

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

PRIMA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI ARTE DECORATIVA MODERNA

apertasi in Torino nel 1902

L'INGRESSO PRINCIPALE

(Veggasi la Tavola VII)

Lo spazio del *Valentino* appartenente alla attuale Esposizione, ove si eccettui un tratto all'angolo dei corsi Dante e Massimo d'Azeglio, occupato dalle proprietà Peracca, dalla nuova Fabbrica Italiana di Automobili e da un incolto piazzale, corrisponde presso a poco a quello usufruito per la Esposizione Nazionale del 1898, astrazione fatta per l'area attinente la Sezione Arte Sacra. E lo steccato di cinta, come può vedersi dalla planimetria generale (Tav. VI) distribuita nel precedente fascicolo, è stato collocato, si può dire, sugli stessi confini di allora, cogli ingressi nelle identiche località. Sola variante notevole è l'aggiunta, per una lunghezza di 660 metri, di una chiusura verso il Po, fatta con reti metalliche sostenute da intelaiature di legno.

Questa chiusura, mentre ha facilitato il servizio di sorveglianza dalla parte del fiume, ha potuto permettere di tagliar fuori ogni sera il villaggio medioevale, in modo che i suoi abitanti servendosi di un viottolo lungo la scarpa del fiume, possono a qualunque ora della notte uscire liberamente o tornare alle loro case.

Le maglie della rete metallica (filo zincato del diametro di mm. 2,5) hanno larghezza di centim. 5 e la visuale non resta per nulla intercettata.

Lo steccato in legname formante chiusura dalle altre tre parti fu progettato dall'arch. R. D'Aronco. Nella fig. 49, ne

riportiamo un tratto abbastanza lungo per far capire come l'architetto abbia cercato di renderlo meno monotono ed il più vario possibile, pur facendo naturalmente dell'arte nuova anche nella cinta.

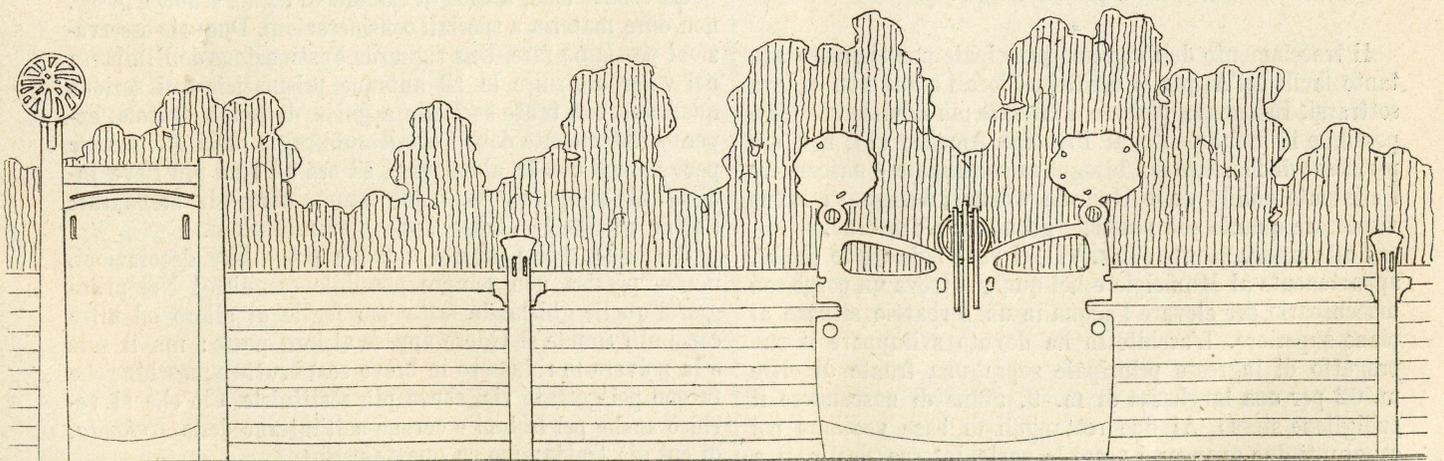
L'Impresa introdusse poi qualche modificazione, rendendo più semplice il compito suo e minore lo spreco di legname. Del tinteggio furono fatti diversi esperimenti: poi si finì per eseguirlo in fretta e maluceio durante le piogge. Ogni campata venne riquadrata, dovendo l'intera cinta tanto dalla parte esterna che dalla interna essere concessa in appalto ad una Casa di affissioni-*réclame*, come appunto nel 1898.

*

E l'ingresso principale troviamo di nuovo sull'asse del corso Raffaello, audace e vistoso in sommo grado. Fu disegnato dall'arch. D'Aronco, che vincendo qualche titubanza del Comitato al riguardo, insistette nel volerne la costruzione, non concedendo che poche varianti sul primo acquerello di massima. Nella Tavola VII presentiamo ai lettori la pianta e l'elevazione geometrica, verso il corso Massimo d'Azeglio, di questo ingresso e della sua cancellata.

Che stile è? A questa domanda nessuno ha risposto con sicurezza. I più se la cavano con la frase vaga e generica di stile orientale, altri veggono dell'egizio e la personificazione di due sfingi, alcuni parlano di giapponese; i caricaturisti vi hanno trovato la stilizzazione delle trappole dei sorci, dei cappelli da estate e perfino delle scarpe gialle di Gilardini...

Un critico autorevole, V. Pica, in una sua pregiata rassegna, dopo aver detto che gli edifici del D'Aronco al *Valentino* « appaiono evidentemente suggeriti, come costruzione e come decorazione, alla *Wagner Schule* di Vienna, dal più avvenirista, cioè, dei gruppi di artisti », trova l'in-



1:100.

Fig. 49. — Steccato di cinta in legname. Arch. R. D'Aronco. 1:100.

gresso principale « assai piacevole all'occhio per la sagoma di un carattere assiro, abilmente modernizzato e nella vivacità allegra della generale colorazione ».

Non ci preoccupiamo dunque dello stile, ma vediamo piuttosto, col sussidio di un piccolo schizzo, tratto da fotografia (fig. 50), fino a che punto hanno ragione quelli che

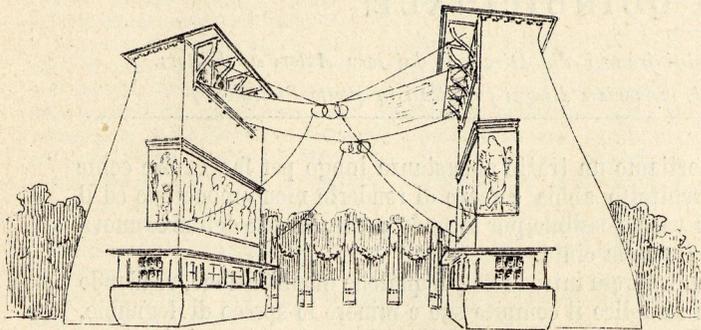


Fig. 50. — Schizzo dell'ingresso dell'Esposizione di Darmstadt. Prof. J. Olbrich.

hanno voluto vedere nell'ingresso attuale una derivazione diretta dall'ingresso per l'Esposizione di Darmstadt (1901) di Giuseppe Olbrich, cioè del più spiccato rappresentante della scuola di Otto Wagner; quella scuola che « si è spinta molto, se non addirittura troppo oltre nella ricerca del nuovo, dell'inusitato ed anche dello strano, specie per quanto riguarda la decorazione, sovente di una vivezza chiassosa di colori e di una sovrabbondanza d'ornamenti floreali e figurativi alquanto intemperante e sarei quasi per dire barbarica ».

Questo però è preciso, che l'architetto D'Aronco ha affermato di avere disegnato l'edificio dell'ingresso principale senza avere alcuna conoscenza di quello dell'Olbrich e dobbiamo credergli.

Una cosa non possiamo capire, ed è come certi pubblicisti si siano affannati a voler dimostrare che l'architetto della nostra Esposizione, pure ispirandosi alle tendenze dell'arte nuova, abbia saputo restare italiano. Il Pica stesso, per citarlo ancora una volta, confida che il D'Aronco « in una prossima occasione, potendo lavorare con maggiore ponderazione, farà di sicuro assai meglio ed assai più: saprà essere più equilibrato nella costruzione e più sobrio nell'ornamentazione e, pur facendo la sua parte allo spirito cosmopolita, si sforzerà di essere più originale, rimanendo nell'ideazione e nella fattura più italiano ».

*

Il tracciamento dell'ingresso principale non si presentava tanto facile all'A. per le condizioni locali a cui non poteva sottrarsi. Bisognava pensare a lasciare più in vista che fosse possibile il monumento al Principe Amedeo (1); non era permesso di demolire ma bisognava contornare e nascondere l'esistente *chalet* delle Guardie urbane; bisognava infine rispettare quanto più possibile gli alberi all'intorno.

Sulla nostra pianta (Tav. VII) si vede indicato lo *chalet*, appartenente al Municipio e nel quale si trova un pozzo con macchinario per elevare l'acqua in un serbatoio situato al piano superiore. L'architetto ha dovuto sviluppare il suo progetto di ingresso principale sopra una fronte di oltre m. 62 per una larghezza di m. 9, affine di nascondere il padiglione stesso. Ai due rettangoli di base vediamo poi congiunti due avancorpi verso la parte interna destinati a

(1) Solennemente inaugurato il 7 maggio u. s., tre giorni prima dell'apertura dell'Esposizione di Arte Decorativa.

sostenere le antenne porta-stendardi. Questi piedestalli abbiamo anche sul dinnanzi, cioè verso il corso Massimo d'Azeglio, ma quasi isolati, non essendo in comunicazione col corpo degli edifici principali che mediante una parete lunga m. 6,50, portante una vetrata o finestrone nella parte superiore, destinata a far supporre che dietro la parete vi siano ambienti.

La destinazione dei locali ricavati negli edifici dell'ingresso è indicata nella Tavola. Il fabbricato di sinistra è tutto occupato dalle Guardie: è a due piani anche la parte nuova ed il piano superiore trovasi in comunicazione colla parte preesistente a mezzo di una passerella attraverso il minuscolo cortiletto, che dovette lasciarsi interposto.

All'atto pratico della costruzione fu necessario demolire il tetto del *chalet* e si rinunziò ad una delle finestruole, che il D'Aronco preferì di abolire, sacrificando alla simmetria, quando altri osservava che potevasi facilmente farsi finta.

Dalla parte destra hanno trovato posto il servizio per il pubblico di posta e telegrafo, quello di assistenza medica ed il telefono.

Nella parte di mezzo il cancello, lungo m. 24, fu lasciato piuttosto basso. È di legno con cerchi di ferro. Sono pure di ferro i tripodi che lo scompartiscono in tre campate eguali sorreggendo un globo elettrico. A causa della visuale del monumento equestre (situato sull'asse dell'ingresso a distanza di circa 35 metri) il tendone, semplicissimo, largo m. 5, che malamente difende il passaggio, sia dal sole, sia dalla pioggia, è privo di frangie e decorazioni.

Sulla pianta sonosi tracciati anche i *tourniquets*: la parte centrale è riservata all'uscita del pubblico ed al passaggio delle vetture.

L'Ufficio Tecnico non si oppose a che fossero addossate due basse e non visibili tettoie nel vano risultante dietro i basamenti anteriori dei gonfaloni. Una serve per rimessa di velocipedi, con ingresso dal Corso; l'altra è un magazzino per gli elettricisti.

*

Siccome la nostra Tavola è una semplice elevazione geometrica, crediamo conveniente accompagnarla con una foto-incisione tratta da fotografia (fig. 51), ove certi particolari meglio si comprendono e si vede altresì il fianco. È una veduta prospettica della parte interna. In essa manca lo stendardo e la figura femminile allegorica che deve decorare il centro del sottostante basamento. Si consideri come non esistente il basso steccato bianco che servì temporariamente per sostegno e deposito di biciclette.

La costruzione, a base di castelli di legno, stuoie e gesso, non offre materia a speciali considerazioni. Due sole osservazioni possiamo fare. Una riguarda l'ostinazione dell'Impresa nel voler costruire le 12 antenne prismatiche, di sezione quadrata, con tante assicelle a guisa di lunga scatola, epperò siffattamente deboli che il nubifragio della *Pentecoste* poco mancò non le abbattesse, ed ora ad ogni più lieve indizio di temporale si fanno ammainare gli stendardi: l'altra riflette le corone appese ai mensoloni.

Col lapis ed il pennello è facile progettare decorazioni, ma in pratica non sempre possibile eseguirle! Nei primi giorni quelle ghirlande fatte con foglie di alloro od altre consimili fronde si videro appese al loro posto: ma il sole e la polvere le ridussero in breve così brutte e meschine che furono poi gettate via, senza più sostituirle. Ciò che si verificò anche pei festoni e corone nell'interno della *Rotonda*, di cui già trattammo su queste pagine.

Un altro appunto, da altri rilevato, crediamo invece doveroso combattere per rendere all'architetto la giustizia dovuta.



Fig. 51. — Veduta prospettica, dall'interno verso l'esterno, di uno degli edifici dell'ingresso principale.

Si è lamentato adesso, come si era lamentato nel 1884 che gli ingressi fossero generalmente troppo distanti dalle gallerie, cosa molesta nelle ore di pioggia o di sole. Ad onor del vero, dunque dobbiamo notare come sulle planimetrie ufficiali trovisi tracciato un ingresso secondario, a circa 160 metri a monte dell'ingresso principale, quasi sull'asse della via Donizetti, il quale, formando una specie di esedra, si sarebbe schiuso a soli m. 10 di distanza dalla sala d'angolo della Galleria francese. Dicesi che il Comitato Amministrativo, per risparmio di personale, abbia creduto conveniente fare a meno di questo passaggio che sarebbe stato comodo ed opportuno.

*

L'ingresso principale, povero di linee architettoniche, deve tutto il suo effetto e la sua importanza alla intensa e vivace coloritura, così che colpisce, forse anche troppo! l'occhio di chi si reca all'Esposizione. Ma tale è l'ufficio di

un ingresso in queste circostanze e lo scopo può dirsi raggiunto. Veramente non si potrebbe asserire che quelle arroganti masse di colore stuonino col paesaggio e nuocciano al vicino e grandioso monumento di D. Calandra; anzi formano non disdicevole cornice al panorama bellissimo che si gode in quel punto. Del resto, dovendo preparare lo stomaco ad inghiottire poi tante cose strane e curiose che la Mostra riserba nel nuovo stile, non è fuori luogo, ci si passi il traslato, una prima ghiottoneria nel genere.

La massa generale è giallo vivo (colori ad olio). La cresta, formata da borchie cave e dentellate come sproni volti al cielo, è bianca e azzurra, così pure le borchie decrescenti lungo il dorso dei due edifici ed il grosso bottone sporgente. Sono bianche le porte, le finestre, le leggende col saluto *Salve* (piuttosto antiquato ma meno compromettente della leggenda progettata *Ars nova*) e quelle linee curve intrecciantisi, di cui lo stile moderno fa così largo uso, e che qui

noi compareremo a redini abbandonate sul collo, pensando alla sbrigliata fantasia dell'autore.

I tettucci sono rossi e così i relativi mensoloni a trafori. Rosse pure le aste dei gonfaloni. Il massiccio dei piedestalli è verde con scacchiere nere. Verde brillante a contorni dorati su fondo nero, le corone che si intrecciano nel bellissimo fregio adombrato dalle falde sporgenti del caratteristico tetto. Queste, sulla faccia inferiore, sono scompartite a piccoli cassettoni con borchie in rilievo, alternate. Il fondo degli scomparti è verde, le divisioni rosse, i rosoni bianchi con strie azzurre e centro dorato.

