della espansione, si ritenne ancora come titolo iniziale della espansione l' x_1 . Realmente il titolo x_1' dipende dal titolo reale che ha il vapore alla fine dell'introduzione, cioè da quel titolo che assume alla fine dell'introduzione il miscuglio del vapore introdotto e quello rimasto nello spazio nocivo; questo titolo reale è sempre alquanto maggiore del titolo ipotetico x_1 , e tenendo conto di questa circostanza, le formole riescirebbero assai complicate. Il valore di Q_1 conviene che sia calcolato nel modo più esatto possibile, e quindi si farà uso del titolo ipotetico x_1 .

Il titolo reale x_1' si calcola mediante la formola:

$$v_1 = (M + M_0)(u_1 x_1' + \delta)$$

dalla quale si ricava:

$$x_1' = \frac{\frac{v_1}{M + M_0} - \delta}{u_1} \quad (12)$$

essendo v_1 il volume occupato dal vapore nel cilindro alla fine dell'introduzione e misurato dal diagramma.

Il titolo ipotetico x_1 si calcola invece mediante quest'altra formola:

$$x_1 = \frac{(M + M_0)x_1' - M_0}{M} \quad (13)$$

ammettendo sempre che il peso M_0 di vapore dello spazio nocivo sia saturo e secco.

Macchine a due cilindri. — Ho già detto che per calcolare gli scambi di calore tra le pareti del cilindro ed il vapore nelle macchine a due cilindri, si considera la espansione in blocco a partire dalla fine della introduzione del cilindro piccolo fino alla fine della espansione del cilindro grande. In tal caso la espansione totale non è continua, e non segue una legge costante lungo tutto il percorso, quindi le formole atte alle macchine ad un cilindro, applicate a quelle a due cilindri non darebbero che una grossolana approssimazione.

Se però si potessero considerare separatamente le evoluzioni termiche dei due cilindri, allora, verificandosi in ciascuno i tre periodi d'introduzione, di espansione e di scarico, si potrebbero partitamente applicare le formole suesposte prima al piccolo cilindro, poi al grande, e così calcolare a parte le perdite di rendimento termico di ciascuno dei due cilindri. Sarebbe per ciò necessario calcolare tanto pel cilindro piccolo che pel grande, la quantità di calore sottratta dalle pareti durante l'introduzione, quella ceduta dalle stesse pareti durante l'espansione e durante la scarica. Pel cilindro piccolo non esistono difficoltà, ed il procedimento sarebbe quello delle macchine ad un cilindro: il cilindro grande invece presenta delle difficoltà nel calcolo del calore sottratto durante l'introduzione. Si è visto che per questo calcolo è necessaria la conoscenza del titolo del

vapore che sta per introdursi, titolo che viene determinato sperimentalmente o col metodo calorimetro di Hirn, o col metodo chimico delle soluzioni titolate. Il metodo di Hirn richiede un certo peso di vapore che talvolta supera un chilogrammo, e quindi non potrebbe applicarsi certamente al peso di vapore che si scarica dal cilindro piccolo al grande nemmeno quando tra i due cilindri esiste il recipiente intermedio (*receiver*); il secondo metodo poi non è applicabile perchè vi si oppone il principio su cui è fondato. È quindi impossibile la determinazione con questi metodi del titolo di vapore che entra nel cilindro grande, e quest'impossibilità persuade finora ad attenersi al metodo di assumere l'espansione in blocco, pel quale non è necessaria la conoscenza di questo titolo. Riflettendo però che il titolo del vapore serve solo a determinare la quantità totale di calore che col vapore entra nel cilindro, vien di natura la domanda se questa quantità di calore pel grande cilindro d'una macchina a due cilindri non possa essere calcolata indipendentemente dal titolo del vapore.

La soluzione del problema nel caso attuale è possibile, ed il procedimento analitico è il seguente:

Si consideri una macchina a due cilindri e *receiver*; tutte e tre le capacità, cioè i due cilindri ed il *receiver* sieno provviste d'involuppo di vapore.

Dicansi:

Q_1 la quantità di calore sottratto per condensazione interna dalle pareti del cilindro piccolo durante l'introduzione;

Q_2 la quantità di calore ceduto per condensazione interna dalle pareti del cilindro piccolo durante la espansione;

Q_3 la quantità di calore ceduto per condensazione interna dalle pareti del cilindro piccolo durante lo scarico;

Q'_e la quantità di calore sottratta dalle pareti per condensazione esterna del cilindro piccolo, cioè per la condensazione che avviene nell'involuppo di detto cilindro;

Q''_e la quantità di calore sottratta dalle pareti per condensazione esterna del cilindro piccolo, cioè per condensazione esterna nell'involuppo del *receiver*;

Q_r la quantità di calore sottratta dalle pareti del *receiver*, cioè per condensazione interna del *receiver*;

Q_1, Q_2, Q_3, Q''_e hanno lo stesso significato di Q_1, Q_2, Q_3, Q'_e ma si riferiscono al cilindro grande;

M il peso di vapore introdotto ad ogni colpo nel cilindro piccolo;

m il peso di vapore condensato negli involuppi;

m_r il peso di vapore condensato nell'interno del *receiver*;

M_0 il peso di vapore rimasto nello spazio nocivo del cilindro piccolo;

M' il peso di vapore introdotto nel cilindro grande;

M_0' il peso di vapore rimasto nello spazio nocivo del cilindro grande;

x_1, ρ_1, q_1 hanno il solito significato e si riferiscono alla fine dell'introduzione del cilindro piccolo;

x_2, ρ_2, q_2 si riferiscono alla fine dell'espansione del cilindro piccolo;

x_1', ρ_1', q_1' si riferiscono alla fine dell'introduzione nel cilindro grande;

x_2', ρ_2', q_2' si riferiscono alla fine della espansione nel cilindro grande;

x_0, ρ_0, q_0 si riferiscono al vapore che rimane nello spazio nocivo del cilindro piccolo;

x_0', ρ_0', q_0' si riferiscono al vapore che rimane nello spazio nocivo del cilindro grande;

L_1, L_2, L_3 lavori d'introduzione, di espansione, di scarico del cilindro piccolo;

L_1, L_2, L_3 lavori d'introduzione, di espansione, di scarico del cilindro grande.

Le quantità di calore Q_1 e Q_2 si determinano come per una macchina ad un cilindro, e la quantità Q_3 è la differenza $Q - Q_1$; le quantità di calore Q'_e, Q''_e e Q'''_e si determinano in blocco od anche separatamente quando si conosca il peso di vapore condensato nei singoli involucri; la quantità di calore Q_1 la si determina in base al peso di vapore che si condensa nell'interno del receiver. Tutte queste quantità di calore sono determinabili sperimentalmente.

Le quantità di calore Q_3 ed una parte di Q'_e sono restituite al vapore che si scarica dal cilindro piccolo nel receiver; da Q'_e andrebbe dedotta la parte che passa all'ambiente esterno, ma io per semplicità di scrittura riterrò che Q'_e sia restituito integralmente; si vedrà che ciò non ha influenza sul risultato definitivo. La quantità Q''_e è pure restituita al vapore, e supporrò integralmente, mentre il vapore passa attraverso il receiver, mentre Q_1 invece è sottratto nello stesso frattempo.

L'energia del vapore alla fine dell'espansione del cilindro piccolo è:

$$(M + M_0) (\rho_2 x_2 + q_2),$$

quella che rimane nel vapore dello spazio nocivo è:

$$M_0 (\rho_0 x_0 + q_0);$$

la differenza passa al receiver.

Durante lo scarico il vapore riceve le quantità di calore Q_3, Q'_e ed $A L_3$; durante il passaggio attraverso al receiver ne riceve $Q'_e - Q_r$, quindi la quantità di calore Q' che passa al cilindro grande sarà:

$$Q' = (M + M_0) (\rho_2 x_2 + q_2) - M_0 (\rho_0 x_0 + q_0) + Q_3 + Q'_e + A L_3 + Q''_e - Q_r \quad (14)$$

D'altra parte, nel cilindro grande alla fine dell'introduzione si ha l'energia;

$$(M'_0 + M') (\rho'_1 x'_1 + q'_1),$$

quella del vapore che trovavasi nello spazio nocivo era:

$$M'_0 (\rho'_0 x'_0 + q'_0),$$

e durante l'introduzione si è convertito in lavoro la quantità di calore $A L'_1$; quindi:

$$(M' + M'_0) (\rho'_1 x'_1 + q'_1) - M'_0 (\rho'_0 x'_0 + q'_0) + A L'_1$$

è la quantità di calore che sarebbe entrata nel cilindro grande se le pareti di queste nulla avessero sottratto; se vi aggiungiamo Q'_1 , dovremo ritrovare la quantità di calore Q'_1 , cioè:

$$Q' = (M' + M'_0) (\rho'_1 x'_1 + q'_1) - M'_0 (\rho'_0 x'_0 + q'_0) + A L'_1 + Q'_1 \quad (15)$$

Eguagliando la (14) e la (15) si avrà una equazione atta a determinare Q'_1 , cioè la quantità di calore sottratta dalle pareti del cilindro grande durante l'introduzione. Solo che nell'equazione entrano Q'_e e Q''_e che andrebbero opportunamente corrette, per tener calcolo della quantità di calore passata all'ambiente esterno. Confesso che questa dispersione di calore è sempre stata per me una incertezza, quantunque di poca entità; perciò io ho voluto mantenere separate le quantità di calore che provengono da condensazioni esterne da quelle che provengono dalle interne, primieramente perchè l'acqua delle condensazioni esterne non partecipa per nulla all'azione del miscuglio che esiste nell'interno del cilindro durante l'espansione; in secondo luogo perchè combinando convenientemente le equazioni (14) e (15) si può togliere di mezzo l'incertezza rispetto alla dispersione esterna del calore. Rammento che per le condensazioni esterne ho data una formola particolare pel calcolo delle perdite ad esse imputabili.

Raccogliamo in un membro le quantità di calore $Q'_1,$

Q_r, Q'_e e Q''_e ; eguagliando i secondi membri di (14) e (15), avremo:

$$\begin{aligned} (Q'_1 + Q_r) - (Q'_e + Q''_e) &= (M + M_0) (\rho_2 x_2 + q_2) - \\ &- M'_0 (\rho'_1 x'_1 + q'_1) + M'_0 (\rho'_0 x'_0 + q'_0) - \\ &- M_0 (\rho_0 x_0 + q_0) + A (L_3 - L'_1) + Q_3 \end{aligned} \quad (16)$$

Calcolata a questo modo la quantità di calore sottratta dalle pareti durante l'introduzione nel cilindro grande è certamente inferiore alla vera, ma è precisamente quella quantità di cui solamente si deve tener conto, quando la quantità di calore sottratta per le condensazioni esterne considerasi integralmente perduta, e la perdita di rendimento termico relativa è calcolata mediante la formola (11). Può darsi che il primo membro dell'equazione (16) riesca negativo ed a seconda del valore di Q'_2, Q'_3 può riescire positivo, negativo od anche nullo; se Q'_3 riesce negativo, vuol dire che una frazione di Q'_e e di Q''_e od anche di Q'''_e ha preso parte attiva durante l'introduzione e l'espansione del cilindro grande; in tal caso la perdita di rendimento termico dovuta a Q'_3 , riuscendo negativa, costituisce un guadagno, che è precisamente il correttivo della maggior perdita attribuita alle condensazioni esterne.

Analogamente succede quando Q'_1 riesce negativo; allora essendo:

$$Q'_3 = Q'_1 - Q'_2$$

essendo:

$$Q'_1 = Q'_1 + Q_r - (Q'_e + Q''_e),$$

aumenta corrispondentemente Q'_3 , ed il guadagno di rendimento termico relativo a Q'_2 è il correttivo della maggior perdita attribuita a Q'_3 .

Debbo osservare che nel primo membro dell'equazione (16) entra la quantità di calore Q_r ; realmente questa proviene da una condensazione esterna al cilindro grande ed andrebbe calcolata a parte la perdita di rendimento termico relativa. Ordinariamente però le condensazioni interne del receiver sono così limitate, e d'altra parte è così poca la differenza tra le perdite attribuibili alle condensazioni esterne ed interne, che ho creduto bene per semplicità di considerare le condensazioni del receiver come condensazioni interne del cilindro grande.

Nel calcolo dell'energia del vapore che rimane negli spazi nocivi dei due cilindri, entrano i due titoli x_0 ed x'_0 . Questi titoli li supporrò eguali all'unità, come si pratica per le macchine ad un cilindro. Realmente questa ipotesi è più prossima al vero per x'_0 che per x_0 , ma certamente x_0 è maggiore di x_2 , perchè il vapore che si scarica dal cilindro piccolo riceve calore a pressione pressochè costante.

Procedendo nel modo ora indicato, l'analisi di una macchina a due cilindri riducesi ad essere identica a quella di una macchina ad un cilindro, e pel calcolo delle perdite di rendimento termico si potranno applicare tanto al cilindro piccolo che al grande le formole da me anteriormente esposte. Si avranno nel complesso cinque perdite di rendimento, due pel cilindro piccolo, due pel grande ed una per le condensazioni esterne.

Le perdite riferentisi all'introduzione del calore durante l'espansione vanno calcolate colla formola (8), che deve essere intesa fra i limiti T_1 e T_2 pel cilindro piccolo, e fra T'_1 e T'_2 pel cilindro grande; le perdite dovute alle quantità di calore Q_3 e Q'_3 vanno calcolate colla formola (9), estendendola fra gli stessi limiti di temperatura della (8); la perdita dovuta alle condensazioni esterne va calcolata colla formola (11), estendendola fra i limiti T_1 e T'_2 ; il lavoro disponibile in ogni caso va inteso fra i limiti T_1 e T_0 .

(Continua).

NECROLOGIA

John Ericsson

NATO IN SVEZIA IL 31 LUGLIO 1803 — † A NUOVA-YORK L'8 MARZO 1889.

Non è cosa sì facile enumerare i moltissimi studi scientifici, i problemi industriali svariatissimi di fisica, di meccanica e di ingegneria a cui Ericsson dedicò tutta la sua attività instancabile ed una immaginazione prodigiosa.