Altre rose stilizzate, gialle e verdi, adornano la cimasa dei piloni porta-stendardo. Questi hanno il fondo di velluto avana-scuro con frangie d'oro e le sartie gialle. In uno campeggia il toro rampante, su fondo azzurro; nell'altro è disposto verticalmente il vessillo nazionale. Alla base, dipinte su tela a finto mosaico in campo d'oro, stanno altrettante fanciulle *liberty* recanti fiori o in atto di adornarsene le chiome. Le solcature ondulate che circondano inferiormente l'ingresso sono a fondo verde seminate a quadretti alternati bianchi e neri. Bianchi sono anche i tre listelli in isporto presso le leggende *Salve*. Rossi gli uscuioli, ornati con cerchi e listelli di rapporto, incolore tutte le vetrate grandi e piccole.

Il cancello ha le bacchette verdi, i cerchioni gialli, i candelabri neri e così lo zoccolo e la fascia a corda molle, superiore, ove sono intagliati dei trafori.

Gli angoli del piazzale d'ingresso sono occupati da due aiuole con arbusti, con bordo e zoccolo in muratura.

L'ingresso sul piazzale del Valentino e così quello presso il ponte Isabella, figli cadetti di uno stesso papà, non hanno notevoli pregi, nè franca la spesa illustrarli. Per l'entrata vicina alla Società dei Canottieri, dalla parte del Po e del Castello Medioevale, aveva preparato il disegno l'architetto A. Rigotti, ma il Comitato credette potersi fare a meno di ordinarne la costruzione.

A. FRIZZI.

GEOMETRIA PRATICA

PROPOSTA DI UN NUOVO TIPO DI LIVELLO A CANNOCCHIALE ATTO AD ELIMINARE QUALSIASI ERRORE STRUMENTALE (1).

I.

1. — Allorchè devesi rilevare il profilo longitudinale di una strada o di un canale da progettare in terreni accidentati di collina o di montagna, è di molta importanza la scelta di uno strumento il quale si presti in modo facile, spedito e sicuro a raggiungerne lo scopo.

Per quanto si riferisce al rilevamento planimetrico, il metodo più spiccio è quello della celerimensura, applicato sia con gli ordinari tacheometri, oppure con i più noti strumenti speciali di celerimensura.

Però le operazioni di celerimensura vanno sempre accompagnate da una buona livellazione fatta con apposito livello a cannocchiale, onde ottenere in modo esatto la quota di ciascuna stazione tacheometrica.

I livelli a cannocchiale possono presentarsi sotto varie forme, ed il modo di adoperarli nelle operazioni pratiche varia a seconda dello strumento che si adopera e del metodo scelto per eseguire la livellazione.

Per quanto si riferisce al *metodo*, è noto che in pratica si cerca sempre di applicare quello cosiddetto per *equidistanza*

(detto anche *metodo dal mezzo*), operando, cioè, in modo che i punti scelti fra la battuta e controbattuta siano ugualmente distanti da ciascuna stazione. Per non frapporre poi che brevissimo tempo dalle due letture, è utile operare con due stadii, praticando le letture intermedie, se occorrono, dopo eseguite le estreme corrispondenti a ciascuna stazione. Quando il terreno permette di procedere con questo metodo, qualunque sia il tipo di livello adottato, corrisponde bene allo scopo, purchè la sensibilità della bolla della livella annessa allo strumento sia conveniente; e siccome fra i molti tipi di livelli il più semplice è il cosiddetto *inglese*, a cannocchiale fisso e livella fissa, così si spiega perchè presso i pratici sono molto in uso i livelli di questo tipo.

2. — Quando però non sia possibile procedere nel modo sopra accennato, il che succede appunto soventissimo nello studio dei tracciati in collina ed in montagna, i livelli a cannocchiale fisso e livella fissa sono *assolutamente* i più irrazionali fra i vari tipi noti di livelli, perchè non offrono garanzia di sufficiente esattezza.

Infatti, volendo eseguire una livellazione con un livello a cannocchiale fisso e livella fissa, nell'ipotesi che non si possa procedere per *equidistanze*, è assolutamente necessario correggere dapprima lo strumento con molto scrupolo. A tal fine si centra dapprima la bolla della livella, si rende verticale l'asse di rotazione dell'alidada, e poscia, applicando il noto metodo della *livellazione reciproca*, si rende l'asse ottico del cannocchiale parallelo all'asse della livella. E' pur noto che la livellazione reciproca deve essere eseguita alla massima distanza alla quale è possibile leggere distintamente sulla stadia (non oltre i 100 metri).

Fatte queste correzioni, l'asse ottico del cannocchiale sarà bensì orizzontale a bolla centrata, e si potrà eseguire una livellazione composta anche col metodo *da un estremo* colla sicurezza di ottenere buoni risultati, purchè si abbia cura di non toccare, per tutta la durata dell'operazione, la vite che sposta il tubo porta-oculare.

La pratica però insegna che in terreni accidentati non è possibile procedere sempre con questa norma, e voler mantenere costante la distanza delle battute è un vincolo che porta maggiori sofferenze di quanto si verifica applicando il metodo *dal mezzo*. Si è quindi costretti fare le successive battute a distanze variabili, per il che si deve manovrare la vite che sposta il tubo porta-oculare, affinchè il piano del reticolo risulti coincidente col piano dell'immagine della stadia. In causa di questo scorrimento del tubo porta-oculare non si è sicuri che l'asse ottico si conservi costantemente parallelo all'asse della livella, od almeno si mantenga, a bolla centrata, sopra un piano orizzontale. Anzi, da esperienze eseguite in proposito sopra livelli appartenenti a questa categoria e di costruttori rinomati, risulta che effettivamente l'asse ottico si sposta di quantità considerevoli dalla posizione orizzontale allorchè si fanno battute a distanze variabili, e l'errore è tanto più sensibile quanto più lo strumento ha già parecchi anni d'uso.

Nè vale scusare questo inconveniente col dire che appunto quando si fa uso dello scorrimento del tubo oculare si è per collimare a punti più vicini della distanza alla quale si fece la livellazione reciproca di correzione, onde se da una parte l'errore angularmente cresce coll'allungamento di pochi centimetri del cannocchiale, dall'altra, l'effetto, in misura assoluta, sulla posizione del punto battuto, diventa sempre minore.

Il fatto solo che l'asse ottico non si conserva orizzontale, nè si è certi che ritorni tale quando si ribattono punti distanti, è la condanna dello strumento, specialmente quando lo spostamento del tubo oculare avviene, come si verifica generalmente in pratica, mediante rocchetti che sviluppano forze inclinate all'orizzonte.

Ed il peggio si è che l'operatore non ha modo di accorgersi di questi dannosi spostamenti se non rifacendo nuovamente la livellazione reciproca per differenti distanze, e non ha poi nessun modo di correggere strumentalmente l'errore che proviene dallo spostamento del tubo oculare.

(1) Dagli « Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino », Adunanza del 9 febbraio 1902.

E notisi che qualche volta non basta essere garantiti del buon esito di una livellazione longitudinale solo pel fatto che i risultati fra l'*andata* ed il *ritorno* si corrispondono, perchè in terreni accidentati l'*andata* ed il *ritorno* avviene generalmente lungo la stessa linea, battendo presso a poco agli stessi punti, perciò le stesse cause d'errore si possono riprodurre nei due sensi della livellazione.

3. — Come conseguenza dei livelli a cannocchiale fisso e livella fissa possiamo citare quelli muniti di vite di elevazione costruiti dallo *Starke*. Questi livelli, di maneggio molto più semplice dei precedenti, non vanno però esenti dall'inconveniente capitale dei livelli prima considerati, perciò stanno anche per essi le osservazioni fatte precedentemente.

L'operatore che eseguisce una livellazione longitudinale in montagna con un livello a cannocchiale fisso e livella fissa è perciò in continua apprensione, perchè deve fidarsi esclusivamente della perfetta costruzione meccanica dello strumento.

4. — Si è appunto per l'inconveniente sopra ricordato che i pratici idearono diversi tipi di livelli a cannocchiale mobile con livella fissa o mobile, quali sono i livelli tipo *Egault* e *Lenoir*, che sono, in generale, più d'ogni altro adoperati nella pratica corrente. Questi livelli, mediante una doppia lettura, eliminano i principali errori strumentali, ma richiedono molta cura nell'inversione e nella rotazione del cannocchiale, il che è causa di guasti ai sostegni e collari del cannocchiale, inoltre presentano un'altra causa d'errore, che non si verifica per i livelli prima considerati, ed è quella che proviene da una possibile disuguaglianza dei diametri dei collari o prismi d'appoggio del cannocchiale.

Reputiamo inutile prendere qui in esame tutti gli altri tipi di livelli proposti, come, ad esempio, i livelli a cannocchiale mobile e livella fissa al cannocchiale; quelli a cannocchiale mobile e livella mobile, tipo *Barthélemy* (usato in Francia ed in Italia per le livellazioni di precisione); tipo che lo scrivente ebbe già a dichiarare essere, fra tutti, il migliore anche per operazioni correnti.

Come pure non è il caso di spendere parola sui livelli speciali proposti allo scopo di eliminare gli effetti di una residua disuguaglianza nel diametro dei collari, quali sono, ad esempio, i livelli con livella a doppia graduazione, il livello a compensazione di *Breithaupt* e quello di *Brito-Limpo*.

Questi livelli, per la loro complicazione o per il loro costo, non entrarono nella pratica corrente. Di essi, il più semplice è quello con livello a doppia graduazione, ma occorre che i due assi della livella siano paralleli, il che deve essere garantito dal costruttore; perciò in questi livelli svanisce apparentemente ogni preoccupazione per il possibile errore dovuto a disuguaglianza dei collari, ma ne subentra un'altra per una possibile insufficienza di parallelismo degli assi della livella a doppia graduazione, cosicchè la causa d'errore non fa che cambiar sede: se per essi si deve ammettere che il costruttore abbia ben fatta la livella a doppia graduazione, tanto vale ammettere che abbia ben torniti i due collari in modo da ridurli di ugual diametro, il che riesce meccanicamente anche più facile. Notisi però che mediante una livella a doppia graduazione si può verificare se i collari sono di ugual diametro: essa offre, cioè, un metodo di verifica dei collari, ma anche per ciò si richiede una serie di operazioni molto delicate.

II.

5. — Scopo nostro si è di additare un nuovo tipo di livello, il quale risulti effettivamente pratico come lo sono i livelli a cannocchiale fisso e livella fissa, ma elimini l'inconveniente dovuto allo spostamento dell'asse ottico in causa dello scorrimento del tubo oculare, senza però introdurre altre cause d'errore, proprie a tutti gli ordinari livelli a cannocchiale mobile (disuguaglianza dei perni d'appoggio).

PRINCIPIO SUL QUALE È FONDATO IL NUOVO TIPO DI LIVELLO PROPOSTO.

6. — Supponiamo di avere un livello a cannocchiale non invertibile, ma che possa rotare facilmente intorno al proprio

asse meccanico, come si verifica pel cannocchiale del livello a compensazione di *Breithaupt*.

Fisse al cannocchiale si abbiano due livelle l, l_1 simmetriche al tubo del cannocchiale C e situate nello stesso piano verticale che passa per il suo asse meccanico, come indica la fig. 52, e le loro graduazioni siano capovolte l'una rispetto all'altra (*). L'istrumento sia munito di una vite di elevazione,

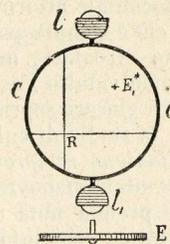


Fig. 52.

che indicheremo con E , la quale è in questo caso assolutamente indispensabile per raggiungere lo scopo che ci proponiamo.

Se supponiamo che gli assi delle due livelle l, l_1 siano paralleli fra loro e giacenti su di uno stesso piano coll'asse meccanico del cannocchiale, è chiaro che, comunque risulti situato l'asse ottico rispetto a quello meccanico, esso assumerà due posizioni simmetriche all'orizzontale allorchè il cannocchiale viene rotato di 180° intorno al proprio asse meccanico, e con la vite di elevazione E si centra, per ciascuna posizione del cannocchiale, la bolla della livella che risulta visibile. E ciò accadrà quand'anche i due collari, che supponiamo circolari, non siano uguali.

Cosicchè la media delle due letture fatte sulla stadia col cannocchiale nelle sue due posizioni a 180° equivale alla lettura che corrisponde alla bisettrice dell'angolo formato dalle due posizioni dell'asse meccanico del cannocchiale, e tale bisettrice risulta in ogni caso orizzontale.

Vediamo ora come si raggiungano facilmente le condizioni fin qui ammesse.

CORREZIONI GENERALI DEL LIVELLO PROPOSTO.

7. — Il livello proposto, rappresentato dalla fig. 53, si corregge nello stesso modo che si pratica per gli ordinari livelli a cannocchiale fisso e livella fissa muniti di vite di elevazione, e precisamente nel modo seguente:

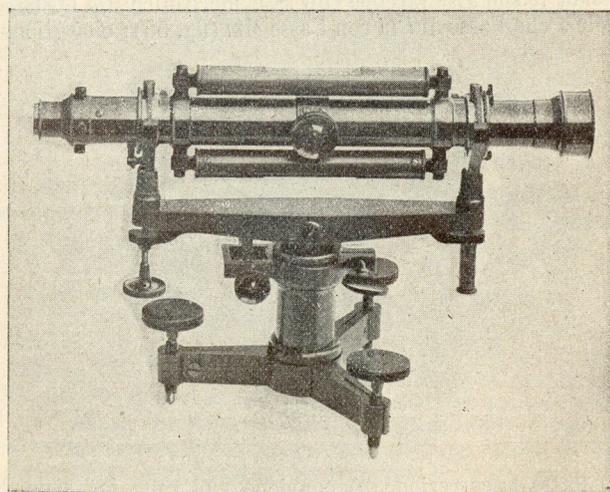


Fig. 53.

(*) Le due livelle potrebbero essere situate anche lateralmente al cannocchiale, cioè nello stesso piano orizzontale che passa per l'asse meccanico di esso cannocchiale, ma una tale disposizione riesce meno opportuna, perchè obbliga l'osservatore a spostarsi ora dall'una, ora dall'altra parte dello strumento per osservare la bolla di ciascuna livella.

a) Situato l'indice della vite di elevazione in posizione normale, si renda verticale l'asse VV' di rotazione dell'alidada mediante una delle due livelle, per esempio la l , manovrando unicamente le viti del basamento e la vite di elevazione E (*);

b) Situata una stadia alla distanza di circa 100 metri dallo strumento, si muovano le viti del reticolo in modo che l'asse ottico colpisca la stadia sempre nello stesso punto, comunque si rotoli il cannocchiale attorno al proprio asse meccanico. Come è noto, ciò è sempre possibile quand'anche i collari, che supponiamo circolari, non siano uguali. Con questa correzione abbiamo ridotto l'asse ottico e quello meccanico del cannocchiale a giacere sopra uno stesso piano;

c) Lasciando fissa la stadia di cui sopra, applicando il noto metodo della *livellazione reciproca* si renda l'asse ottico perfettamente orizzontale manovrando la vite E (e non quelle del reticolo); si prenda nota della lettura m , che si fa sulla stadia coll'asse ottico orizzontale, e si centri la bolla della livella l mediante le viti che correggono in altezza le sue braccia. Dopo ciò l'asse ottico Am (fig. 54) e l'asse della

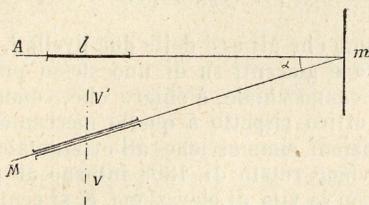


Fig. 54.

livella l stanno sopra due piani orizzontali, che per semplicità di ragionamento possiamo supporre coincidenti nel piano di traccia Am . Indichiamo con α l'angolo che questo piano forma coll'asse meccanico Mm del cannocchiale;

d) Rotato il cannocchiale di 180° intorno al proprio asse meccanico Mm , quest'ultimo conserverà ancora la sua posizione primitiva, e potremo accorgerci se nel movimento di rotazione si produsse qualche sforzo nocivo, osservando se la collimazione sulla stadia persiste su m , e se ciò non si verifica, basterà muovere di pochissimo la vite di elevazione finchè l'asse ottico ritorni sulla lettura m .