Principiò la sua carriera in patria come ingegnere civile; quindi passò al servizio militare ed a 23 anni era già capitano. Ma nel 1826 abbandonò la Svezia e si recò in Inghilterra per istudiarvi la sua prima macchina ad aria calda, alla quale come si sa non arrise il successo industriale, sebbene nel suo principio teorico abbia dato luogo in seguito alle macchine Hock di Vienna, a quelle dell'inglese Buckett ed alle più recenti dei fr^{lli} Benier di Parigi. Nel 1829 prese parte molto onorevolmente al concorso di Manchester, ma la sua locomotiva, giudicata la migliore per leggerezza ed eleganza di disegno, fu superata dal « Rocchetto » di Stephenson. Nello stesso anno costruiva la prima pompa d'incendio a vapore. Nel 1836 fece brevettare il propulsore ad elice e l'applicò ad un battello mercantile di navigazione sul Tamigi. Poi andò a visitare l'America, e quivi rimase a studiare sulla domanda del Governo degli Stati Uniti l'applicazione dell'elice alle navi da guerra. Si occupò più specialmente delle navi a vapore, delle disposizioni della macchina motrice e delle caldaie. Ma nel 1852 disegnò la Nave « Ericsson » di 2000 tonnellate mossa da macchine ad aria calda, le quali se funzionavano bene, avevano per altro dimensioni enormi e potenza motrice insufficiente. Nel 1861 costruì in cento giorni il famoso « Monitor » che l'anno seguente salvò la flotta unionista al combattimento di Hampton-Roads dalla distruzione di cui era minacciata dalla corazzata in ferro « Virginia » dei confederati. Il « Monitor » non era atto a tenere il mare come oggi si esigerebbe, ma più di qualunque altro tipo di nave apparso fino allora, contribuì a trasformare i tipi tattici e la tattica navale. E prima del « Monitor », Ericsson aveva già disegnato una corazzata a torri con cannoni di gran calibro; più tardi ideò una torpediniera ad aria compressa, in cui l'aria motrice veniva fornita alla nave per mezzo di un cavo tubulare. Ultimamente aveva immaginato una nave munita di cannoni subacquei montati sui fianchi e sulla prora, con cui i giornali americani asserivano si sarebbero distrutte tutte le marine del mondo; ma le prove fatte nel 1881 non confermarono le aspettative.

Fra gli studi e le invenzioni dell'Ericsson vogliamo pure notare il modo di utilizzare direttamente il calor solare per la produzione del vapore, ed il motore a sole da lui presentato nel 1883. C. P.

NOTIZIE

Concorso della Città di Parigi per i contatori della energia elettrica. — Il Consiglio municipale ha definitivamente approvato il programma che da qualche mese era stato preparato per un concorso di contatori dell'elettricità. I cinque membri della giuria nominati dal Consiglio sono i signori: Mascart, Potier, Hospitalier, Vaillant e Lyon-Alemand.

Un premio di 10000 franchi sarà dato all'inventore di un contatore di elettricità il quale sia trovato per ogni rispetto soddisfacente, e cinque premi di 2000 franchi ciascuno ai cinque inventori i cui contatori dopo il primo saranno riconosciuti presentare qualche progresso importante sugli apparecchi di già conosciuti. Nel caso in cui un contatore non potesse applicarsi che ad una delle due forme sotto cui si può presentare la corrente elettrica (continua od alternativa) l'inventore non potrà percepire che la metà del premio.

In compenso la città di Parigi si riserva di poter fabbricare per suo uso esclusivo i contatori premiati, senza avere da pagare alcun altro corrispettivo. (Annales Industrielles).

*

La trasmissione elettrica della forza per la ferrovia funicolare del Buergenstock. — Sul lago dei Quattro Cantoni, a breve distanza da Lucerna, sorge una montagna assai dirupata, detta il Buergenstock, che si eleva a 700 metri sul livello del lago. Presso la sommità vi è un grande albergo, e il proprietario pensò di mettersi in comunicazione colla stazione dei piroscafi con una ferrovia funicolare.

La particolarità di questa ferrovia sta in ciò che la forza motrice idraulica è trasmessa elettricamente da una distanza di 4 chilometri.

La linea è lunga 936 metri con un dislivello totale di 440 metri; presenta parecchi tratti in curva di grande raggio e una pendenza media di 53 0/10; però la pendenza non è uniforme e nella parte superiore raggiunge il 57,7 0/10.

La stazione idraulica, dove sono impiantate le turbine e le dinamo, si trova a 4 chilometri dalla stazione superiore della funicolare, presso Ennerberg, a metà strada fra Buochs, alla riva del lago, e Stanz. La linea elettrica deve quindi superare una cresta montuosa a circa 900 metri, per ridiscendere alla stazione del Buergenstock.

La trasmissione elettrica si ottiene per mezzo di quattro dinamo Thury, due generatrici e due ricettrici, riunite col sistema a tre conduttori; ogni conduttore è un filo di rame avente il diametro di 4,5 millimetri.

Le quattro macchine dinamo sono in tutto eguali, fuorchè nella resistenza interna delle armature, che nelle ricettrici è un po' minore.

Si può fare il servizio con una sola dinamo generatrice e una sola ricettrice; allora si riuniscono in circuiti paralleli il conduttore centrale e uno degli altri due.

Le dinamo sono del tipo C. 7. (Thury) con eccitazione in serie. La velocità normale è di 800 giri; il regime normale corrisponde a 25 ampère e 800 volt, consumando un lavoro di 30 cavalli. Altri elementi sono:

Resistenza dell'induttore	1,30 ohm
» dell'armatura (generatrici)	0,60 »
» » (ricettrici)	0,50 »
Diametro dell'armatura	250 mm.
Lunghezza dell'armatura	350 »
Lunghezza del filo utile per 1 volt nelle generatrici	185 »
» » » nelle ricettrici	190 »
Peso totale di una dinamo	1200 chg.

Il rendimento del sistema è abbastanza elevato; quando, per esempio, lavorano tutte le dinami con una corrente di 20 ampère, si ha una f. e. m. di 1600 volt alle generatrici; la linea, che offre una resistenza di 8,75 ohm, assorbe 175 volt; le ricettrici ricevono quindi 1425 volt. Tenuto conto di 900 watt assorbiti dalle correnti di Foucault e dagli attriti, si ottiene:

Rendimento elettrico delle generatrici	0,93
» » delle ricettrici	0,92
» della linea	0,89

e quindi il rendimento di tutto il sistema di trasmissione è uguale al prodotto: $= 0,93 \times 0,92 \times 0,89 = 0,76$. Questo si riferisce al caso in cui il lavoro effettivo dato dalle ricettrici, sia di 35 cavalli circa. Quando il lavoro richiesto è diverso, il rendimento varia, ma non di molto. In fatto il lavoro varia da 0 a 45 cavalli, e vi è un interruttore di sicurezza che limita a 35 ampère l'intensità della corrente.

Dall'albero delle ricettrici il movimento si trasmette per mezzo di un contralbero e di un ingranaggio al tamburo sul quale s'avvolge la fune della ferrovia; un sistema di ruote d'angolo permette di invertire il senso della rotazione del tamburo.

Sulla ferrovia vi sono due carrozze che si fanno equilibrio; l'una sale e l'altra scende. La forza motrice deve vincere l'attrito e compensare la differenza di peso fra il carico che sale e quello che scende; differenza che si mantiene sempre nella prima parte del tragitto, finché la porzione della fune che sale è maggiore di quella che discende. Perciò la forza richiesta è molto variabile; in certi momenti il sistema cammina da sè; al momento della messa in moto invece bisogna sviluppare un lavoro di 40 cavalli.

A mantener costante la velocità si ricorre ai freni delle vetture, e ad un freno applicato al tamburo della fune.

Di sera la forza è utilizzata per l'illuminazione elettrica dell'albergo. Perciò dall'albero delle ricettrici viene trasmesso il moto ad un'altra dinamo che assorbe un lavoro di circa 40 cavalli, e distribuisce la corrente alle lampade.

Finalmente la corrente fornita dalle generatrici viene utilizzata anche negli intervalli in cui non lavora la funicolare, trasmettendola ad un altro motore elettrico di 16 cavalli, situato a 600 metri oltre la stazione della ferrovia; questo motore anima una pompa che attinge l'acqua al piede della montagna pel servizio dell'albergo.

Le macchine funzionano da un anno in modo soddisfacente.

Vi sono poi diversi apparecchi di sicurezza applicati al sistema di trasmissione elettrica.

Due interruttori impediscono che le dinamo s'abbiano a guastare per qualche contatto sulla linea, ma mettono in corto circuito gli induttori delle dinamo, che in conseguenza si smagnetizzano rapidamente.

Interessante per il caso speciale delle linee elettriche in montagna ci sembra la disposizione particolare del parafulmine ideata dal signor Thury. Il colle del Bürgenstock, sul quale passa la linea, è molto esposto alle scariche fulminee; tanto che nell'estate del 1887 si ebbero fino a 9 scariche durante un solo temporale, e le dinamo ne ebbero a soffrire, quantunque munite di parafulmine ordinario.

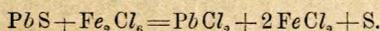
Il signor Thury introdusse nella linea certi rochetti a filo grosso di piccola resistenza con nuclei formati da fasci di filo di ferro, i quali presentano una resistenza minima al passaggio della corrente continua, ma oppongono alle correnti istantanee una resistenza enorme, provocata dall'induzione propria dei rochetti. E così, quando avviene una scarica fulminea, la maggior parte va per i parafulmini a punte affacciate a disperdersi nella terra; e quella parte di corrente che riesce a vincere la resistenza dei rochetti, si biforca ancora, e solo una frazione minima va alla dinamo, scaricandosi il resto in un condensatore il quale impedisce al potenziale di elevarsi e di compromettere l'isolamento della dinamo.

Un solo guasto si ebbe nel 1888, dopo l'applicazione di questo sistema, in seguito ad una scarica fortissima che giunse a perforare l'isolante in una dinamo; ciò che non impedì di proseguire il servizio della ferrovia con una sola coppia di macchine.

(L'Industria).

*

Una nuova proprietà del cloruro ferrico e sue applicazioni pratiche. — Se una soluzione concentrata di cloruro ferrico viene messa in contatto di solfuro di piombo in polvere fina, si osserva che, in breve tempo a freddo, ed ancora più celeremente a leggero calore, avviene una reazione; questo riesce evidente pel mutamento del colore, sia del liquido come del corpo indisciolto che vi è sospeso; il colore caratteristico del cloruro di ferro va cangiandosi dal ranciato al giallo, all'oliva ed al verde, mentre il residuo indisciolto prende un colore grigio giallognolo ben diverso da quello del solfuro di piombo e assume in pari tempo struttura cristallina; l'esame del liquido verde mostra che esso è cloruro ferroso, mentre la parte insolubile risulta essere una miscela di cloruro di piombo e di solfo; il cloruro ferrico si è quindi ridotto in cloruro ferroso a contatto del solfuro di piombo, mentre questo si è convertito in cloruro di piombo separandosi solfo libero. La reazione si esprimerebbe quindi coll'equazione:



Oltre che sul solfuro di piombo, la reazione avviene anche sul solfuro di piombo naturale o galena; la decomposizione è completa se il solfuro viene macinato molto finemente; in numerosissime prove da me eseguite ho sempre trovato che rimane al più l'1% di solfuro indecomposto.

Questa facile decomposizione della galena a contatto del cloruro di ferro si presenta come un mezzo molto conveniente pel trattamento in grande di quel minerale; prove eseguite in questo indirizzo hanno dato buoni risultati che mi riservo di comunicare all'Istituto coi rispettivi documenti.

(Rend. R. Istit. Lomb.).

Prof. L. GABBA.

*

Gli apparecchi di disinfezione del sistema Kock impiantati nel Lazzaretto e nell'Ospedale civile di Strasburgo. — La disinfezione cogli apparecchi e col sistema di Alp. Kock si effettua dapprincipio per mezzo del calor secco, con cui s'incomincia ad ottenere la rarefazione dell'aria contenuta negli oggetti da disinfettare; successivamente si introduce del vapore sotto pressione, il quale, senza dar luogo a condensazioni, penetra in pochi minuti tutti gli oggetti sottoposti all'operazione. Questi oggetti, quando vengono ritirati, non si riscontrano punto alterati, e dopo alcuni minuti di esposizione all'aria riprendono il loro primitivo aspetto.

Nello scopo di evitare ogni pericolo, l'aria calda nell'uscire dall'apparecchio di disinfezione è obbligata ad attraversare una pentola di acqua bollente, ed a purgarsi così di quegli elementi deleteri che non potrebbero essere impunemente scaricati nell'atmosfera.

L'operazione ha la durata di 40 minuti; per 20 minuti si ha l'azione del calor secco, e per altri 20 minuti quella del vapor d'acqua. Con un apparecchio che possa contenere 5 materasse e relative coperte si riesce a disinfettare 100 letti in 24 ore. L'operazione non richiede molto combustibile e non esige che l'opera di due inservienti.

L'apparecchio del Lazzaretto di Strasburgo si compone d'una camera rettangolare a doppia parete di ferro e lamiera, e lo spazio fra le due pareti è riempito di lana minerale. Lo spazio utilizzabile per gli oggetti da disinfettare è di 4 metri cubi circa. E vi sono due porte di 1 metro per 2.

Sui fianchi dell'apparecchio è disposta una canalizzazione con tubi ad alette portanti il vapore. Le porte essendo chiuse, l'aria della camera si riscalda e si dilata, ma non può uscirne se non sotto la pressione di 2 metri d'acqua, chè tale è la colonna d'acqua bollente ch'essa ha da attraversare nell'uscire dalla camera.

Gli oggetti sottoposti a disinfezione essendo così previamente riscaldati, il vapore che in seguito viene introdotto nella camera non si condensa nè sugli oggetti nè contro le pareti; ma la corrente del vapore scaccia l'aria e vi si sostituisce, attalchè nell'apparecchio non rimane più che del vapore, il cui effetto è ben più sicuro che quello di un miscuglio d'aria e di vapore.

Terminata l'operazione, si fa cessare l'iniezione del vapore, si vuota l'apparecchio per mezzo di una cannella speciale, si aprono le porte, e cinque minuti dopo si tira fuori il carrello che porta gli oggetti disinfettati. Nel frattempo i tubi ad alette radiali continuando ad essere riscaldati dal vapore, favoriscono il rapido asciugamento degli oggetti.

Quest'apparecchio, che ha dato ottimi risultati, aveva per altro l'inconveniente della sua forma rettangolare, essendo riuscito assai pesante perchè le pareti resistessero alla pressione di 2000 chilogrammi per metro quadrato.

Ma il signor Kock finì per accettare anch'egli la forma cilindrica, già in uso per simili apparecchi.

Il suo nuovo apparecchio è un cilindro orizzontale con due porte e tutto contornato da un involucro isolante; i tubi ad alette hanno una superficie di 15 metri quadrati; un regolatore di pressione lascia sfuggire il vapore mescolato ad aria appena che la pressione supera il grado voluto.

L'apparecchio che venne impiantato nella lavanderia dell'Ospedale civile di Strasburgo ha m. 1,30 di diametro, m. 2,20 di lunghezza utile e mc. 2,9 di capacità interna. Il carrello può portare 4 materasse per volta ed 8 coperte.

A Strasburgo l'Amministrazione municipale ha annesso al Lazzaretto fuori città una stazione di disinfezione pubblica per poter lottare prontamente contro qualsiasi epidemia, e senza aver d'uopo d'ingombrare perciò l'Ospedale civile, riservato alle malattie ordinarie non epidemiche.

Vi è una tariffa per la disinfezione; essa è di fr. 2,50 per una materassa e di fr. 0,75 per ogni cuscino od involto di effetti di volume equivalente. Ed ha pure luogo la disinfezione gratuita per gli indigenti.

Ordinariamente però, e soprattutto a causa della distanza, il servizio pubblico di disinfezione si compie dalla lavanderia dell'Ospedale civile.