La livella l_1 sarà ora situata colla sua graduazione in alto, e se centrassimo la sua bolla mediante le proprie viti di correzione, il suo asse farebbe coll'asse meccanico Mm lo stesso angolo α che l'asse di l fa con l'asse Mm (fig. 55); cioè gli assi

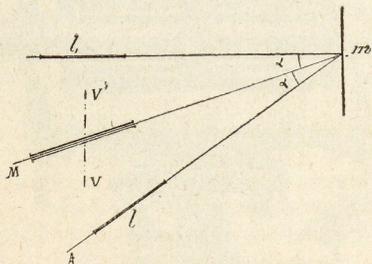


Fig. 55.

(*) Fatta la correzione (a), conviene, una volta per sempre, cullare di poco la livella ed osservare se la bolla si sposta sempre da una stessa parte dell'osservatore o si mantiene centrata: qualora si sposti ora da una parte, ora dall'altra, si muovano le viti laterali della livella finchè la bolla si sposti sempre da una stessa parte, oppure rimanga centrata: dopo ciò l'asse della livella giace nello stesso piano dell'asse di rotazione del cannocchiale, perchè è ridotto ad una generatrice del cono, oppure del cilindro, avente per asse l'asse stesso del tubo del cannocchiale.

delle due livelle l, l_1 in generale sarebbero ridotti ad essere le generatrici di uno stesso cono avente per asse quello meccanico Mm del cannocchiale.

Noi vogliamo però ridurci al caso di rendere paralleli fra loro i due assi di l ed l_1 , perciò:

e) Fatta nuovamente la livellazione reciproca in questa posizione del cannocchiale, servendoci della livella l_1 (senza toccare le viti del reticolo, ma soltanto quelle del basamento e la E), l'asse ottico si ridurrà nuovamente orizzontale, e sia esso An (fig. 56); centrando la bolla di l_1 colle viti che cor-

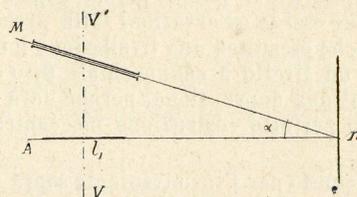


Fig. 56.

reggono le sue braccia in altezza, avremo reso l'asse di l_1 orizzontale, cioè esso giacerà in un piano parallelo al piano orizzontale che passa per An : per semplicità supponiamo questi due piani coincidenti con An (*).

Siamo così ridotti ad avere gli assi delle due livelle l ed l_1 paralleli fra loro, e per la correzione (α) di cullamento fatta alle due livelle, questi due assi stanno in uno stesso piano

(*) Effettivamente non occorre eseguire la doppia livellazione reciproca, perchè durante l'operazione c si possono, col'la massima facilità, prendere gli elementi occorrenti anche per la correzione e , di cui qui si tratta, rotando il cannocchiale e ripetendo per la livella l_1 ciò che si è fatto per la l . Infatti, supponiamo di situare il foro oculare del cannocchiale sulla verticale di un punto determinato B del terreno, mandiamo una stadia sopra un punto A che disti da B della massima distanza alla quale si può leggere distintamente su di esso col cannocchiale (all'incirca 100 metri) e fatte le correzioni a e b), diciamo: m_a la lettura fatta su di essa col cannocchiale a bolla l perfettamente centrata ed in riposo; m_a , quella fatta sulla stessa stadia col cannocchiale rotato intorno al proprio asse meccanico di 180° e colla bolla della livella l_1 perfettamente centrata ed in riposo; s_b l'altezza del foro oculare del cannocchiale sul punto A allorchè si fa la lettura m_a ; s'_b la detta altezza quando si fa la lettura m_{a_1} . Trasportato lo strumento sul punto A e la stadia su B, si facciano sulla stadia le letture m_b, m_{b_1} colle bolle di l ed l_1 centrate ed in riposo, e siano s_a, s'_a le rispettive altezze del foro oculare su B. Come è noto si ha:

$$(1) \quad \begin{cases} x = \frac{1}{2} [m_a + m_b] - (s_a + s_b); \\ x_1 = \frac{1}{2} [m_{a_1} + m_{b_1}] - (s'_a + s'_b); \end{cases}$$

nelle quali x ed x_1 rappresentano rispettivamente la differenza fra le letture m_a, m_b ; m_{a_1}, m_{b_1} , e quelle che si sarebbero fatte se l'asse ottico fosse orizzontale.

Perciò, stando collo strumento in A, moveremo la vite di elevazione in modo da fare sulla stadia situata in B la lettura corretta $m_b \mp x$ e centeremo la bolla di l unicamente colle proprie viti di correzione. Poscia roteremo il cannocchiale di 180° e colla stessa vite di elevazione E ci ridurremo a fare la lettura $m_{b_1} \mp x_1$ e centeremo la l_1 unicamente colle proprie viti di correzione, come si è fatto per la l .

I valori di x e di x_1 dovranno essere sottratti od aggiunti ad m_b ed m_{b_1} , secondochè i secondi membri delle formole (1) risultano positivi o negativi. Nelle formole (1) si ha generalmente $s_a = s'_a$; $s_b = s'_b$; è però necessario, specialmente la prima volta che si corregge lo strumento, tener conto esattamente della differente altezza dello strumento dal punto a terra nelle due posizioni del cannocchiale.

coll'asse meccanico MN del cannocchiale, il quale forma quindi con entrambi lo stesso angolo α (fig. 57).

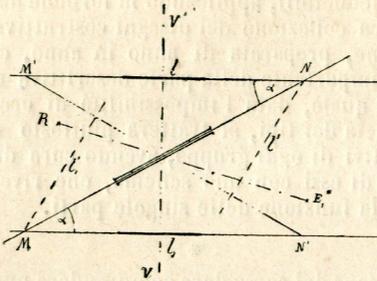


Fig. 57.

Dopo ciò lo strumento risulta corretto, e qualunque posizione abbia l'asse ottico RE_1 rispetto all'asse meccanico del cannocchiale, siccome per ciascun punto battuto dobbiamo prendere per valore della battuta la media delle due letture fatte sulla stadia con il cannocchiale girato intorno al suo asse meccanico di 180° , per ogni coppia di letture l'asse ottico si disporrà simmetrico all'asse meccanico, e perciò la sua inclinazione non influirà affatto sull'esattezza del risultato. Ciò è reso evidente dal fatto che, se in una prima posizione l'asse meccanico ha la direzione MN (fig. 57), dopo aver rotato il cannocchiale di 180° intorno ad MN, le livelle l ed l_1 prenderanno la posizione $l'V_1$, e centrando la bolla di l_1 con la vite di elevazione del cannocchiale, la l_1 si disporrà orizzontale e l'asse meccanico del cannocchiale prenderà la posizione M_1N_1 risultando inclinato all'orizzonte ancora dell'angolo α .

Notisi che a questo risultato siamo pervenuti senza fare alcuna ipotesi né sull'eguaglianza dei collari del cannocchiale, né sulla centratura della lente obbiettiva, appunto perchè tutti questi errori vengono eliminati dalla media delle due letture fatte nel modo ora detto.

8. — Si capisce che fatte una volta le correzioni necessarie per rendere paralleli gli assi delle livelle l ed l_1 , non occorrerà, in generale, ripeterle che a lungo intervallo di tempo, precisamente come si pratica per gli ordinari livelli a cannocchiale fisso e livella fissa.

Si capisce inoltre che per i punti di dettaglio, o battute intermedie, non sarà sempre necessario eseguire le due letture, ma basterà una sola lettura fatta con una qualunque delle due posizioni che può assumere il cannocchiale.

III.

Non è inutile avvertire che il tipo di livello da noi proposto non può considerarsi come un derivato del tipo di livello a cannocchiale mobile con livella a doppia graduazione, perchè il procedimento di correzione che si pratica per questo ultimo non potrebbe essere esteso al nostro tipo di livello, e, come già avvertimmo, la livella a doppia graduazione deve considerarsi unicamente come un mezzo strumentale per la verifica dei diametri di un cannocchiale mobile.

La livellazione reciproca, che nel caso nostro deve essere applicata come correzione preliminare dello strumento, qualunque risulti per sé un'operazione delicata, è pur sempre quella che offre direttamente maggior garanzia sull'esattezza di un livello qualsiasi, eliminando essa ogni piccolo errore, dovuto ad imperfezione dello strumento.

Il nostro livello permette però di semplificare il metodo della livellazione reciproca nel modo seguente:

Si segnino sul terreno tre punti R, A, B situati sopra uno stesso allineamento e posti ad una stessa distanza D l'uno dall'altro (fig. 58).

Ricorrendo ad una qualunque delle due livelle fisse al cannocchiale, si determini la differenza di livello h fra A e B situando lo strumento ad eguale distanza da questi punti. Dette a e b le letture fatte sulle stadia A e B in queste condizioni, si ha:

$$h = a - b. \quad (2)$$

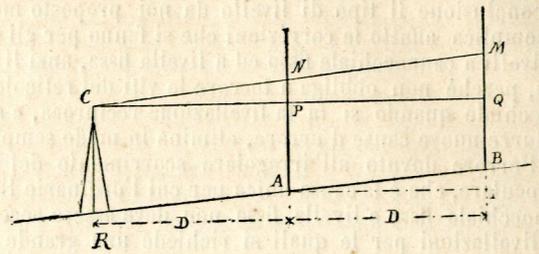


Fig. 58.

Determinato in tal modo il valore di h , si porti lo strumento sul punto R, e si renda verticale il suo asse generale mediante una qualunque delle due livelle che sono fisse al cannocchiale, per esempio colla livella l . Colla bolla di questa livella perfettamente centrata si legga sulla stadia situata sul punto A e sia a' la lettura fatta: si ruoti il cannocchiale dolcemente intorno al proprio asse meccanico di 180° e senza preoccuparsi della livella l' che attualmente presenta la sua bolla all'osservatore, si legga ancora sulla stessa stadia e sia a'' la nuova lettura. La media

$$n = \frac{a' + a''}{2}$$

corrisponde al punto N in cui l'asse meccanico del cannocchiale incontra la stadia ora considerata.

Si porti ora la stadia sul punto B, si ruoti il cannocchiale di 180° e si sposti il tubo oculare fino a che si legga distintamente sulla stadia B. La bolla della livella l sarà ancora centrata, e qualora non lo fosse in causa di uno spostamento fatto subire al cannocchiale nel manovrare la vite che muove il tubo oculare, la si centri ancora perfettamente servendosi unicamente della vite di elevazione. Ciò fatto si legga sulla stadia B e sia b' la lettura fatta; si ruoti il cannocchiale di 180° , si rilegga nuovamente sulla stessa stadia e sia b'' la lettura che ne risulta. La media

$$m = \frac{b' + b''}{2}$$

corrisponde al punto M in cui lo stesso asse meccanico GN del cannocchiale incontra la stadia situata in B. Se il detto asse meccanico fosse orizzontale, incontrerebbe le stadia A e B rispettivamente nei punti P e Q. Posto $NP = x$, risulta $MQ = 2x$ e per essere $AP = IQ$ si ha:

$$n - x = h + m - 2x$$

quindi

$$x = h + m - n \quad (3)$$

Si ruoti ora il cannocchiale di 180° intorno al proprio asse meccanico: l'asse ottico colpirà la stadia B in corrispondenza della lettura b' e la bolla della livella l risulterà centrata: si muova la vite di elevazione del cannocchiale finchè l'asse ottico del cannocchiale colpisca la stadia B in corrispondenza della lettura $b' \mp 2x$ a seconda del segno di x dato dalla (3) e con ciò si sarà reso orizzontale l'asse ottico. Basterà quindi centrare perfettamente la bolla della livella l unicamente colla sua vite di correzione per rendere il suo asse parallelo all'asse ottico. Ruotato il cannocchiale di 180° intorno al proprio asse meccanico e riportatolo mediante la vite di elevazione a fare sulla stessa stadia B ancora la lettura $b' \mp 2x$, cioè disposto nuovamente orizzontale l'asse ottico, si centri la bolla della livella l' unicamente colle proprie viti di correzione: dopo di ciò gli assi delle due livelle l, l' giaceranno sopra due piani paralleli, per conseguenza l'asse meccanico del cannocchiale formerà con essi lo stesso angolo, e la media delle due letture fatte su di una stadia colle bolle delle due livelle rispettivamente centrate risulterà indipendente dalla disuguaglianza dei diametri dei due collari nonchè dall'errore dovuto alla non coincidenza dell'asse ottico coll'asse meccanico del cannocchiale.

In conclusione il tipo di livello da noi proposto mentre non complica affatto le correzioni che si fanno per gli ordinari livelli a cannocchiale fisso ed a livella fissa, anzi li semplifica, perchè non obbliga a toccare le viti del reticolo del cannocchiale quando si fa la livellazione reciproca, e senza introdurre nuove cause d'errore, elimina in modo semplicissimo l'errore dovuto all'irregolare scorrimento del tubo porta-oculare, che è la causa unica per cui l'ordinario livello a cannocchiale fisso e livella fissa non deve essere accettato nelle livellazioni per le quali si richiede una grande precisione.

Torino, dicembre 1901.

Ing. VITTORIO BAGGI.

QUESTIONI D'INSEGNAMENTO TECNICO SUPERIORE

UN PROGRAMMA DEL CORSO DI MACCHINE TERMICHE.

Lo studio delle macchine termiche, come quello di qualsiasi altro ramo dell'ingegneria tecnica, risulta di due parti.

La prima consiste nelle indagini teoriche, che col sussidio dei principii fondamentali della meccanica e della termodinamica analizzano il modo di operare delle macchine, per fissarne opportunamente le dimensioni, la legge dei movimenti, e le variazioni termiche dei corpi usati come intermediari.

L'altra parte d'indole pratica comprende la descrizione dei tipi più perfetti, coi quali l'industria traduce in atto i sistemi discussi dalla teoria, delle norme che occorrono al loro esercizio razionale ed alle indagini sperimentali, in cui lo studio trova la guida più sicura per giudicare l'attendibilità delle deduzioni teoriche, e per correggerle coll'uso di coefficienti numerici.

Sotto quest'ultimo punto di vista, la seconda parte riesce un complemento indispensabile alla prima, formando con essa quell'importantissimo ramo di ogni scienza applicata, che va sotto il nome di *teoria sperimentale*, e costituisce il mezzo più sicuro per risolvere i problemi tecnici. In vero l'enorme complicazione dei fenomeni fisici ne rende il più delle volte impossibile un'analisi matematica senza l'introduzione preliminare di ipotesi semplificative, e spesso nel formularle mancano elementi che diano un buon criterio di scelta. Quindi i risultati puramente dottrinari non hanno un fondamento sicuro. D'altra parte l'esperienza condotta senza un'analisi teorica non fornisce che pochi dati empirici, il cui valore è limitato al caso trattato ed alle circostanze in cui detto caso si è svolto.

Solo il concorso dei due mezzi può assicurare l'importanza pratica delle conclusioni e la vastità della loro applicazione.

Però un programma serio di qualsiasi teoria sperimentale non può essere svolto senza il sussidio di un laboratorio fornito di macchine appositamente costruite trasformabili a volontà nelle loro parti operative (1). In una scuola che ne manchi si supplirà citando insieme colla parte teorica del Corso, i risultati ottenuti da altri sperimentatori, e i metodi di ricerca che essi adottarono. Alla pratica che occorre ad un ingegnere per eseguire tali esperienze si provvederà, approfittando di impianti industriali in esercizio per svolgere una serie di ricerche, nelle quali, se mancherà l'importanza scientifica accennata, non farà difetto l'occasione per addestrarsi a superare le molteplici difficoltà del procedimento.

Finalmente lo studio descrittivo dei tipi industriali richiede mezzi, dei quali si può disporre assai più facilmente, sia procurandosi direttamente i disegni di costruzione delle macchine dalle officine, sia facendoli dedurre nella scuola di disegno dai tipi riportati nei periodici tecnici.

(1) A questo proposito chi scrive si propone di dare fra breve, come appendice della presente Nota, la descrizione di uno dei molti Laboratori sperimentali di macchine, che in questi ultimi anni si sono costruiti da parecchi Politecnici d'Europa, aggiungendovi il rendiconto di alcune esperienze che intende di svolgere.

Su questi, anzi, si possono istituire con molto profitto calcoli di verifica, tracciandone i diagrammi teorici, e confrontandone le dimensioni e il lavoro assicurato dai costruttori coi risultati deducibili, applicando le formole date nel corso. Così una ricca collezione dei disegni costruttivi delle macchine moderne, preparata di anno in anno, costituirà un supplemento importante della parte descrittiva dell'insegnamento, nella quale, data l'impossibilità di occuparsi della immensa varietà dei tipi, si tratterà piuttosto dei soli caratteri distintivi di ogni gruppo, avendo cura di rappresentare ciascuno di essi con uno schema, che riveli nel modo più intuitivo la funzione delle singole parti.

*

L'Introduzione del corso deve comprendere una discussione preliminare sui caratteri generali delle macchine termiche, conseguenza dello scopo col quale sono create, della continuità del moto, che occorre in ogni apparecchio per l'industria, delle leggi fondamentali della termodinamica, delle proprietà fisiche dei corpi usati come intermediari, delle sorgenti pratiche di calore e dei modi più opportuni per servirsene nelle singole fasi di un ciclo.

Così le macchine verranno classificate in motrici ed operatrici, in chiuse ed aperte, in macchine con focolare interno ed esterno, in macchine a gas ed a vapore, e si potrà per ciascun tipo discutere il ciclo praticamente attuabile, l'invertibilità delle sue fasi, il coefficiente economico che gli corrisponde, il rendimento relativo al salto di temperatura disponibile fra il focolare ed il refrigerante, e stabilire quindi un confronto fra il costo teorico dell'unità di effetto utile nei differenti sistemi. Lo studio dei cicli darà agio a trattare della loro rappresentazione grafica nel diagramma delle pressioni ed in quello delle entropie, dei modi di trasformare l'uno nell'altro, e a dedurre formole di uso generale nelle teorie che si avranno da svolgere in seguito per ciascuno dei tre stati fisici in cui i corpi sono adoperati come intermediari nelle macchine termiche; cioè gli stati di vapore saturo, di vapore surriscaldato e di gas.

*

La *Prima Parte* relativa ai *Generatori del vapore* è quella in cui predominano in modo più sentito gli elementi empirici. Le formole teoriche per calcolare il rendimento dell'apparecchio, il suo potere vaporizzatore per unità di peso di combustibile abbruciato all'ora, e la superficie di riscaldamento necessaria per raffreddare entro i limiti voluti i gas caldi contengono troppi coefficienti numerici, il cui valore dipende dal tipo della caldaia e dal regime di combustione.

Quindi l'importanza di quelle formole consiste piuttosto nel permettere una discussione precisa degli elementi che influiscono sul rendimento e sulla potenza dell'apparecchio, anzichè nel dare un mezzo sicuro per calcolare le dimensioni di un tipo, pel quale non si conoscono i coefficienti di dispersione determinati con apposite esperienze.

Trattato dunque in generale l'argomento dei diversi regimi di combustione, del tiraggio necessario per ottenerli, e del loro effetto sulla temperatura finale dei gas caldi e sul titolo del vapore, converrà dare per ogni tipo, insieme colla descrizione dei suoi caratteri essenziali, norme precise sul suo potere vaporizzatore in relazione al peso di combustibile abbruciato all'ora per m² di graticola, ed al rapporto fra la superficie della graticola e la superficie totale di riscaldamento della caldaia. L'importanza ed il significato di questi dati numerici risulteranno assai bene, se si avrà cura di descrivere i singoli sistemi nell'ordine suggerito da una classificazione razionale, che tenga conto della disposizione relativa dei condotti del fumo e dell'acqua, e del peso d'acqua per unità di superficie riscaldante, dal quale dipendono i due caratteri fondamentali di un generatore: tempo necessario a raggiungere lo stato di regime, e attitudine più o meno grande a conservarlo.

Uno studio specialmente accurato meritano le caldaie multitubolari, sopra tutto in rapporto al problema importantissimo della circolazione dell'acqua. Esse vogliono essere raggruppate in tipi, da rappresentarsi con semplici schemi,

perchè risulti chiaro in ciascuno il modo di collegamento dei tubi fra loro e coi corpi principali.

Così, ad esempio, si potranno distinguere: Caldaie con un solo corpo principale e con elementi collegati in serie (Belleville, Schmidt), o con disposizioni sussidiarie per il moto in parallelo del solo vapore (Root, De Nayer), o della sola acqua (Belleville, tipo 1896), ovvero con collegamento degli elementi in quantità, sia per mezzo di piccoli collettori per ogni fila verticale di tubi (Babcock, Roser), sia per mezzo di ampie casse (Steinmüller, Tosi, Gamper): o, finalmente, con tubi Field collegati a collettori con doppia camera (Niclausse, Dürr,).

Caldaie con più corpi principali collegati da tubi generalmente ricurvi, sia con alimentazione d'acqua normale come la Pregardien, la Stirling, sia con tubi di piccolissimo diametro per acqua distillata (Yarrow, Thornycroff, Du Temple). E finalmente, caldaie a vaporizzazione istantanea (Serpellet) adottate nelle automobili per servizi pubblici, col sussidio di apparecchi alimentatori regolati automaticamente per ovviare all'inconveniente di instabilità di regime, proporzionando in ogni istante l'acqua iniettata al consumo di vapore. La parte descrittiva di questo capitolo dovrà essere accompagnata da una discussione razionale sul moto probabile dell'acqua nei singoli tipi, fondata sulle esperienze di Thornycroff, di Watkinson, di Williams, ecc., che diedero finalmente un fondamento scientifico a questo argomento, ponendo in chiaro l'importanza della ripartizione del calore lungo i fasci di tubi non solo nel periodo di regime, ma anche in quello di avviamento, nonchè l'effetto di un'eccessiva intensità di combustione che in taluni casi può provocare l'arresto o inversione del moto circolante.

Sono pure notevoli le innovazioni introdotte dai costruttori tedeschi nelle caldaie a focolare interno per conseguire in esse i vantaggi dei generatori a tubi d'acqua, sia accoppiando due corpi sovrapposti, di cui il superiore è d'ordinario munito di fascio tubolare, sia tentando caldaie con tre focolari per ottenerne una più rapida circolazione dell'acqua e quindi un riscaldamento pronto ed uniforme di tutta la massa.

Preparati così gli elementi necessari allo sviluppo della teoria dei generatori e dei loro apparecchi di alimentazione, di sicurezza e di tiraggio, si potranno dedurre le formole fondamentali per ciascuna categoria di caldaie, adottando come legge di trasmissione del calore o quella del Redtembaker o quella del Werner. Il titolo del vapore e i coefficienti numerici, che occorrono nell'applicazione di questi risultati teorici, non possono essere forniti che da ricerche sperimentali, delle quali converrà poter dare qualche saggio, diffondendosi anche sulle prove di collaudo d'uso più corrente per i generatori.

La discussione delle espressioni analitiche del rendimento e del potere vaporizzatore di una caldaia darà agio di porre in rilievo il vantaggio dei riscaldatori ed economizzatori; così pure da semplici considerazioni relative alla conducibilità termica del vapore acqueo ed alla sua energia disponibile in rapporto al grado di umidità apparirà l'importanza degli apparecchi per essiccarlo e surriscaldarlo.

Gli uni e gli altri verranno studiati dal punto di vista costruttivo, fermandosi, sopra tutto per gli ultimi, sulle difficoltà pratiche superate da parecchi inventori (Uhler, Schwörer, Hering) per renderli accettabili nell'industria.

Finalmente nel campo assai vasto delle disposizioni ideate per gli apparecchi accessori delle caldaie e dei particolari di costruzione, merita uno svolgimento accurato l'argomento del calcolo degli spessori delle lamiere e delle loro chiodature, sia per corpi cilindrici premuti dall'esterno o dall'interno, lisci, ovvero ondulati, dei tipi Fox, o Purve; sia per fondi piani o imbottiti. In questa analisi, meglio che alle deduzioni estremamente complesse della teoria dell'elasticità, si potrà ricorrere alle formole semi-empiriche ottenute sperimentalmente dal prof. Bach e raccolte nelle *Hamburger Normen*, dagli ingegneri tedeschi conformemente alle prescrizioni dell'Unione internazionale di sorveglianza delle caldaie a vapore per l'accettazione dei materiali, con cui si costruiscono i generatori.

Chiuderà questa prima parte lo studio delle cause e degli

effetti degli scoppi, la discussione delle norme costruttive per evitarli, delle disposizioni legislative che sono in vigore fra noi a questo proposito (decreto del 1897) con un cenno sul modo di eseguire le visite e le prove imposte, e finalmente la descrizione dei metodi e degli apparecchi per la depurazione dell'acqua, sia col procedimento a freddo con preparazione automatica del reattivo, sia col riscaldamento preventivo (conveniente per acque prive di solfato di calce e di sostanze organiche) per mezzo del vapore di scappamento delle motrici o delle pompe, sia con metodi combinati dei due predetti.

*

La *Seconda Parte* che tratta delle *Motrici a vapore* è di sua natura più suscettibile di uno svolgimento teorico fondato su premesse sicure e condotto con rigore di analisi fino a deduzioni che si possono confrontare coi fatti osservati nelle esperienze. La teoria può quindi precedere con vantaggio la parte descrittiva, risolvendo i due problemi fondamentali di una motrice a vapore: il problema termico ed il problema meccanico.

Il *problema termico* riguarda lo studio del ciclo pratico e le sue differenze dal ciclo di una macchina idealmente perfetta, di cui si saranno già discussi i caratteri nell'Introduzione. Ogni causa di deformazione, risiede essa nei particolari costruttivi o nelle proprietà fisiche della capacità in cui il ciclo si svolge, dev'essere oggetto di un'analisi teorica per determinare la perdita di rendimento che essa produce. Così nei cicli ottenuti sperimentalmente si potranno conoscere e separare i singoli effetti, e confrontandoli coi risultati della teoria, determinare quantitativamente le deformazioni e studiare l'efficacia dei rimedi.

In questa ricerca torna utilissimo l'uso del diagramma entropico, che rende sensibili all'occhio, rappresentandole con aree, le quantità di calore trattate nei calcoli, le relazioni analitiche che passano fra esse, il significato fisico di certi termini apparentemente complessi, risultato di acconcie trasformazioni algebriche, che servono a valutare numericamente dette quantità.

Il problema che merita un'indagine più profonda è quello che riguarda gli scambi di calore fra le pareti del cilindro e l'intermediario, nei quali consiste la causa dell'elevato consumo pratico di vapore, in una motrice, in cui sia anche minimo il disperdimento di calore all'esterno. In vero l'analisi di questi fenomeni secondari dimostra che una certa quantità di calore disponibile passa direttamente dalla caldaia al condensatore senza produrre lavoro, fermandosi durante le fasi di ammissione e di espansione nelle pareti, e un'altra parte opera solo parzialmente in virtù di una caduta termica considerevolmente ridotta, essendo restituita con maggiore o minore ritardo durante l'espansione.

Allo stato attuale delle ricerche scientifiche questo problema può essere trattato, seguendo due indirizzi ben distinti: l'uno presuppone una determinata legge di trasmissione del calore e con questa ne calcola le quantità alternativamente cedute e riprese e l'andamento delle linee di espansione e di compressione; l'altra dallo studio oggettivo di queste evoluzioni, rivelate sperimentalmente cogli indicatori, risale alla ricerca quantitativa degli scambi termici, e, come risultato ultimo, alla determinazione dell'ignota legge di trasmissione.

Il quale risultato, quando sarà raggiunto in modo sicuro, fonderà i due procedimenti quello *a priori* e quello sperimentale in uno solo, che costituirà la teoria rigorosa e definitiva della macchina a vapore.

Il primo procedimento dovrà essere brevemente illustrato senza addentrarsi nei calcoli assai complessi istituiti dal Kirsch, dal Cavalli e dal Nadal, che sarebbero fuor di luogo in uno studio d'applicazione.

Esso consiste nel suddividere le pareti del cilindro di una macchina a vapore in più zone, per le quali le leggi di variazione della temperatura superficiale hanno caratteri differenti, e nel dedurre in primo luogo le curve rappresentative di queste leggi dal ciclo che percorre l'intermediario, tenendo conto del coefficiente di conducibilità esterna, della frequenza

e ampiezza delle alternazioni termiche e del grado di umidità del vapore. La teoria della propagazione del calore nei corpi omogenei dà quindi modo di ricavare per ogni zona i diagrammi esprimenti in ogni istante l'attività ed il senso degli scambi termici, cosicchè la somma algebrica delle loro ordinate, fatta tenendo conto dell'ampiezza di parete a cui si riferiscono, fornisce la curva rappresentativa della legge colla quale il calore è trasmesso all'intermediario.

Il fenomeno in una ricerca di tal natura è così bene analizzato in tutti i particolari del suo meccanismo, che, anche da un esame superficiale, appare posta in perfetta luce l'efficacia dei molteplici elementi, cosicchè la discussione dei ripieghi, ai quali hanno ricorso i costruttori per migliorare la macchina a vapore non è che un corollario del problema.

*

La discussione premessa permetterà di trarre tutto il vantaggio possibile dallo svolgimento della *teoria sperimentale*, la quale consiste nel porre l'uguaglianza fra le energie totali dell'intermediario al principio ed alla fine di ogni fase, tenendo conto del lavoro compiuto e del calore dato o sottratto nell'intervallo, e nello scrivere le equazioni che, secondo una frase caratteristica usata, prendono il nome di equazioni del *bilancio termico della motrice*. Una descrizione particolareggiata del metodo, possibilmente illustrata da esperienze, farà vedere come si debbano dedurre coll'indicatore e con misure dirette gli elementi indispensabili al calcolo dell'entità degli scambi di calore, e come l'unico di essi che non si può ottenere praticamente, cioè il titolo del vapore all'inizio della fase di compressione, si debba assumere assai prossimo all'unità, secondo la celebre ipotesi dell'Hirn, confermata dal Donkin per mezzo del *rivelatore*.

Con questi risultati, seguendo il procedimento analitico rigoroso indicato per la prima volta dal prof. Penati, si valuterà il lavoro perduto per effetto della permeabilità termica delle pareti.

L'estensione di questa teoria ai casi assai più complessi delle macchine a doppia ed a tripla espansione con o senza involuppo, richiede che siano prima discussi i loro diagrammi teorici in corrispondenza agli svariati aggruppamenti possibili dei cilindri di cui constano.

Poi per i tipi più comunemente adottati in pratica, quali sono le motrici a doppia espansione con manovelle concordanti o calettate ad angolo retto, si daranno le equazioni del bilancio termico e l'espressione delle perdite di rendimento, avendo speciale riguardo a quella prodotta dalla caduta di pressione del vapore, che passa da un cilindro all'altro, attraversando i serbatoi intermedi. Quest'ultimo argomento potrà anzi essere trattato in modo generale per una motrice qualsiasi ad espansione multipla, ricorrendo alle formole teoriche (Zeuner), o semiempiriche (Parenty, Rateau) dell'efflusso dei vapori saturi.