In conclusione vuolsi notare che la città di Strasburgo possiede ora apparecchi di disinfezione degni di essere riprodotti dalle altre città. Locchè è sommamente da desiderare si faccia, senza attendere a farlo in caso di epidemia, quando si è obbligati ad adottare soluzioni improvvisate, necessariamente più difettose e più costose di quelle studiate a tempo e preparate con calma.

(Société industrielle de Mulhouse).

*

Un nuovo tessile. — Un nuovo tessile è stato trovato sul litorale del Mar Caspio, nella pianta denominata *kanaff* dagli indigeni. Essa cresce in estate e raggiunge in tre mesi fino a 3 metri di altezza; il suo diametro varia da 2 a 3 centimetri.

Con una coltivazione razionale e per mezzo di una manipolazione tecnica si ottiene dalle fibre di detta pianta, secondo gli studi fatti dal sig. O. Blakenbourg, ingegnere chimico, una materia tessile ottima, molle, elastica e setosa, che dà un filo assai resistente e viene imbianchita al cloro senza soffrirne. La stoffa bianca può essere stampata in tutti i colori. Oltrechè per tessuti da mobili a prezzo mitissimo, può essere adoperata nella fabbricazione dei sacchi, dei cordami, ecc., a motivo della sua straordinaria resistenza.

Il peso specifico è di un sesto minore di quello della canapa, ma la sua resistenza sarebbe di molto superiore. Un cordame del diametro di 8 millimetri ed un quarto, intrecciato a mano con tre capi, non si è spezzato che con un peso di 270 chilogrammi. Lo stesso cordame a cui si era tolto uno dei tre capi, ha resistito fino a chilogr. 180. Un cordame del diametro di 12 millimetri e mezzo, fabbricato a Mosca, non si è spezzato che sotto il peso di 650 chilogrammi.

(L'Italia Agricola).

BIBLIOGRAFIA

I.

Geology, Chemical, Physical and Stratigraphical, by JOSEPH PRESTWICH, professor of Geology in the University of Oxford; 2 volumi in-8°, illustrati, con varie carte. — Oxford, 1886-1888 (1).

Non abbiamo alcun bisogno di presentare ai lettori di questa rivista il chiarissimo Prestwich, che, oltre ad essere professore nell'Università di Oxford, fu Presidente del Congresso Geologico internazionale tenutosi a Londra nel 1888. I suoi numerosi scritti su vari argomenti geologici gli acquistarono un nome mondiale, e resta a noi di parlare dell'aurea opera di geologia chimica, fisica e stratigrafica ch'egli diede da poco alla luce, persuasi che anche in Italia molti geologi troveranno in questa pubblicazione uno dei trattati più degni di aver posto nelle loro biblioteche, come esposizione dello stato attuale d'una scienza che subì in meno d'un secolo delle trasformazioni rimarchevoli, ma la quale è tuttora minore, e richiede più che mai il concorso di molti studiosi, scevri di idee preconcepite. Lasciamo ora parlare il nostro Autore.

È notissimo che gli strati sedimentari possono esser formati in diversi modi, secondo le circostanze, sia da materie minerali tenute in sospensione o trascinate dalle acque dei fiumi, per esser trasportate al mare, dove vengono ad aggiungersi i detriti del litorale; sia da sedimenti lacustri e da sostanze calcaree fornite dagli avanzi di molluschi d'acqua dolce; sia per mezzo di reazioni chimiche e d'epigenesi. A queste diverse origini devonsi aggiungere un'altra che non manca d'importanza, dovuta ai sali di calce, ed, in proporzioni più piccole, di magnesia, tenuti in soluzione nelle acque dei fiumi e scaricati nel mare, dove sono eliminati in seguito, parte mediante l'operazione di organismi viventi, parte mercè la precipitazione o reazioni chimiche. Tuttavia sarebbe impossibile confrontare la costituzione dell'acqua dell'oceano, quale è oggidì, con quella che era nei tempi geologici remoti, quando era molto più caricata di silicati decomposti, derivanti da rocce ignee. Il processo di eliminazione implica un cambiamento incessante nelle condizioni delle acque oceaniche ed un'azione chimica assai più energica nel passato che non attualmente. Come evidenza della loro antica ricchezza in silicati solubili, molte rocce giurassiche e cretacee possono citarsi come abbondanti in silice solubile, e le reazioni che hanno dovuto presiedere alla liberazione delle basi alcaline indicano la precipi-

tazione di parte della calce sotto forma di carbonato amorfo. Si può arguire la decomposizione dei silicati tenuti in soluzione come risultanti dall'acido carbonico o da carbonati alcalini presenti nell'acqua stessa e, se vi fossero stati pure presenti dei sali di calce, questi si sarebbero convertiti in carbonato di calce, e tosto precipitati. Vi sono dei calcari fossiliferi compatti del periodo carbonifero, i quali, in assenza di metamorfismo, sono stati trasformati in alcuni punti per azione chimica in dolomite, ed in queste parti, assieme alle evidenze di stratificazione, scomparve anche ogni traccia di fossili. Giacimenti estesi di salgemma esistenti in America in mezzo a rocce del periodo siluriano dimostrano quale fu la ricchezza delle acque marine fin d'allora in cloruro di sodio. Colle investigazioni del Challenger si seppe dell'esistenza di sedimenti pelagici sino alla profondità di m. 4750, consistenti al nord di 50° S. in melma impalpabile a *Globigerine* ed altri foraminiferi, mentre nel Pacifico centrale ed occidentale havvi sino alla profondità di m. 8150 una melma a *Radiolarie*, rimpiazzata verso la zona antartica da una melma a *Diatomee*. Altrove dei tratti estesi del fondo dell'oceano sono coperti di sedimenti amorfi argillosi, tinti in rosso, o grigio, o cioccolato, da ossidi di ferro e di manganese, ai quali si associano vari minerali, che sembrano derivare dalla decomposizione di rocce vulcaniche.

Davanti ai fenomeni vulcanici di cui parla il Prestwich, quelli del Vesuvio apparirebbero di minor gravità, ed anche le eruzioni dell'Etna diminuirebbero di importanza. L'eruzione del Skapta-Jokul in Islanda, avvenuta nel 1783, arse per due anni, la lava riempì delle vallate intiere sino ad una profondità di m. 100 a 150, indi entrò nella pianura come maestoso fiume, largo da 12 a 15 miglia e profondo m. 30, altrove con corso di 40 a 50 miglia, mentre vuolsi che il volume della materia eruttata eguagliasse la mole del Monte Bianco. Imponente fu l'eruzione avvenuta nell'anno 1840 ai fianchi del Mauna Loa, nell'isola di Hawaii, nella quale occasione la lava percorse una distanza di 60 miglia sotto forma di un'imponente massa, profonda da m. 30 a m. 75 e larga da un miglio a 10 miglia. La superficie occupata da questo vulcano è di 4000 miglia quadrate, o più del doppio di quella dell'Etna, e la superficie dei vulcani dell'Islanda è 10 volte più grande.

Ci mancherebbe lo spazio per dare un semplice elenco delle supposte cause dei vulcani e che sono primarie e secondarie; sarebbe fare poco giustizia all'Autore, il quale si dilunga specialmente sulla considerazione dei vulcani antichi, spenti in tempi geologici ed appena rivelatici dagli strati di ceneri ed altri prodotti interstratificati con sedimenti nettuniani e con notevole modificazione della loro struttura litologica originale.

L'Autore prende in esame i movimenti terrestri risultanti in elevazione ed abbassamento del suolo e li distingue in due specie: 1° quelli che hanno luogo nelle regioni vulcaniche e che sono generalmente accompagnati da terremoti; 2° quei movimenti lenti e secolari indipendenti da qualsiasi fenomeno vulcanico e da terremoti, estendendosi in modo impercettibile su tratti considerevoli di paese, come pure di durata immensa, che ci porta indietro agli ultimi tempi geologici. Alla prima categoria connettonsi varii fenomeni, che possono essere o elevazione od abbassamento subitaneo del suolo, *per saltum*, ovvero elevazioni lente continue. Così, in occasione dello spaventoso terremoto dell'anno 1822 nelle Ande, il litorale Pacifico dell'America meridionale fu repentinamente sollevato per lungo tratto circa un metro, e nel 1835 il litorale del Chili subì un sollevamento di m. 1,50 per effetto di altro terremoto, ma qui vi fu in seguito un abbassamento, di modo che a capo di due mesi il litorale ritornò a m. 0,60 dal suo antico livello. I movimenti lenti che ebbero luogo in un non lontano passato sono evidenti su varii punti delle coste dell'isola di Candia, dove, vicino all'istmo di Spina Longa, vi sono i ruderi di una città greca, in gran parte sotto il livello attuale del Mediterraneo; per contro, l'antico porto di Phalarzana è ora fuori acqua, talchè il banchino all'ingresso del porto greco sporge m. 5 sul livello attuale del mare. Sono questi i movimenti lenti descritti da Issel sotto il nome di *bradisismi* in un bel volume stampato due anni fa a Genova. Ai movimenti della seconda categoria devonsi riferire l'elevazione d'intieri paesi. Così, la Scandinavia su una lunghezza di 1200 miglia fu assoggettata a cambiamenti di livello secolari lenti. A Gelfe la misura del sollevamento secolare è di m. 0,60 a m. 0,90, e sempre nello stesso periodo di tempo, è di m. 0,15 a Stoccolma; 16 miglia a mezzogiorno della capitale è trascurabile, e più al sud vi ha abbassamento del suolo, talchè il mare invase una delle vie interne di Mälmo.

La parte settentrionale della Groenlandia, confinante coll'Oceano Artico, subì, in tempi a noi vicini, un sollevamento lento nei limiti di m. 60 a m. 120. Il Labrador, la Baia di Hudson, la Terranova furono parimenti sollevati, ma in grado ben minore. Lo stesso fenomeno ha luogo lungo le coste nordiche del continente asiatico, come pure nella Nuova Zembla e nello Spitzbergen. Non sarebbe qui la spiegazione trovata del notevole raffreddamento di alcune regioni dell'Europa e dell'Asia, in confronto di quanto presentarono molti secoli fa?

Vorremmo seguire il Prestwich nella discussione delle cause che determinarono la natura litologica delle rocce cristalline prepaleozoiche

(1) Nel dare ben volentieri la chiesta ospitalità a questo interessantissimo cenno bibliografico del signor Jervis, crediamo non inopportuno ad ogni modo far notare che il Prestwich rappresenta in Inghilterra la scuola della discontinuità nell'azione delle forze in ogni tempo, contro la scuola più recente del Lyell e del Darwin, che ammette la continuità od uniformità dell'azione delle forze in ogni tempo. La prima scuola, capitanata da Elie de Beaumont di compianta memoria, e seguita ancora da parecchi in Francia, è quella sola accolta da quei geologi, siano dessi ebrei, cattolici o protestanti, i quali amano di conciliare colle loro credenze religiose le risultanze degli studi della geologia. Ond'è che molte questioni sono trattate in modo dogmatico, portando a conoscenza dei lettori alcuni fatti che danno aspetto speciale alla questione, ed omettendone molti altri più o meno contrarii. E per citare un esempio, lo studio della genesi del granito, questione oscura e complessa alla quale il Jervis fa particolare accenno, è fra quelle appunto che appaiono meno completamente trattate. Anche il cenno bibliografico del Jervis, anzichè una rivista critico-scientifica di tutto il libro del Prestwich, è piuttosto l'esposizione di alcuni fatti della geologia stati interpretati con vedute particolari.

(Nota della Direzione).

od arcaiche quali sono ora, e le quali rocce l'Autore ritiene rappresentare uno spessore di m. 6000 a m. 15000, quando si tiene conto del loro complesso. Egli rileva il fatto della grande uniformità di struttura del *gneiss* arcaico di tutti i paesi e come non vi si palesano indizi di conglomerati o frammenti di rocce d'altra natura, e giudica così che i materiali da cui fu formato provennero dalla decomposizione dei silicati di rocce preesistenti, riordinati sotto le influenze atmosferiche col concorso dell'umidità od anche dell'acqua. È certo che le rocce arcaiche inferiori non tardarono a subire l'azione del metamorfismo, giacché nei conglomerati Huroniani e Cambriani inferiori trovansi ciottoli e frammenti più o meno rotondati delle rocce più antiche ed aventi la struttura litologica che hanno attualmente gli schisti cristallini ed il *gneiss*. E siccome prima dell'era paleozoica queste rocce avevano talvolta subito l'effetto di contorsioni e plicazioni, è verosimile che il metamorfismo regionale prodotto dal lavoro meccanico risultantene possa aver supplementato il metamorfismo normale, come sappiamo che il metamorfismo regionale delle catene dei monti ha agito in luoghi dove è stato certamente preceduto dall'azione di un metamorfismo normale molto più remoto.

Scabroso oltre ogni dire è lo studio della genesi del granito, roccia cristallina per eccellenza, la cui intrusione allo stato di vene, talvolta sottilissime, nelle rocce in contatto col medesimo, è evidenza di plasticità, così si fu condotti alla conclusione della sua fluidità ignea originale, e queste vedute sono tuttora mantenute da molti geologi, benché notevolmente modificate. In questi ultimi anni acquista terreno l'opinione, essere il granito una roccia metamorfica, con questa differenza che, mentre alcuni mantengono che è esclusivamente metamorfica, altri considerano esserci dei graniti di origine ignea e dei graniti metamorfici.

Vi sono delle forme particolari della silice, notamente con abito globulare speciale, come pure certi cristalli tabulari detti Tridimite, riscontrate quella in certi porfidi, questi in una Trachite del Drachenfels, che sono assolutamente sconosciute nei graniti. Dall'altra parte i cristalli comuni di quarzo si trovano, nonchè nel granito, nei filoni metalliferi in vene, geodi, isolati, come pure nelle arenarie sedimentarie inalterate, in mezzo al gesso del Trias, e nella fuocaccia dell'epoca cretacea — rocce di origine acqua per eccellenza ed evidentemente formate sotto condizioni di temperatura e pressione ordinaria. Lo studio dei fenomeni fisici presentati da certi minerali esclude la possibilità di una fusione ignea del granito in mezzo al quale essi si riscontrano. Per esempio, l'Allanite, la Gadolinite, l'Ortite, la Pirortite posseggono una fosforescenza che perdono se sottoposti ad alta temperatura; i parimenti le proprietà ottiche della Cimofane, della Brookite e di taluni feldspati sono modificati dalla stessa causa. Il Favre rileva che l'amatista rinvenuto entro il granito delle Alpi contiene una sostanza volatile, che perde sotto l'azione del calore, e che il quarzo racchiude sovente dei minerali eminentemente fusibili, quali il molibdato di piombo, il solfuro di antimonio ed altri. Non solo i minerali costituenti del granito, della sienite, del *gneiss*, ecc., contengono dell'acqua, al contrario della lava, del basalto, dell'ossidiana, ecc., ma i minerali accidentali riscontrati nel granito contengono dell'acqua in proporzioni ancora più ricche. La tormalina, il talco, l'orniblanda ne contengono sino al 5 0/0. Dall'altra parte non esistono nel granito, né nelle rocce associatevi, quelle inclusioni vitree caratteristiche delle rocce vulcaniche.