Risulterà così chiarito il vantaggio delle distribuzioni di precisione segnatamente nelle macchine a più cilindri, che i costruttori moderni dimostrano di aver compreso, ricorrendo anche per macchine a grande velocità ai robinetti Corliss per l'otturazione delle luci di scarico nel cilindro ad alta pressione, mentre all'introduzione provvedono tuttora con cassette distributori.

Chiuderà questo capitolo l'esposizione dei risultati numerici ottenuti dai più diligenti sperimentatori su motrici di tipo differente, sia per la velocità angolare, sia per la pressione e lo stato fisico del vapore adoperato, sia per la presenza degli involuppi, sia finalmente pel grado e pel frazionamento dell'espansione, e formeranno così un'utile appendice le formole di Thurston, di Escher, di Bodmer e Willans, che esprimono le leggi colle quali la condensazione dipende dai molteplici agenti enumerati.

*

Approfondito così il problema termico della motrice a vapore, si potranno svolgere le norme per il *Calcolo della potenza motrice* di una macchina di date dimensioni, e del corrispondente *consumo di vapore*. Anche qui, come per le caldaie, non essendo nota una legge sicura e generale, con cui si possa interpretare in modo abbastanza semplice ed

approssimato la natura dei fenomeni discussi nel precedente capitolo, si preferisce da molti ricorrere a tabelle numeriche, come quelle del pregevolissimo trattato di Hrabák e Kás, compilate per i tipi differenti di motrici secondo dati in gran parte sperimentali. Ora l'uso esclusivo di tali tabelle è certamente l'unico mezzo per fare una scelta opportuna degli elementi arbitrari del problema, come i gradi di introduzione e di scarico data la pressione iniziale del vapore, la velocità angolare della macchina ed il suo tipo con o senza condensatore, ad espansione semplice o multipla, con distributore a cassetto od a valvola; invece la deduzione dei risultati è conveniente sia fatta seguendo una via diretta, anche a costo di ipotesi grossolanamente approssimate, come quella di supporre l'espansione e la compressione rappresentabili con potropiche di esponente uguale all'unità. Le tabelle predette serviranno anche in questo caso, ma soltanto per istituire confronti; e si sarà così conseguito il vantaggio (pregevole soprattutto per macchine ad espansione multipla) di analizzare più minutamente le fasi successive che formano il ciclo.

Finalmente il consumo di vapore verrà valutato, suddividendolo in tre parti distinte:

1) consumo teorico, deducibile dal ciclo ipotetico tracciato, supponendo nulle le condensazioni del vapore nella fase di ammissione;

2) consumo dovuto al vapore che, giungendo dalla caldaia, si condensa a contatto delle pareti fredde del cilindro, pel quale consumo, sul finire della teoria sperimentale della motrice si sono date formole semiempiriche. Qui però converrà valutarlo insieme con quello causato dalla condensazione negli involuppi per mezzo di tabelle numeriche corrispondenti a ciascun tipo di macchina, che lo danno in funzione della velocità media dello stantuffo;

3) consumo dovuto alle fughe di vapore, apprezzabile ricorrendo a dati pratici.

Coi risultati del calcolo precedente si potrà dedurre il consumo d'acqua e le dimensioni dei *condensatori* a miscela, a superficie ed a getto, attribuendo, secondo il tipo della distribuzione e la velocità media dello stantuffo, un valore costante al titolo ed alla pressione del vapore dopo attraversate le luci di scarico.

Nel fissare questi valori riusciranno utile guida le ricerche fatte dal Nadal, studiando l'efflusso del vapore contenuto nel cilindro, sul quale soltanto si può fondare una teoria rigorosa dell'apparecchio. Le norme pratiche che danno il peso d'aria sciolto nell'acqua e quello che viene meccanicamente trascinato all'esterno permettono poi di calcolare le pompe ad aria per i condensatori a miscela, sulle quali si presentano parecchi importanti problemi relativi al loro funzionamento per differenti regimi della motrice.

*

Contemporaneamente allo svolgimento di questo capitolo converrà concretare subito i concetti teorici discussi, trattando in una serie simultanea di conferenze l'argomento importantissimo della *costruzione delle macchine a vapore*. I tipi moderni hanno raggiunto una tal perfezione di organi ed un carattere così spiccato di forme, che lo studioso non può rendersene conto, eseguendo, come si è soliti a fare nelle scuole, i disegni particolareggiati e geometrici di un tipo solo, ma deve esercitarsi con numerosi schizzi a mano libera a ritrarre le disposizioni più importanti dei meccanismi, per rendersi familiare il tracciamento razionale ed elegante delle loro forme.

Questo lavoro potrà essere fatto con vantaggio e senza grave perdita di tempo durante le conferenze stesse, facendo copiare gli schizzi presentati sulla lavagna, o su tavole murali sussidiarie. Importante sopra tutto sarà lo studio dei cilindri come pezzi di fondita, cioè sguerniti di tutti gli accessori, dai tipi più semplici per macchine orizzontali senza involuppo a quelli estremamente complessi per macchine verticali a doppia e tripla espansione colle camicie di vapore estese ai fondi, per la cui intelligenza riuscirà utilissimo il disegno prospettico di sezioni fatte secondo piani diversi.

Si dovranno pure descrivere i differenti otturatori, le guarnizioni oggi in gran parte metalliche, gli apparecchi lubrificatori, le disposizioni del telaio, le tubazioni coi loro ac-

cessori, le fondazioni e i condensatori con riguardo speciale alle pompe ad aria, che i costruttori moderni hanno così profondamente trasformato, abbandonando le disposizioni antiche.

*

L'argomento delle *distribuzioni* richiede una trattazione fatta con rigore di metodo, scegliendo nella grandissima varietà dei tipi ideati, quelli che possono rappresentare meglio i caratteri di ciascun gruppo.

Ad una prima categoria appartengono le macchine aventi condotti comuni per l'introduzione e per lo scarico, nelle quali, salvo alcuni rari esempi di adattamento dei robinetti rotativi a moto continuo od oscillante, l'organo distributore è il cassetto piano, o, come è uso più frequente nei tipi moderni, cilindrico.

Ora le norme per calcolarne le dimensioni e i diagrammi per determinare la legge del movimento del cassetto, sia esso comandato da un eccentrico rigido o da un eccentrico deformabile per azione del regolatore, o da un glifo, o da un sistema a movimento derivato (Brown, Joy) sono ormai riprodotte in tutti i trattati di macchine, dalle opere di Zeuner, Müller, Reuleaux e Schorch.

Invece le distribuzioni di precisione, che, sull'esempio degli ingegneri Wellner e Schmidt, si classificano secondo il modo di agire del regolatore, vengono d'ordinario semplicemente descritte e discusse senza preoccuparsi dei procedimenti geometrici per tracciarle in modo di ottenere fasi della voluta ampiezza, se si eccettuano i tipi Corliss con disco oscillante, risolti notoriamente dal prof. Colombo e la distribuzione Sulzer modello 1873 trattata da Coste e Maniquet col metodo del trasporto delle traiettorie descritte dai punti essenziali del meccanismo nell'interno di una circonferenza, che rappresenta il cammino del bottone della manovella.

Certo lo studio preciso di una distribuzione non può essere fatto in un'officina che costruendone il modello in grandezza naturale; ma a questo metodo costoso conviene premettere una ricerca grafica approssimata che permetta di accostarsi già molto alla soluzione definitiva. E in tal caso è utile far vedere che, imitando il procedimento del trasporto delle traiettorie testè citato, si può in moltissimi casi risolvere con disegni di piccole dimensioni il problema della distribuzione, trascurando l'obliquità delle aste, che costituiscono il sistema articolato.

*

Il *problema meccanico* della motrice a vapore consiste nella ricerca delle forze applicate al telaio di una macchina in movimento e nello studio dei mezzi per compensarle, ridurle, o renderne il più possibile innocui gli effetti. La prima parte si riduce alla ricerca delle forze acceleratrici degli organi propellenti fatta col metodo analitico, o con quelli grafici di Mohr o di Rittershaus.

Sovrapponendo il loro diagramma a quello delle pressioni effettive operanti sullo stantuffo, si ottiene il diagramma degli sforzi trasmessi dallo stelo alla testa a croce, il quale permette di accertarsi se la fase di compressione è stata scelta in modo opportuno per evitare i *battimenti* nelle articolazioni, prodotti dai bruschi cambiamenti di segno di detti sforzi.

Dedotto poi il diagramma del momento motore, e trovata l'ordinata media, si avranno gli elementi per il calcolo rigoroso del volante.

I risultati differiscono d'ordinario assai poco da quelli dedotti colla formola di Tredgold, supponendo costante il momento motore, cosicchè in pratica converrà ricorrere a quest'ultima; ma le ricerche premesse hanno tuttavia una grande importanza nella risoluzione di due problemi essenziali per il buon funzionamento di una macchina:

1) determinazione della durata delle fasi di compressione e della ripartizione del lavoro nei singoli cilindri per ottenere la massima uniformità della coppia motrice;

2) discussione delle forme di incastellatura e calcolo degli angoli di calettamento delle manovelle e dei pesi delle masse dotate di moto rotatorio e di moto alterno per accostarsi il più che sia possibile alla costruzione di una macchina perfettamente equilibrata.

Converrà arrestarsi alquanto su questi quesiti, che l'uso delle motrici a più cilindri ha permesso di risolvere, rendendo possibili le grandi velocità angolari delle macchine verticali moderne. In vero, se gli studi di Taylor, di Fränzel e di Selick a questo proposito ebbero per oggetto le motrici marine, nelle quali il secondo problema sopra tutto ha un'importanza eccezionale, tali ricerche vengono oggi eseguite dai buoni costruttori anche per le macchine fisse con grande vantaggio per la conservazione dei meccanismi e l'economia delle fondazioni. Questi studi poi sono indispensabili per quelle macchine capaci di grandissime velocità angolari, d'ordinario a semplice effetto, siano esse del tipo Willans con cilindri paralleli, o del tipo Brotherhood con cilindri convergenti, o finalmente presentino, come le motrici Merz e Wigzell, due stantuffi in opposizione in ogni cilindro. Queste macchine dal campo della piccola industria, in cui trovarono in origine l'unica loro applicazione, vennero a mano a mano trasformandosi in motrici di grande potenza, creando, dal punto di vista meccanico, una categoria intermedia fra le macchine a vapore con manovellismo di spinta e la macchina a vapore rotativa, la quale, per i suoi recentissimi progressi, merita un capitolo a sè.

*

Lo studio della *turbina a vapore* richiede una discussione preliminare per mettere in una luce ben chiara i caratteri essenziali dei suoi diversi modi di operare ad azione e a reazione, ad espansione semplice o multipla.

Per molti scrittori queste due ultime denominazioni sono sinonime delle prime, e in realtà l'incertezza che regna tuttora nel tracciamento dei condotti dei distributori e delle ruote fa sì che effettivamente in una turbina, costituita da un certo numero di giranti, non si possa prevedere se su ciascuna di esse il vapore opererà esclusivamente per effetto della forza viva acquistata espandendosi nel distributore che la precede, o se piuttosto non subirà un'ulteriore espansione nei condotti della girante, creando una differenza di pressione fra la sezione di arrivo e quella di efflusso, nella quale consiste l'essenza del funzionamento a reazione.

Tuttavia è bene che la distinzione si faccia, poichè i progressi teorici e costruttivi riguardanti la determinazione esatta delle forme dei condotti non tarderanno a darle il significato pratico che ora le manca. A questo proposito converrà discutere i risultati sperimentali dell'efflusso dei vapori, sui quali soltanto può fondarsi la teoria rigorosa delle turbine, valutando l'effetto dei fenomeni secondari che modificano l'espansione del vapore, in quanto sono causa di una somministrazione di calore all'intermediario.

Detti fenomeni consistono:

1° Nella resistenza di attrito che il fluido incontra nel percorrere i condotti;

2° Nella trasmissione di calore attraverso alle pareti metalliche dai punti in cui esse si trovano in presenza di vapore a più alta pressione a quelli in cui la pressione e quindi la temperatura dell'intermediario sono già assai diminuite.

Nota la legge di espansione, riuscirà facile il tracciamento razionale dei condotti sull'esempio di quanto sinora è stato fatto soltanto per l'ugello delle turbine ad azione, col qual mezzo il Laval ha potuto utilizzare salti di pressione assai superiori a quelli della massima velocità di efflusso da un orifizio senza accompagnamento.

In ultimo si calcolerà la velocità del massimo effetto, dimostrando il vantaggio dei sistemi multipli, che hanno risolta la possibilità di marciare con velocità moderate, senza perdite di rendimento troppo gravi, se le dimensioni dei singoli elementi sono ben proporzionate al volume specifico del vapore che li attraversa successivamente.

Costruttivamente la turbina a vapore merita di essere studiata con molta cura, soprattutto per ciò che riguarda i tipi attualmente più diffusi di turbine multiple con elementi coassiali ed accostati di fianco, secondo il sistema dovuto al Parson.

*

La *Terza Parte* riguarda le *Motrici a gas*. Svanita ormai nel modo più assoluto l'importanza pratica delle motrici a fuoco e di quelle ad aria calda colla sorgente di calore ac-

coppiata immediatamente al motore, si possono con ragione comprendere sotto il nome di motrici a gas soltanto quelle in cui il lavoro ottenuto procede dal calore sviluppato nella combustione di una miscela infiammabile, che costituisce l'intermediario di una macchina aperta e svolge in essa un ciclo di evoluzioni termiche. Dei motori ad aria secondari, per quali si nota oggi un risveglio di simpatia, cioè di quei motori che utilizzano l'aria compressa in un impianto centrale e distribuita con tubazioni di servizio a meccanismi operatori, converrà parlare piuttosto nell'ultima parte del corso, in cui si tratta delle macchine termiche operatrici.

Anche nell'argomento delle motrici a gas la teoria è pregredita al punto da poter premettere vantaggiosamente almeno una parte della trattazione dottrinarina alla descrizione dei tipi pratici. E in primo luogo le nozioni fondamentali della termochimica permettono di verificare che le costanti fisiche di una data miscela infiammabile si modificano di assai poco per effetto della combustione, e perciò dimostrano la possibilità di sostituire evoluzioni invertibili con introduzione di calore a quelle che praticamente avvengono con trasformazione della natura dell'intermediario.

Convien poi classificare i cicli secondo che il calore viene somministrato rimanendo costante il volume, la pressione, o la temperatura, ovvero secondo due di queste leggi semplici successivamente. E' questo infatti l'unico carattere variabile nei cicli moderni, dacchè diventò generale l'uso della compressione preliminare della miscela infiammabile, che mancava nelle macchine antiche, come la Lenoir e l'atmosferica.

Valutando per ciascun ciclo corrispondente ad una delle leggi enunciate dell'introduzione di calore:

1° il coefficiente economico teorico;
2° il volume ideale di cilindro necessario a produrre l'unità di lavoro motore indicato;

3° le temperature corrispondenti ai punti singolari del diagramma;

si avrà un criterio per confrontare i diversi sistemi fra loro, per apprezzare in ciascuno di essi l'effetto di una compressione più o meno prolungata, e la perdita di rendimento cagionata dai sistemi di regolazione che modificano il lavoro svolto, variando sia la quantità di calore introdotta, sia la pressione nell'istante in cui la miscela infiammabile si accende.