Notevole è la tavola comparativa degli strati sedimentari nei diversi paesi, ciascuno dei quali occupa una colonna separata, e le considerazioni sull'incertezza del sincronismo. Nella correlazione delle diverse formazioni si avverta di non confondere il *parallelismo* con sincronismo, di riguardarlo piuttosto nel senso di relazioni omotassiali tra i gruppi. L'identità della specie in formazioni di regioni tra loro distanti sembrerebbe implicare, anziché sincronismo, una differenza di età bastante per aver permesso la migrazione della specie in parola alla sua nuova abitazione. Per esempio: le *Cicadee* paleozoiche dell'Australia, che presentano relazioni intime colla flora mesozoica dell'Europa. Nella colonna dedicata alle rocce dell'Italia è affermato non esistervi alcuna roccia pretriasica a mezzogiorno della Lombardia, errore deplorevole, che vorremmo vedere cancellato in un'ulteriore edizione di questa importante opera. Nella quale vediamo con soddisfazione la parte importante attribuita alle rocce arcaiche o prepaleozoiche delle Alpi, della Francia, della Germania e della Gran Bretagna, delle Indie, ecc. Annettiamo un interesse speciale agli studi di Hicks sulle rocce di questa epoca nel paese di Galles, in ciò che ci sembrano essere l'esatto equivalente cronologico e litologico delle rocce delle Alpi occidentali, studiate da Gerlach e Gastaldi. Non meno importanti sono gli studi delle rocce prepaleozoiche dell'America Settentrionale fatto da Logan e Sterry Hunt. A tutti questi scienziati nominati spetta il merito di averci rivelato l'esistenza di rocce sedimentarie metamorfiche con spessore complessivo di molte migliaia di metri sotto il gruppo paleozoico.

Prima di metter punto a questo articolo, rileviamo l'importante fatto annunziato dell'assenza di vero contatto intrusivo tra le rocce arcaiche e cambriane del paese di Galles, ove gli spostamenti cui quelle furono sottoposte vennero interpretati come intrusioni di roccia ignea, e solo da pochi anni si poté addivenire alla vera soluzione. Inoltre, i

conglomerati alla base della serie cambriana sono ivi costituiti in notevole proporzione di ciottoli derivati dalle rocce cristalline arcaiche. Lo spaccato geologico del Gottardo, fatto da Stapf in occasione del gran traforo ferroviario, conferma l'esistenza di numerosi, imponenti, spostamenti nelle rocce di questo gruppo, e consigliamo ogni prudenza ai geologi che hanno da fare colle rocce antichissime non confondere gli spostamenti con intrusioni, che forse non esistono.

Torino, 12 marzo 1889.

GUGLIELMO JERVIS.

II.

GIUSEPPE ORLANDI. — *Manuale e tavole di celerimensura*. — Op. in 16° di 1100 pagine. — Ulrico Hoepli, Milano, 1889. — Prezzo lire 18.

I principi indiscutibili della celerimensura di mano in mano che passarono nelle applicazioni per opera di valorosi che alle cognizioni teoriche precise accoppiavano il senso pratico indispensabile all'operatore, diventarono sempre più fecondi di ottimi risultati; gli inconvenienti inevitabili delle prime applicazioni andarono via via attenuandosi, eliminandosi con ingegnosità di metodi ogni di più perfezionati; e coloro che senza idee preconette sene occuparono coscienziosamente, sospinti dal desiderio o dal bisogno di far presto e bene, finirono per arrivare tanto nelle operazioni di campagna che in quelle di calcolo, a procedimenti pratici non meno rigorosi ed esatti di quelli dianzi adoperati, e che per altra parte conducono con semplicità e brevità di operazioni ad un risultato economico.

La celerimensura incominciò a mostrare i suoi massimi pregi, applicata convenientemente allo studio di progetti di strade e canali, ossia in quei lavori nei quali col rilevamento planimetrico deve andare di conserva lo studio altimetrico del terreno. Ma non tardarono a venire sperimentate e comprovate le qualità e le attitudini della celerimensura anche nei rilievi di semplice planimetria, come nelle operazioni di catasto.

A facilitare l'impiego dei metodi di celerimensura ha contribuito non poco la compilazione delle cosiddette tavole tacheometriche, ottime fra tutte quelle dell'ing. Vincenzo Soldati che i lettori dell'*Ingegneria* conoscono da tempo.

Le tavole tacheometriche che l'ing. Giuseppe Orlandi ha ora pubblicate hanno sulle precedenti alcuni notevoli vantaggi e primo tra di essi, di essere quasi tascabili, epperò di comodo uso, essendo il libro nel formato del sedicesimo, e le 500 tavole essendo tuttavia ben distinte e di facile lettura.

In generale tutte le tavole tacheometriche state pubblicate precedentemente miravano specialmente alle esigenze altimetriche, ed avevano assai meno sviluppate che oggidì non convenisse le tavole delle coordinate.

Nelle tavole stesse dell'ing. Soldati i valori della distanza ridotta all'orizzonte e del dislivello sono dati direttamente per variazioni angolari di 10 primi, e lineari di 1 metro, mentre per le coordinate la variazione angolare si mantiene ancora di 10 primi, ma quella lineare è di 10 metri, epperò tutta la serie di questa seconda parte si compone di sole 50 tavole.

Nel *Manuale* dell'ing. Orlandi le esigenze altimetriche e le planimetriche sono egualmente soddisfatte; le tavole delle coordinate e sono in numero di 500, calcolate per distanze succedentisi di metro in metro, da 1 a 399 e per azimut variabili di 10 in 10 primi.