La discussione dei modi di attuare i cicli anzidetti suggerisce poi l'ordine più razionale per descrivere i meccanismi praticamente adottati. Così si potranno raggruppare i motori con introduzione di calore a volume costante nelle tre categorie seguenti:

1^a Macchine a quattro tempi con fasi di compressione e di espansione ugualmente prolungate (ciclo Stirling), siano esse costruite, come è il caso più frequente, con cilindri aventi una sola camera operante (come la Otto e i numerosi tipi da essa derivati: Deutz, Crossley, Simplex, nonchè i brevetti congeneri: Körting, Adam, Durlopp, Niel), ovvero si tratti di cilindri con entrambe le camere utilizzate, come nel motore Letombe;

2^a Macchine a quattro tempi con rapporti di espansione e di compressione diversi, ideate allo scopo di evitare, colle elevate pressioni di scoppio, una perdita troppo grave per incompleta espansione; il che si ottiene sia coll'espulsione di una parte della miscela aspirata, che verrà poi introdotta nella fase successiva (Charon), sia interrompendo l'aspirazione prima che sia raggiunto il termine della corsa (Garuffa e Köhler), sia con disposizioni speciali del meccanismo propellente, come quelle di Atkinson e di Burt e Mac Ghee, che rendono possibili due corse successive di ampiezza diversa;

3^a Macchine a due tempi che si possono classificare in tre sottogruppi:

a) Motori con cilindro sussidiario per la compressione preliminare della miscela (Witting ed Hees, Körting, Clerk), o con pompe separate per l'aria ed il combustibile (ultimo brevetto Körting);

b) Motori utilizzanti allo scopo predetto la camera anteriore del cilindro, che potrà essere, come nelle macchine a vapore, chiusa da un fondo con guarnizione pel foro attraversato dallo stelo (sistemi Benz e Bénier), ovvero in comunica-

zione con una capsula ermetica che contiene il manovellismo (Nash, Güldner, Mietz, Daimler);

c) Motori senza apparecchio ausiliario per la compressione, e che tuttavia la effettuano grazie ad un'opportuna posizione delle luci di accesso e di scarico, svolgendo un ciclo la cui lunghezza è circa metà della corsa dello stantuffo (brevetto Southall).

Poche applicazioni ebbero invece i cicli con introduzione di calore esclusivamente a pressione costante, adottata da Simon nella sua macchina del 1878, poi da Brayton e Richard nelle loro macchine a petrolio, e recentemente da Gardie nel motore per gas Dowson, con rigeneratore. Oggi però, per opera del Diesel, la combustione della miscela, in parte a pressione, in parte a temperatura costante, sembra destinata a creare un indirizzo nuovo nelle macchine a gas, che, dopo il famoso brevetto del motore Otto (1876-78), pareva avessero compiuto la loro evoluzione, circoscrivendo ogni ulteriore progresso al perfezionamento di un tipo unico.

I caratteri essenziali di questo nuovo sistema in rapporto a quelli delle macchine con introduzione di calore a volume costante risulteranno specialmente dall'analisi dei metodi di accensione e di regolazione, il cui modo razionale di operare costituisce uno degli elementi più efficaci per avvicinare il coefficiente economico pratico di una macchina a gas al coefficiente teorico del suo ciclo.

Così i metodi di accensione per trasporto di fiamma, per tubo incandescente, o con scintilla elettrica, applicati nelle macchine con introduzione di calore a volume costante, richiedono la formazione preliminare della miscela infiammabile, ed escludono le compressioni eccessive; invece l'accensione spontanea dei motori Diesel impone l'uso di elevatissime compressioni, fatte mantenendo separato il comburente dal combustibile.

Anche per ciò che riguarda la regolazione del lavoro motore esiste fra le due categorie di macchine a gas una differenza essenziale. Invero nella seconda, accorciando la fase di introduzione di calore a temperatura costante, si ha un ciclo di coefficiente economico più elevato. Nella prima invece si va sempre incontro ad una perdita di rendimento, sia sopprimendo l'introduzione del gas per uno o più cicli consecutivi (Otto), sia anticipando la chiusura della valvola di aspirazione (Körting), sia strozzando con una valvola comandata dal regolatore la luce di ammissione (Allan e Barker), sia variando il tenore in gas della miscela infiammabile (Letombe), sia finalmente ritardando l'esplosione negli apparecchi con accenditore elettromagnetico (Dion e Bouton).

*

Per darsi ragione di tutta l'entità della perdita di rendimento menzionata, non basta la nozione dei fatti sin qui discussi, ma occorre anche svolgere l'argomento della *teoria termica* della macchina a gas, cioè indagare in quale proporzione e con qual legge si produca e si ripartisca la quantità di calore di cui è capace il gas introdotto ad ogni colpo attivo nel cilindro.

L'analisi può essere fatta:

1° Coi dati sperimentali che si misurano all'esterno della macchina senza preoccuparsi della forma del suo ciclo; essi sono:

a) il calore sviluppato, che si calcola determinando la quantità di gas introdotta e la composizione chimica dello stesso gas e dei prodotti della combustione;

b) il calore esportato dall'acqua che circola nell'inviluppo refrigerante;

c) l'equivalente termico del lavoro indicato svolto;

d) il calore esportato dai prodotti della combustione, che si determina anch'esso sperimentalmente;

e) il calore disperso all'esterno, che si deduce appunto dall'equazione del bilancio, in cui si uguaglia la prima alla somma delle altre quattro quantità enumerate;

2° Collo studio calorimetrico del diagramma rilevato coll'indicatore, considerando le evoluzioni che lo compongono come invertibili, e ricorrendo ai metodi di Rankine, di Weyrauch, o di Ayrton e Perry, che consistono tutti nella ricerca della quantità di calore data all'intermediario in ogni

elemento di evoluzione. Più vantaggiosa per l'evidenza, colla quale rappresenta i risultati, è la risoluzione del problema ottenuta tracciando il ciclo entropico, nella quale si può anche tener conto della variabilità del calore specifico, applicando il procedimento del prof. Stodola.

Questa seconda analisi permette anch'essa di scrivere una equazione di bilancio termico fra la quantità di calore data lungo un tratto di evoluzione, che risulta definito con sicurezza nel diagramma entropico, e la somma del calore sottratto lungo gli altri tratti e dell'equivalente termico del lavoro indicato. Ma la quantità di calore in movimento riesce assai minore di quella considerata nella prima analisi, il che dimostra che una parte del calore prodotto passa direttamente nelle pareti prima che la miscela gasosa ne riveli la presenza con un aumento proporzionale della pressione. Rimane a sapere se questo fenomeno si produca esclusivamente al principio della corsa; nel qual caso bisognerebbe ammettere, come vuole il Witz, che la comunicazione di calore all'intermediario durante l'espansione è dovuta ad una restituzione parziale del calore assorbito dalle pareti, analogamente a quanto succede nella macchina a vapore. Ovvero se, per effetto di un forte ritardo della combustione, è possibile una introduzione di calore posticipata, che, avvenendo simultaneamente alla sottrazione di calore dovuta all'inviluppo refrigerante, non si rivela nell'analisi del ciclo ed è causa della differenza constatata.

E' questo il punto più controverso della teoria dei motori a gas. Recentemente lo Staby, il Meyer e lo Schöttler impugnarono di nuovo la teoria del Witz e confutarono le sue ricerche sperimentali, in cui egli conferma l'azione delle pareti, tentando di dimostrare il vantaggio termico di una maggior temperatura dell'inviluppo refrigerante e di una maggiore velocità angolare della manovella.

E realmente la natura stessa dell'intermediario, che esclude le condensazioni, veicolo principalissimo degli scambi termici nella macchina a vapore, pare contraddica alla teoria del Witz. Si comprende quindi quanto vantaggio debba recare all'intelligenza di questo importante capitolo un programma di esperienze intese ad illustrarlo. E se nel motore che si avrà a disposizione si potranno modificare i caratteri essenziali del ciclo, variando ad esempio con opportuni pezzi di ricambio il volume di compressione, la velocità di equilibrio del regolatore ed il suo modo di operare sulle fasi della distribuzione, sarà opportuno istituire con esso prove di confronto per dedurre la legge con cui varia in conseguenza il rendimento termico.

Certo da esperienze scolastiche non si possono sperare elementi sicuri per decidersi in favore dell'una o dell'altra di queste teorie: tali ricerche dovranno essere fatte con intendimenti scientifici e non didattici nel gabinetto sperimentale. L'allievo basterà ne conosca i risultati e segua una volta almeno la via per dedurli, allo scopo di avere davanti alla mente, sotto forma concreta, la causa e l'essenza dei fenomeni, i cui effetti verranno riassunti da formole empiriche che gli permettono di tracciare *a priori* il ciclo pratico di una macchina a gas e di calcolare le temperature dei suoi punti singolari.

*

Terminato così lo studio generico delle motrici a gas, bisognerà per ogni combustibile praticamente adottato e per ogni categoria di macchine fornire i dati seguenti:

1° Rapporti teorici e pratici fra le quantità di combustibile, d'aria e di prodotti delle combustioni precedenti per formare la miscela;

2° Limiti fra i quali dev'essere compresa la pressione finale della miscela per evitare nelle macchine a scoppio il pericolo dell'accensione spontanea e facilitare al tempo stesso il regime di esplosione;

3° Dimensioni dei condotti e delle luci di introduzione e di scarico, nonché studio dei particolari costruttivi speciali all'uso di ciascun combustibile;

4° Valore del coefficiente economico pratico per la produzione massima di lavoro, calcolabile in funzione del rapporto di compressione, per fissare coll'aiuto degli elementi indicati nel n. 4 le dimensioni del cilindro capace della po-

tenza motrice richiesta col numero di giri pure assegnato. Quest'ultimo dato si può dedurre dalle numerose esperienze di consumo per cavallo effettivo-ora, che da qualche anno vengono eseguite e pubblicate regolarmente per cura degli stessi costruttori.

*

Per approfondire gli argomenti enumerati occorre una nozione chiara delle proprietà e dei vantaggi dei singoli combustibili succedanei del gas luce, nonché degli apparecchi ausiliari che sono indispensabili alla loro applicazione nelle macchine. Tengono il primo posto per la produzione economica della potenza motrice e per l'indipendenza del motore da qualsiasi impianto pubblico i gas poveri e principalmente il Dowson, opportunnissima miscela del gas Siemens e del gas d'acqua, in cui si è potuto evitare al tempo stesso l'eccessiva povertà del primo e la difficoltà di preparazione del secondo. Data quindi la sua composizione chimica media, bisognerà occuparsi diffusamente dei gasogeni atti a produrlo, che si possono classificare in due categorie:

a) Gasogeni con generatore di vapore indipendente, di cui esistono parecchie varietà, dalla forma originaria del Dowson a quella modificata da Taylor con introduzione del rigeneratore. Il carattere fondamentale di questa categoria consiste nell'attitudine a mantenere la pressione di lavoro costante, e quindi a produrre un gas di composizione assolutamente invariabile;

b) Gasogeni senza caldaia, il cui funzionamento è regolato in modo diretto dal motore (Buire-Lencauchez e Winaud), e in taluni è attivato senz'altro dall'aspirazione prodotta dallo stantuffo (gasogeno Bénier), cosicchè in ogni istante produzione e consumo si corrispondono. In questi tipi si constatò maggior facilità di sorveglianza, ma sviluppo di un gas meno omogeneo che nei precedenti, il che li dimostra più adatti ad impianti di piccola potenza.

Come novità di indirizzo e per il vantaggio economico che promette non si dovrà dimenticare il tentativo del Mond in Inghilterra di costruire un gasogeno capace di operare la distillazione dei litantraci grassi ordinari, ritenuti in passato inadatti per il pericolo dell'agglutinamento dei pezzi e quindi dell'ostruzione del cammino percorso dall'aria e dal vapore. Finalmente si accennerà all'utilizzazione diventata ormai generale dei gas emananti dagli alti forni nelle motrici a scoppio, che permette di trarne un vantaggio assai più rilevante di quello che si otteneva abbruciandoli in appositi focolai di caldaie a vapore.

*

Lo studio dei motori a combustibili liquidi riguarda specialmente i metodi di carburazione dell'aria per formare la miscela infiammabile, che differiscono secondochè si tratta di benzina, petrolio o spirito. Nei motori a benzina è sufficiente il gorgogliamento dell'aria attraverso al combustibile come nei sistemi Deutz e Martini; tutto al più per impedire che l'aria si saturi soltanto dei prodotti più volatili, conviene riscaldarla alquanto come fa il Daimler utilizzando la fiamma che mantiene incandescente il tubo per l'accensione della miscela.

Meno usato è il polverizzazione della benzina nella corrente d'aria aspirata dal motore (Körting, Gauthier, Wehrle).

Sono importanti le disposizioni di sicurezza per isolare il serbatoio dalla conduttura che va alla motrice, nel caso in cui l'accensione vi si propaghi.

Assai più complessi sono i motori a petrolio, data la maggior difficoltà di ottenere una miscela intima coll'aria, e la precisione occorrente negli apparecchi che regolano l'ammissione del petrolio.

I metodi per saturare l'aria si possono classificare secondo la temperatura più o meno alta dell'apparecchio, dalla quale dipende la possibilità di vaporizzare (Crossley) o di trasformare semplicemente in nebbia il petrolio (Priestmann). Nei primi la carburazione dev'essere fatta con piccola quantità d'aria per evitare l'accensione spontanea favorita dall'alta temperatura; l'aria occorrente alla combustione viene introdotta in seguito. Negli altri tutta l'aria passa senz'altro nel carburatore.

L'alimentazione è fatta d'ordinario con pompe che devono lavorare con un'esattezza straordinaria, trattandosi di introdurre poche gocce di petrolio per ogni corsa di aspirazione; a questo riguardo sono degni di nota i sistemi a membrana costruiti dalla Ditta Deutz e dalla Langen e Wolf che permettono di far lavorare la pompa soltanto nelle fasi di aspirazione, e quindi la sottopongono indirettamente all'azione del regolatore, poichè in questi sistemi la soppressione dei colpi efficaci si fa mantenendo chiusi nell'interno del cilindro i prodotti della combustione.

*

L'applicazione più importante dei motori a combustibili liquidi è quella delle *automobili*; ma naturalmente di questo campo diventato vastissimo in pochi anni non si possono trattare in un Corso generale di macchine che pochi argomenti relativi alle proprietà speciali delle motrici destinate all'automobilismo, nelle quali l'elevato rendimento passa in seconda linea rispetto alla necessità di ottenere il minimo *peso specifico*, la facilità e prontezza di regolazione, il raffreddamento dei cilindri con piccola quantità d'acqua, ed una buona lubrificazione malgrado le enormi velocità.

*

Un'appendice indispensabile allo studio delle motrici termiche è il confronto dei singoli sistemi di produzione del lavoro motore sotto il punto di vista economico. Il *costo del cavallo effettivo-ora* per le macchine a vapore, a gas luce, a gas poveri ed a combustibili liquidi, in rapporto all'importanza dell'impianto ed alla quantità e qualità dell'acqua che si ha a disposizione.

*

La *Quarta Parte* tratterà delle *Macchine operatrici termiche*, che si possono rappresentare tutte con un medesimo schema ed un medesimo ciclo. In un primo apparecchio si utilizza il lavoro esterno disponibile per accumularlo nell'energia potenziale di un corpo aeriforme compresso, o di un vapore saturo condensato. In un secondo apparecchio l'intermediario si espande; e lo scopo della macchina può essere il lavoro corrispondente a questa fase, nel qual caso essa si svolge in un motore secondario, dopochè l'intermediario ha subito un riscaldamento preventivo, ovvero l'abbassamento di temperatura che ne è la conseguenza, ed allora l'intermediario viene prima raffreddato.

Di qui due categorie di operatrici termiche:

1^a I compressori d'aria con distribuzione ai motori secondari dopo riscaldamento, secondo l'invenzione del *Popp*, colla quale soltanto ebbe origine la vera macchina termica operatrice per distribuzione di energia;

2^a Le macchine frigorifiche a gas ed a vapore, per le quali mi riferisco ad una mia Nota riprodotta in questo stesso periodico nel primo numero del corrente anno.

Le due categorie differiscono profondamente nello scopo; ma, data la loro affinità nel modo di agire, conviene studiarne insieme i caratteri essenziali, perchè risulti chiaro il significato meccanico delle disposizioni speciali all'una ed all'altra, imposte dalla diversa natura dell'effetto utile.

*

I *compressori d'aria* per distribuzione di energia costituiscono colle motrici secondarie e le stufe per il riscaldamento preventivo un sistema di cui occorre saper calcolare il rendimento totale, che risulta da quello delle singole sue parti.

Si dovrà quindi cominciare dallo studio teorico della macchina pneumofora, analizzando la riduzione del volume utile dovuta agli spazi nocivi, le perdite di pressione che l'aria soffre attraversando le luci di introduzione e di scarico, l'effetto del vapor acqueo, che l'intermediario contiene, sull'andamento della linea di compressione e quello della sottrazione di calore, ottenuta con camicia refrigerante (sistema *Sturgeon*), con stantuffo idraulico (*Sommeiller*), o con iniezione d'acqua nell'interno del cilindro (*Dubois*, *Colladon*, *Cornet*, *Ingersoll*) allo scopo di limitare il lavoro speso. Contemporaneamente a questa trattazione converrà svolgere col sussidio di disegni rappresentanti i tipi più moderni l'argomento delle disposizioni pratiche di questi apparecchi, che presentano una molteplicità di tipi non inferiore a quella delle motrici,

I compressori si possono classificare in sistemi con otturatori a movimento automatico, o comandato. A quest'ultimo gruppo appartengono:

1^o I sistemi con distribuzione a cassetto, la quale, oltre all'inconveniente di una forte laminazione al principio delle fasi di introduzione e di scarico, e di spazi nocivi assai grandi, difficilmente riesce ben registrata in modo che il termine della compressione coincida coll'istante in cui la pressione ha raggiunto il valore che essa ha nella condotta, donde un eccesso inutile di lavoro. Si dovrà quindi studiare la disposizione di *Adamson*, che limita l'azione del cassetto alle fasi di introduzione, provvedendo allo scarico con apposita valvola automatica; nonchè quella di *Weiss* con luci ausiliarie, per le quali, al termine della corsa di ritorno l'aria compressa nello spazio nocivo si scarica nell'altra camera del cilindro, con che si elimina la perdita di volume utile, ma si va incontro ad una maggiore spesa di lavoro;

2^o I sistemi con distribuzione a valvola dovuti in gran parte a *Riedler*, che vi adattò prima di *Weiss* il ripiego testè accennato.

Importante è pure lo studio dei compressori multipli, sopra tutto negli impianti moderni, in cui le pressioni sono molto elevate, correggendo essi efficacemente l'effetto degli spazi nocivi e limitando assai meglio il riscaldamento dell'aria. Al quale proposito, non essendo nota una teoria termica sicura dei compressori, bisognerà dare norme pratiche relative all'aumento di temperatura in funzione del rapporto di compressione, per potere colle formole generali della termodinamica delle miscele di gas e vapori valutare il lavoro indicato di questi apparecchi.

Minore interesse presenta lo studio delle altre parti d'un impianto di aria compressa. Bisognerà tuttavia descrivere le camere di accumulazione coi regolatori d'aria, la condotta i forni per il riscaldamento preventivo e i motori secondari, studiando le perdite e le spese di calore in ciascuno di questi apparecchi.

Oggi il sistema predetto che pareva aver perduto qualche tempo fa la sua importanza nelle applicazioni, ha con opportune modificazioni ripreso il sopravvento su altri sistemi, soprattutto nella trazione su strade ferrate a scartamento ridotto. Impianti importantissimi e recenti in America lo attestano nel modo più evidente e fanno prevedere che la storia della macchina termica operatrice ha ancora un lieto avvenire.

*

In queste poche pagine chi scrive ha tentato una sintesi del vastissimo argomento per dare un'idea della coordinazione e dell'importanza dei singoli capitoli, non che del modo di classificare i tipi adottati nell'industria, che vogliono essere descritti con un ordine prestabilito e razionale per evitare confusione.

Tuttavia, per quanto costretta nei limiti di un insegnamento scolastico, la materia deve sorprendere per la sua molteplicità ed estensione.

Molteplicità di forma, perchè in ogni sua parte, accanto allo studio pratico che concerne la costruzione razionale, economica ed elegante della macchina, c'è il problema termodinamico, che ha tutti i caratteri delle speculazioni fisiche più complesse, mancando di quella certezza assoluta nell'posizione delle premesse e nel criterio di risolvibilità, che si è raggiunta in altri rami dell'ingegneria.

Vastità di sostanza, perchè i continui progressi dell'industria aggiungono capitoli nuovi ed ampliano e trasformano continuamente gli antichi.

L'una e l'altra sono di tale portata che l'assimilazione di una materia così estesa nei pochi mesi d'insegnamento di un corso universitario sarebbe impossibile, se la scuola non disponesse di altri mezzi che delle lezioni orali. Ma fortunatamente il disegno tecnico, il laboratorio sperimentale, le visite agli impianti della città sono sussidi efficaci a formare nel complesso di persone dedicate agli stessi studi l'ambiente intellettuale favorevole ad approfondire una materia, che è al tempo stesso il frutto più importante degli studi fatti precedentemente sulle materie affini.

Ing. M. PANETTI.

NOTIZIE

Galleria del Sempione. — Progresso dei lavori. — Dal seguente prospetto risulta il progresso degli scavi di avanzata dei due imbocchi della grande Galleria del Sempione, nel primo trimestre del 1902.

Lunghezza dell'avanzamento	Lato Nord (Briga)	Lato Sud (Iselle)	Totale
Al 31 dicembre 1901 . . . m.	6335	4428	10 763
Nel mese di gennaio . . . »	208	2	210
» febbraio . . . »	170	—	170
» marzo . . . »	176	13	189
Al 31 marzo 1902 . . . m.	6889	4443	11 332

*

Nel mese di *gennaio*, dal lato Nord, il cunicolo di avanzata ha progredito con la perforazione meccanica, attraverso lo gneiss schistoso e gli schisti cristallini, in ragione di m. 6,68 al giorno. Ma questo rapido avanzamento non valse a compensare l'inazione quasi assoluta sull'altro versante, ove il pochissimo avanzamento fatto, di due metri in tutto il mese, è stato eseguito a mano. Le fortissime pressioni esercitate dal micascisto calcareo decomposto, cui deve attraversare il cunicolo d'avanzata dal lato Sud, hanno obbligato a continuare la sostituzione alle armature di legno di robusti telai

di ferro, formati con travi metalliche a doppio T, alte 40 centimetri, e rivestite di legname.

La figura 58 che riproduciamo dal *Giornale dei Lavori pubblici e delle Strade Ferrate*, ci dà idea esatta di quelle armature nelle quali il larice è combinato al ferro nel modo più vantaggioso.

Il primo di quei telai è stato posto in opera il 18 gennaio, e nel resto del mese sette quadri completi furono a posto sopra una lunghezza di m. 2,80. Con ciò l'Impresa disponevasi a poter riprendere lo scavo di avanzamento con maggiore tranquillità e con la certezza che si sarebbe presto superato quel banco di roccia decomposta e spingente, la cui lunghezza, a detta dei geologi, non poteva esser grande.

Le acque continuarono a sgorgare dall'imbocco Sud in grande quantità, nella media di 856 litri al secondo.

Il numero medio di operai impiegati nel mese di gennaio è stato di 3231, di cui 1907 a Briga e 1324 ad Iselle. Di questi, 1364 lavorarono in galleria a Briga e 1907 ad Iselle.

*

Nel mese di *febbraio*, dal lato Nord, lo scavo ha continuato attraverso lo gneiss schistoso e gli schisti cristallini, ma l'avanzamento giornaliero medio si è ridotto a m. 6,07 da 6,68 che era risultato nel mese precedente; onde si deve ritenere, o che la roccia fu alquanto più dura, o che siasi incontrata qualche altra difficoltà.

Dal lato Sud, tutta l'attività dell'impresa ha continuato a rivolgersi alla costruzione de' telai o armature in ferro e al loro collocamento

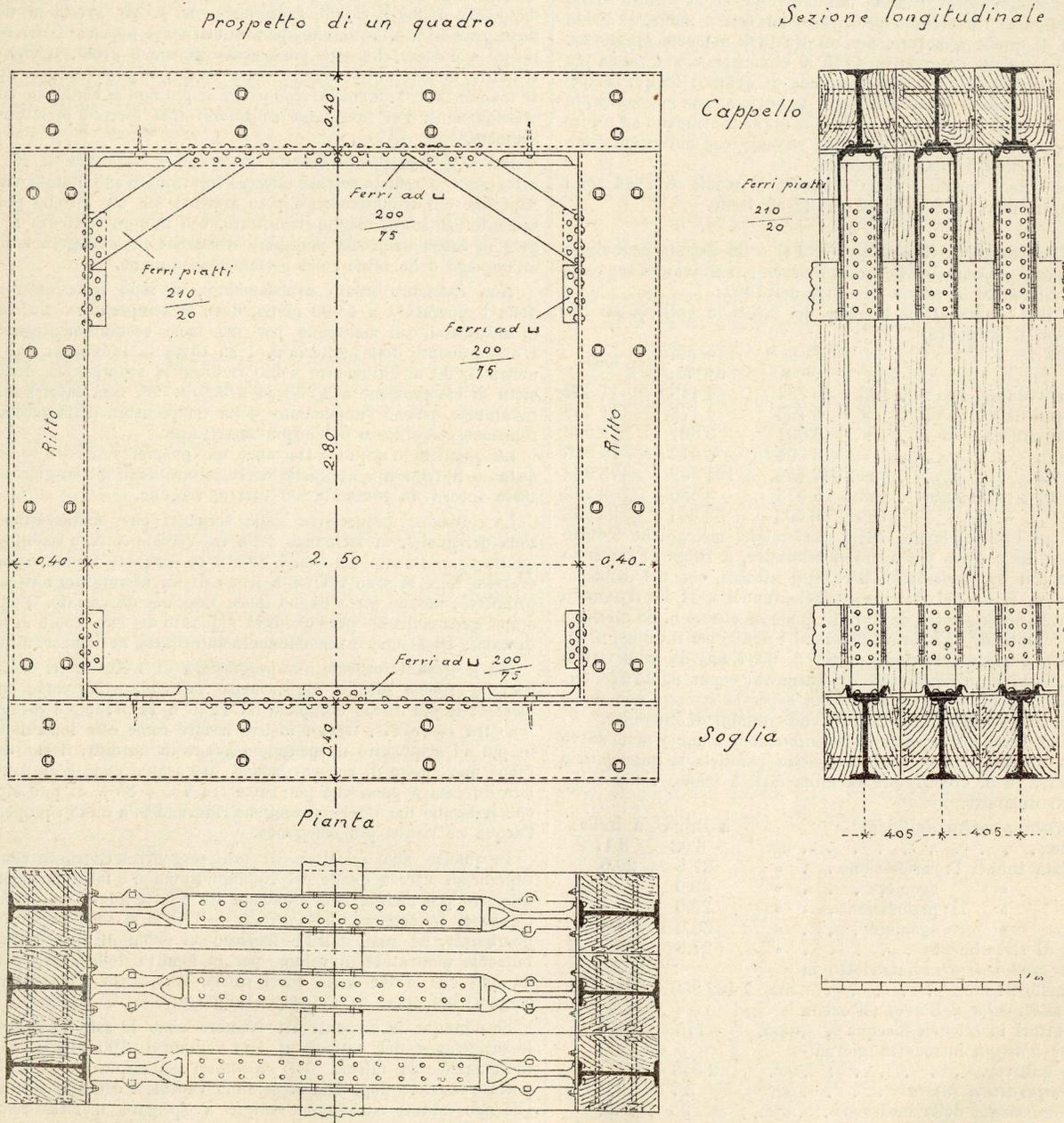


Fig. 58. — Quadri metallici per l'armatura di un tratto dell'avanzata nella galleria del Sempione.

in opera; operazioni queste assai lunghe e nelle quali è stato impiegato tutto il mese di febbraio per arrivare fino alla fronte di attacco.

Le acque provenienti dall'imbocco Sud, ebbero in febbraio la portata media di 827 litri al secondo.

Frattanto non essendosi ad Iselle lavorato all'avanzata, il numero degli operai si è ridotto in quel cantiere a 1150. Ed anche a Briga è stato ridotto a 1835 il numero medio degli operai, sicchè nel febbraio sono stati impiegati in media e complessivamente nei due cantieri 2895 operai, mentre nel gennaio ve ne erano 3231.

*

Nel mese di marzo, dal lato Nord, gli scavi hanno continuato ad incontrare rocce molto omogenee di gneis schistoso, che passa al micascisto ed al micascisto cristallino; l'avanzamento medio giornaliero, essendovi stati due giorni di sospensione dei lavori (feste di Pasqua) è risultato ancora di m. 6,07 come nel mese precedente.

Dal lato Sud, essendosi ripresi gli scavi a mano nel micascisto frantumato e decomposto, si riuscì a progredire di m. 0,45 appena per ogni giorno di lavoro. Si è scavata una piccola galleria d'avanzata, per agevolare il collocamento in opera delle intelaiature di ferro, e così a partire dal 18 gennaio, ne sono state poste in opera 43, di cui 17 nel mese di marzo. Con queste 43 intelaiature si è armato un tratto di 20 metri appena di lunghezza.

Il tratto armato di quadri metallici, nel modo indicato dalla fig. 58, non accenna più a muoversi e permetterà di dare passaggio anche alle locomotive dei treni di servizio. Ma intanto ognuno vede quanto lentamente procederebbero gli scavi dal lato Sud, se la natura della roccia obbligasse l'impresa a proseguire i lavori a mano, sotto la protezione di quelle armature, per un tratto di notevole lunghezza. Fortunatamente alla progressiva 4445 si è incontrata una roccia più compatta, formata di micascisto con vene di quarzo; di qui la speranza che in breve si possa riattivare la perforazione meccanica, in condizioni normali. Intanto da quel lato le acque continuano ad uscire nel considerevole volume di 876 litri al secondo, con lievissima diminuzione da quello del mese precedente.

Il numero degli operai è stato nel mese in media di 2844 tra i due imbocchi, cioè 1722 a Briga e 1122 ad Iselle.

*

Dall'ultimo rapporto trimestrale (n. 14) della Società ferroviaria *Jura-Simplon* al Consiglio Federale Svizzero, si ricavano i seguenti altri dati riferentisi al primo trimestre del 1902:

A tutto il 31 marzo 1902 lo stato dei lavori in galleria dai due imbocchi era il seguente:

	Lato Nord (Briga)	Lato Sud (Iselle)	Totale
Cunicolo d'avanzamento . . . ml.	6 884	4 443	11 327
» parallelo . . . »	6 786	4 473	11 259
Galleria in calotta . . . »	6 091	3 891	9 982
Allargamenti . . . »	6 004	4 012	10 016
Scavo totale mc.	287 654	191 309	478 963
Muratura di rivestimento . ml.	5 573	3 680	9 253
Id. id. mc.	56 002	38 361	94 363

Mentre ad Iselle il lavoro delle perforatrici meccaniche è stato completamente sospeso per tutto il trimestre, a Briga si continuò a lavorare con tre perforatrici per ogni attacco, sia nel cunicolo d'avanzata n. I, sia nel cunicolo parallelo, tunnel n. II. Ed il numero degli attacchi nel trimestre, durante il quale si ebbero n. 88 giornate di lavoro, è stato di 427 per il tunnel n. I e di 495 per il tunnel n. II.

Occorsero a Briga nel trimestre per n. 9684 fori da mine fatti a macchina, 29 726 chilogrammi di dinamite; e per n. 92 478 fori fatti a mano per lo scavo in calotta e per lo strozzo, non meno che per la galleria parallela, 22 673 chilogrammi di dinamite.