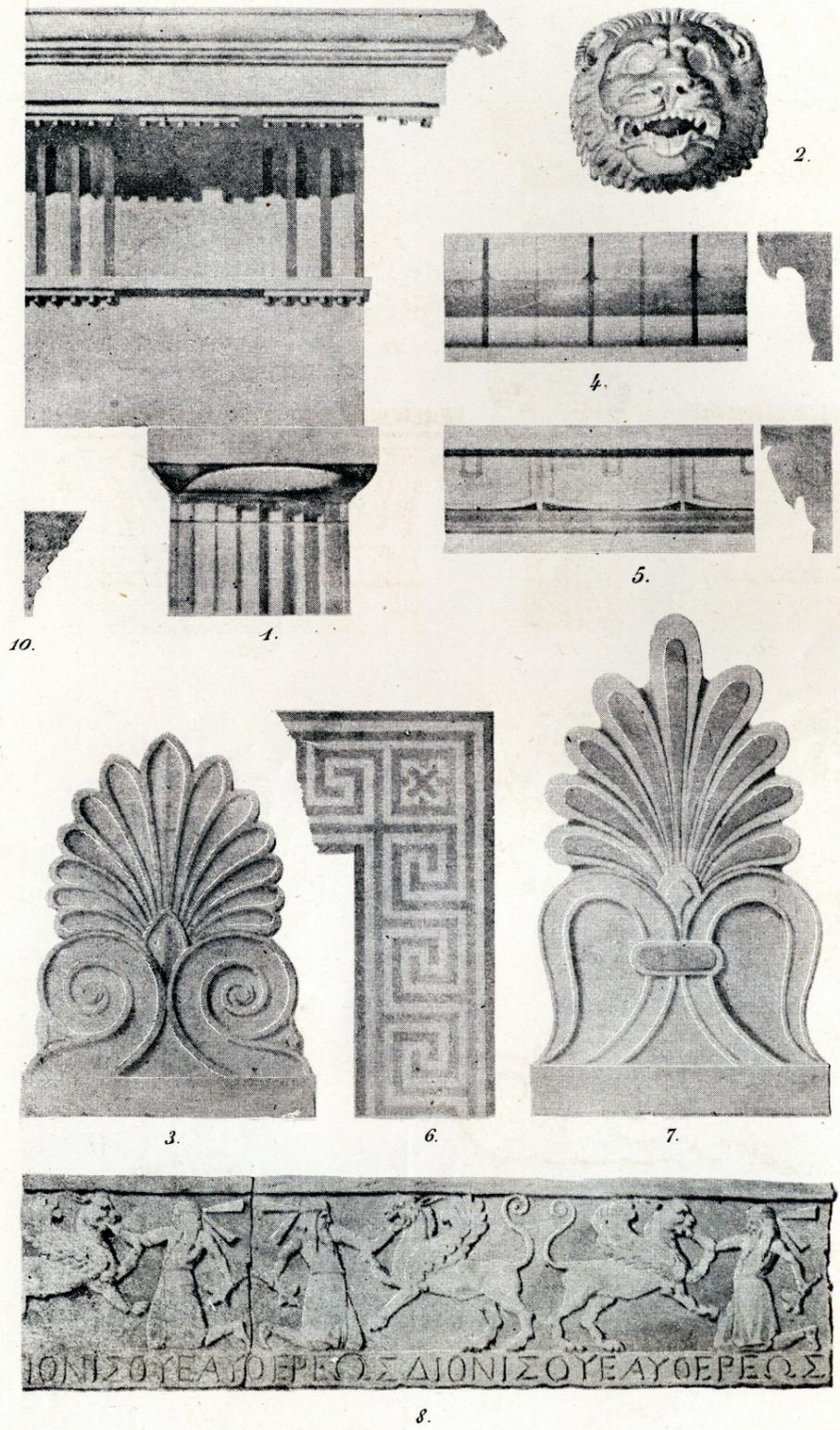
Inoltre mercè di una trasformazione semplicissima delle formole determinatrici della distanza orizzontale D e dell'altezza Z fra due punti le medesime tavole somministrano pure i valori delle dette due quantità, e col notevole vantaggio che la variazione angolare si riduce per esse a 5 primi. E così per tutti i punti di dettaglio, che costituiscono l'immensa maggioranza dei punti da determinarsi, si può con tutta sicurezza trascurare affatto l'interpolazione, ciò che colle tavole del Soldati non sarebbe permesso. Ed anche per quei pochi punti per i quali la interpolazione fosse richiesta, dessa è resa facile e spedita da un quadro che si trova in fine del *Manuale*. Infine la maggiore estensione data alla determinazione delle coordinate, decupla di quella delle tavole Soldati, facilita ed abbrevia il calcolo delle aree, comunque si faccia, o per coordinate polari, o per coordinate ortogonali.

A tutti questi vantaggi quello ancora si aggiunge che le 500 tavole sono state aggiustate in veramente piccolo volume, e che un ottimo memoriale pratico di celerimensura contiene in meno di 100 pagine quanto può essere necessario all'operatore: teoria, rettifiche degli strumenti, registri, metodi, spiegazione ed uso delle tavole, esempi numerici di triangolazione topografica, di poligonazioni, e di misura delle aree.

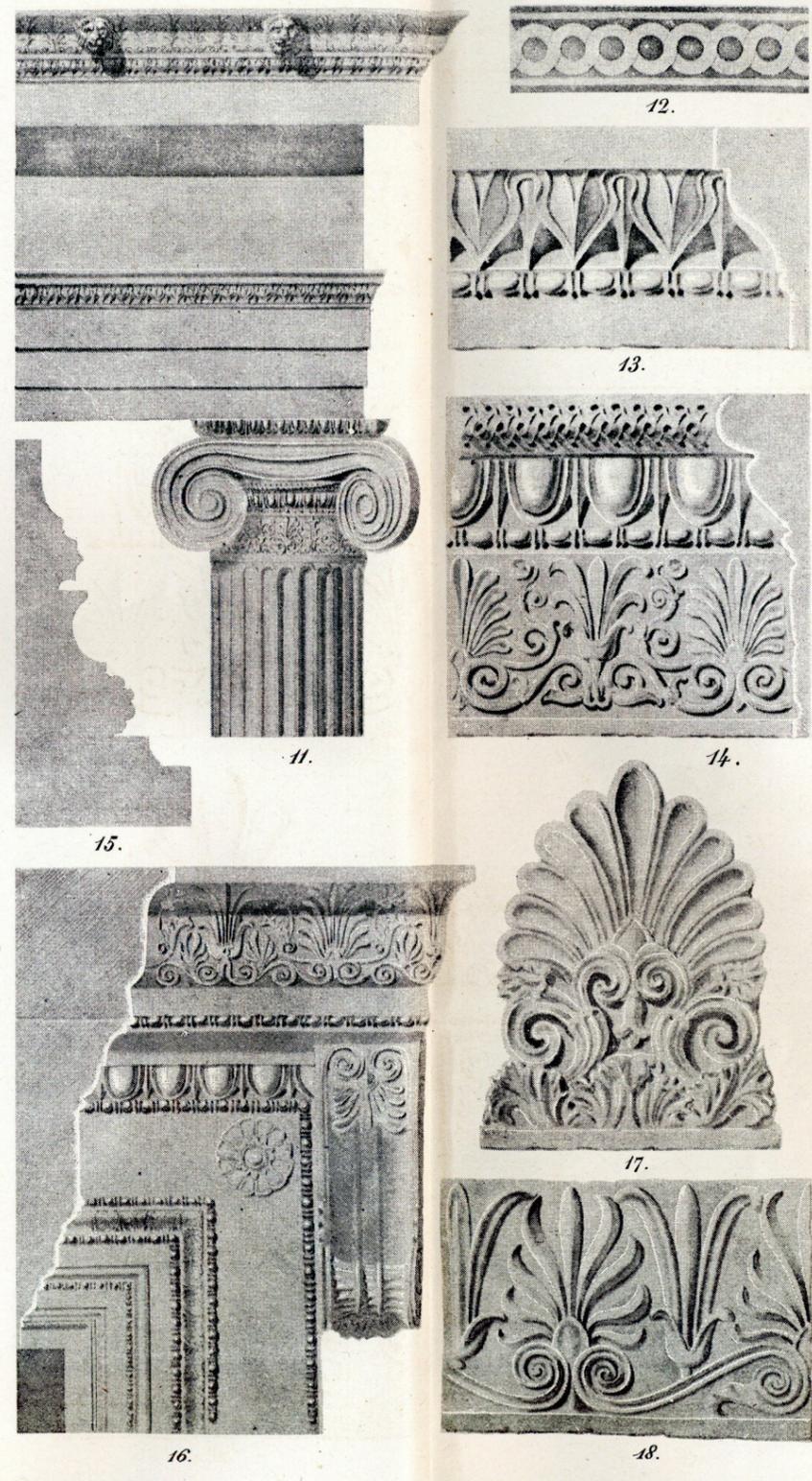
L'ing. Orlandi, e l'editore sig. Hoepli hanno fatto un ottimo *Manuale*, che non tarderà a trovarsi nella cassetta dello strumento di tutti gli operatori, come sul tavolo dei calcolatori. Esso risponde ad un bisogno veramente sentito, e merita a parer nostro ogni maggiore elogio. Anche il prezzo del libro rimase in limiti lodevolissimi, e siamo certi che la meritata diffusione del libro compenserà largamente all'autore ed all'editore le fatiche durate nell'improbabile lavoro, ed il sacrificio della spesa.

G. S.

EPOCA I^a ORDINE DORICO



EPOCA II^a ORDINE JONICO



EPOCA III^a ORDINE CORINZIO