Ad Iselle, essendosi proseguita la perforazione a mano nello scavo in calotta e nello strozzo, e nella galleria parallela si impiegarono nel trimestre in n. 48 827 fori da mina fatti a mano, 7 033 chilogrammi di dinamite.

	a Briga	a Iselle
Temperatura media dell'aria		
All'esterno eg.	3.02	3.17
All'avanzata tunnel I: perforazione . . »	27.5	20.6
» » sgombro . . . »	30.0	—
» » II: perforazione . . »	26.0	—
» » sgombro . . . »	30.0	—
Ai lavori di rivestimento . . . »	27.8	22.8
Volume medio di aria introdotto in galleria nelle 24 ore mc.	2 422 850	2 333 000
Pressione media dell'aria all'uscita dai ventilatori in colonna d'acqua . . mm.	176	61.3
Volume d'acqua introdotta giornalmente in galleria mc.	2 053	1 099
Sua temperatura iniziale eg.	5.7	4.2
Pressione media della medesima . . atm.	95	92
» » alla fronte d'attacco »	76.5	—
Volume d'acqua uscente dalla galleria al 1" litri	79	850

*

Natura della roccia e sua temperatura. — Dal lato Nord il terreno attraversato in tutto il primo trimestre dell'anno corrente, tra il km. 6,335 ed il 6,889 ha nella sua massa l'aspetto e la struttura di un gneiss schistoso passante per laminazione ad un micascisto; la sua formazione appartiene al gruppo dei gneiss tipici del Monte Leone, di cui ha totalmente l'aspetto, e come in quelli vi si notano numerose intercalazioni di schisti anfibolici.

La temperatura interna della roccia dal lato Nord è in sensibile aumento sul precedente trimestre. Le osservazioni fatte in fori di m. 1.50 di profondità a pochi metri dalla fronte d'attacco hanno dato i seguenti risultati:

A m. 6 200	36.4	(26 dicembre)	e 33.3	(14 gennaio)
» 6 400	38.6	(14 gennaio)	e 33.4	(13 febbraio)
» 6 614	42.3	(15 febbraio)	e 36.1	(15 marzo)
» 6 800	42.9	(15 marzo)	e 38.6	(27 marzo)

Stante la grande differenza di temperatura della roccia e dell'aria uscente dal tubo di ventilazione, la roccia diminuendo rapidamente di temperatura, devesi ammettere che anche le osservazioni fatte alla distanza minima di soli 19 metri dalla fronte d'attacco sono certamente al disotto della realtà. Tant'è che alcune deboli sorgive cadenti dal cielo del tunnel accusarono una temperatura di 42° a 6 557 m.; di 44°,3 a 6 623 m., e perfino di 45°,4 a 6 745 m.

Da questo lato adunque è ormai fuori dubbio che la temperatura interna continua ad elevarsi al di là delle previsioni fatte, dappoichè dietro il profilo geotermico del 1895 avremmo dovuto incontrare al km. 7 una temperatura di 36°,4 appena. Tutto induce invece a credere che sarà più elevata di ben 9 gradi. Il che si attribuisce all'estrema secchezza della roccia; le poche sorgive appena si manifestano tendono a scomparire e più non si verificano che dei trasudamenti. Per lunghezze considerevoli la roccia è perfettamente asciutta.

Dal lato Sud l'avanzamento reale non è stato che di 15 metri attraverso lo schisto calcareo micaceo frantumato ed imbibito d'acqua. Alla fine del trimestre erasi però arrivati ad un terreno più nettamente schistoso, meglio stratificato, con minore tendenza a spingere in causa della sua maggiore resistenza che obbligò a ritornare all'impiego delle mine colla perforazione a mano.

Non essendosi avuto avanzamento, si sono fatte osservazioni della temperatura a 4 000 metri, dove la temperatura ha cessato di abbassarsi, e si mantenne per tre mesi costantemente a 16°,2. L'allargamento della galleria n. 1 su tutta la lunghezza dal chilometro 3 800 al chilometro 4 400 richiede la soppressione delle stazioni di osservazione a 4 200 ed a 3 800; ma sarà interessante di ristabilirle, poichè l'andamento della temperatura della roccia è in relazione coll'efflusso dell'acqua sotterranea.

La quantità d'acque sotterranee ha considerevolmente diminuito durante il trimestre, abbenchè dalla misura degli ultimi giorni risultasse ancora un totale di 800 litri al secondo.

La riduzione progressiva delle sorgenti che scaturiscono nella zona del gneiss, in vicinanza della trasversale XIX, è visibilissima, quella specialmente del km. 3 893, e la sorgente fredda della trasversale XIX, si sono ridotte a meno di un decimo del loro volume primitivo; alcune altre hanno quasi interamente cessato. Quelle che erano gessose hanno pure perduto alquanto del loro tenore in solfato di calce. Di alcune è sensibilmente aumentata la temperatura.

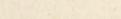
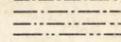
Ma le grandi sorgenti alla progressiva di 4 000 metri nelle due gallerie si sono ancora leggermente raffreddate nel corso del trimestre; le più fredde occupano da 11°,3 a 11°,5; le più voluminose sono fra 13° e 17°. Devosi inoltre notare come esse tendano di più in più ad acquistare il medesimo grado di durezza, il che denoterebbe una specie di concentrazione dell'acqua che le alimenta (la loro durezza è pressochè per tutte tra 75° e 85°). Si può supporre che il bacino dal quale provengono riducendosi a minori proporzioni, l'acqua ne risulti più omogenea.

In quanto alla relazione di tali sorgenti sotterranee con altre superficiali oltre a quelle del Nembro, di cui si è fatta menzione nel rapporto precedente, non sarebbero state fatte nuove osservazioni al riguardo. Le sorgenti della Presa di Gebbo si sono perfettamente mantenute, ed anzi, dall'11 febbraio ai primi di aprile sono visibilmente aumentate di volume per la fondita delle nevi; parrebbe dunque che desse siano fuori causa. Lo stesso deve dirsi delle sorgenti del piano di Trasquera-Bagliaga.

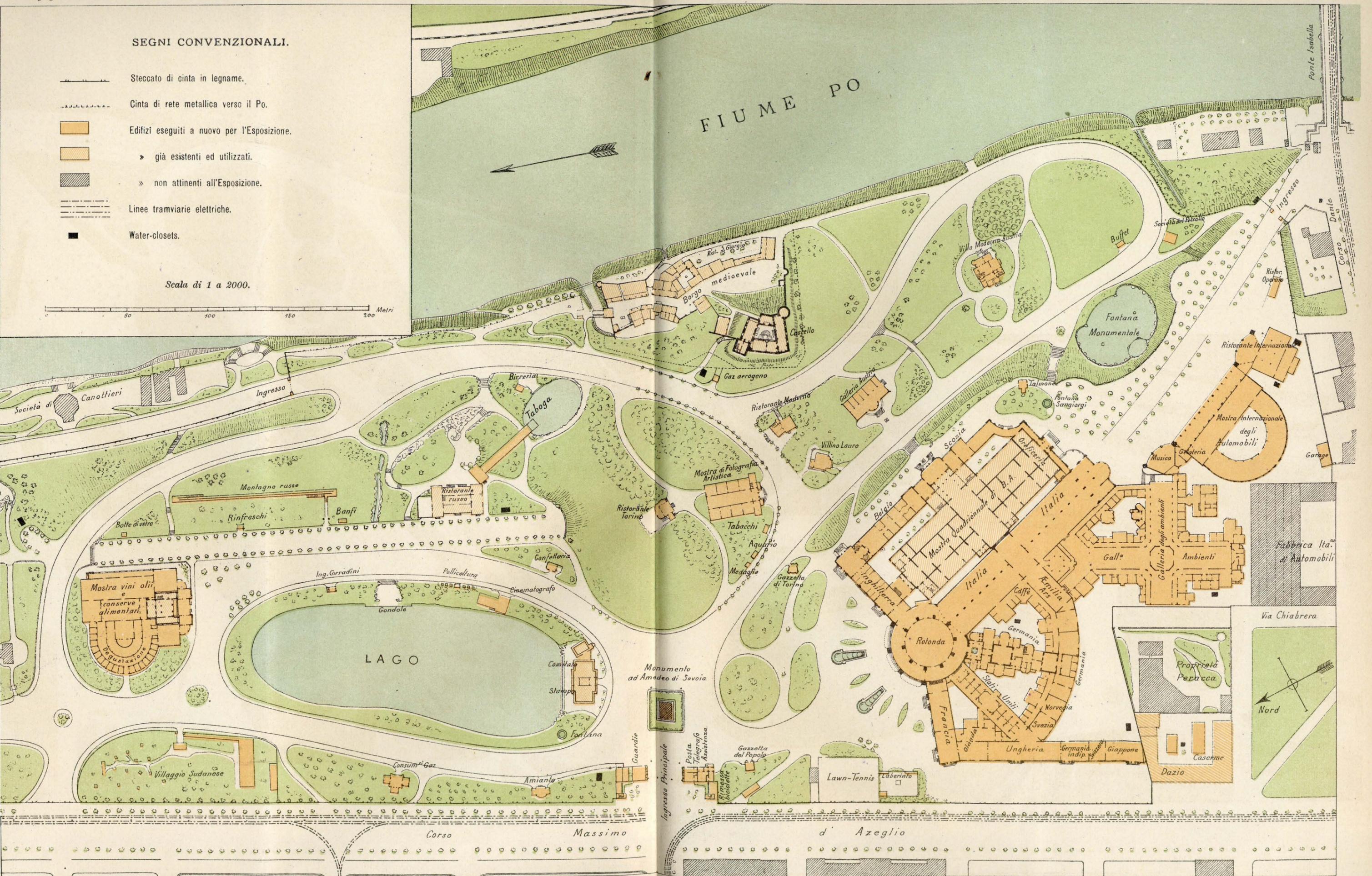
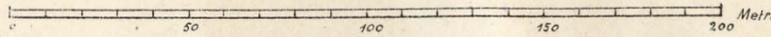
Se adunque le sorgenti del Nembro sono le sole ad alimentare le sotterranee del tunnel, il loro volume di 100 litri al secondo, indicherebbe la misura del *minimum* dell'acqua permanente che potrà sussistere dopo che si saranno vuotati i serbatoi sotterranei. Ciò non ostante rimarrebbe sempre a spiegare il forte tenore in gesso di quelle acque, mentre le sorgenti del Nembro non sono punto gessose.

(Rapport trimestriel, n. 14).

SEGNI CONVENZIONALI.

-  Steccato di cinta in legname.
-  Cinta di rete metallica verso il Po.
-  Edifici eseguiti a nuovo per l'Esposizione.
-  » già esistenti ed utilizzati.
-  » non attinenti all'Esposizione.
-  Linee tramviarie elettriche.
-  Water-closets.

Scala di 1 a 2000.



PRIMA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI ARTE DECORATIVA MODERNA — PLANIMETRIA GENERALE.

Fig. 1. — Elevazione verso il corso Massimo D'Azeglio — 1:200.

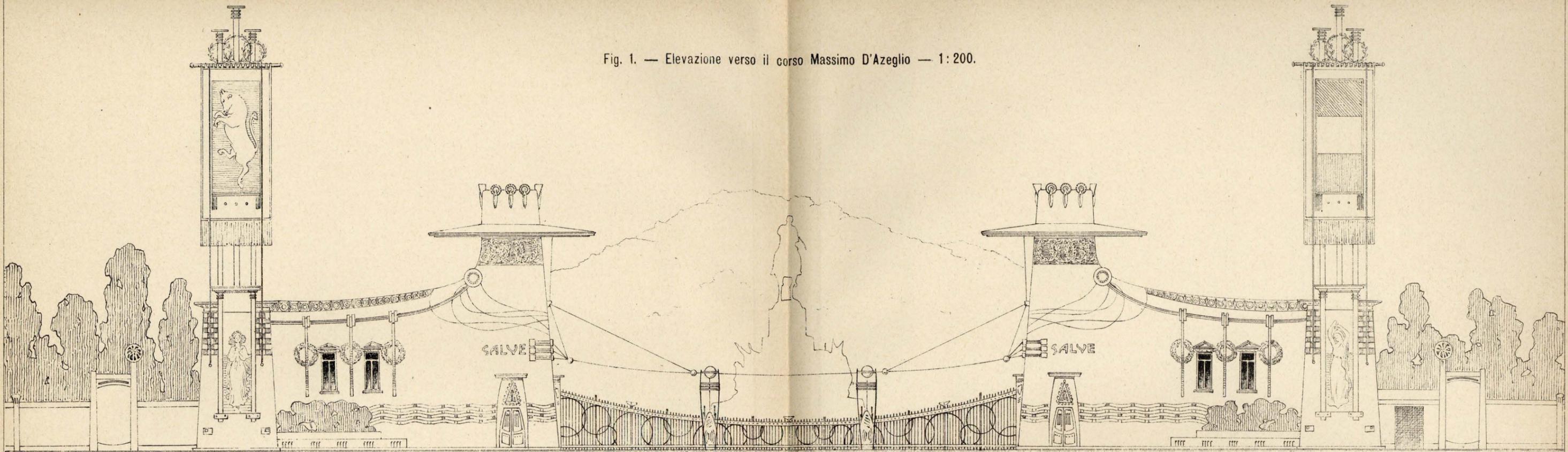
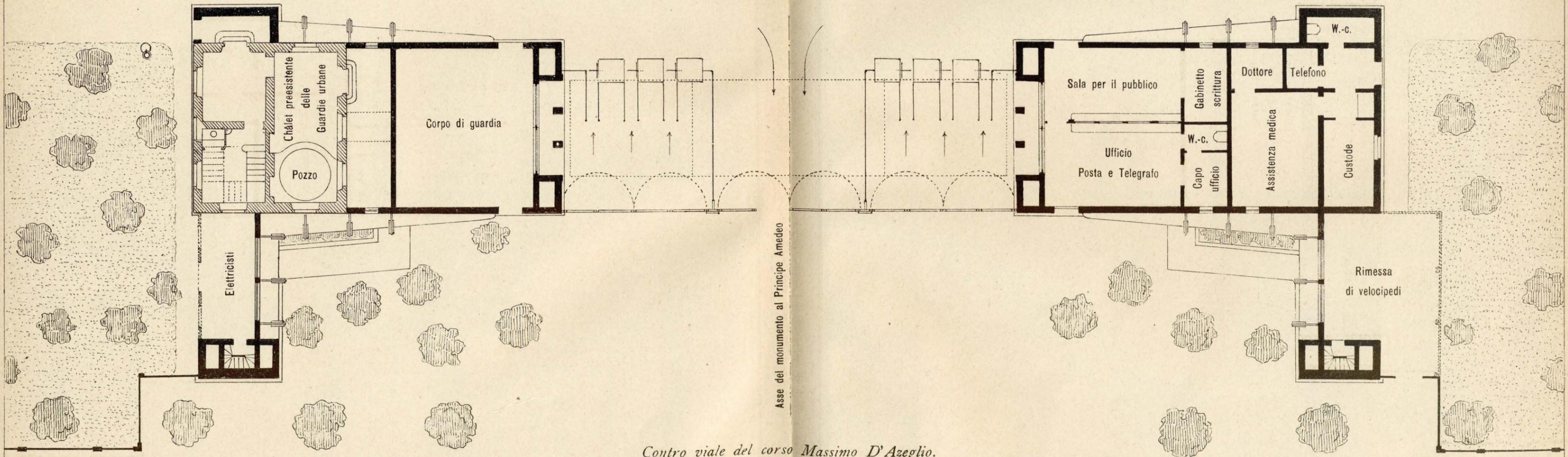


Fig. 2. — Planimetria — 1:200.



Contro viale del corso Massimo D'Azeglio.