

DISSERTAZIONE

PRESENTATA

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

DELLA

Regia Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Torino

DA

RODOLFO SELLA

da Mosso S. Maria (Biella)

PER OTTENERE IL DIPLOMA

DI

INGEGNERE CIVILE

1870

TORINO

TIPOGRAFIA C. FAVALE E COMPAGNIA.

AL CARISSIMO NONNO

CAV. GIOVANNI BATTISTA SELLA

SENATORE DEL REGNO

RELAZIONE
DELLE
ESPERIENZE DINAMOMETRICHE

FATTE SOPRA

LA MACCHINA A VAPORE DEL PIROSCAFO S. BERNARDINO

SUL LAGO MAGGIORE

come pratica esercitazione del Corso di macchine a vapore e ferrovie



Il Chiarissimo Prof. Cav. A. Cavallero, a compimento del suo corso di macchine a vapore e per pratica esercitazione, condusse in quest'anno i suoi allievi sul Lago Maggiore, ove volle far loro conoscere come si proceda in pratica per aver un giusto apprezzamento sulla forza delle macchine a vapore applicate ai piroscafi, e qual sia il metodo per farne il calcolo.

Egli mi scelse a redigere le operazioni da noi fatte, e non posso a meno di dirmi grato per questa dimostrazione di buon concetto a mio riguardo, e malgrado la mia insufficienza, volentieri mi accinsi all'arduo compito, fiducioso che questo mio lavoro possa incontrare benevola indulgenza da quanti ne prenderanno esame.

I.

Descrizione del Piroscapo il *S. Bernardino*.

Le numerose industrie sviluppate nei paesi limitrofi al Lago Maggiore, le rinomate cave di granito non che il bisogno sempre più sentito di stringere relazioni commerciali colla vicina Svizzera, hanno dato tale importanza alla navigazione su questo Lago, da indurre la Società Mangili non solo ad aumentare il nu-

mero dei piroscafi per il servizio sul lago, ma di munirsi ancora di altri speciali mezzi per poter lodevolmente conservarsi in caso di continuare il servizio. Fu quindi necessario in Arona un impianto di un'officina meccanica munita degli attrezzi per le riparazioni dei battelli e di uno scalo, che per la sua costruzione speciale a piani diversamente inclinati, permette il facile carico e scarico delle merci in qualunque circostanza si trovino le acque.

Contansi quivi di già 3 grù, delle quali una a vapore di recente stabilita funziona con tale eleganza ed utilità da meritare essa sola uno studio particolare; spiaceci che i limiti ristretti di questa dissertazione non mi permettano che di farne che menzione. Altre opere di minore importanza vengono tuttodi stabilendosi, cosicchè può questa Società dirsi meritevole della pubblica gratitudine.

Il numero dei piroscafi che a tutt'oggi fanno il servizio sul Lago, è di sette, cioè:

S. Bernardino	a ruote (forza nominale)	64 cavalli
S. Gottardo	» »	64 »
Lucomagno	» »	64 »
Ticino	» »	50 »
S. Carlo	» »	35 »
Paleocapa	ad elice forza	25 cav. eff.
Sempione	» »	25 »

Oltre a questi piroscafi, fanno il servizio per le merci a piccola velocità le seguenti barche da rimorchio:

Genova, portata	tonnellate	60
Milano	» »	60
Maggia	» »	55
Tresa	» »	30
Toce	» »	30
Giona	» »	25
Strona	» »	15
Vevera	» »	8
Venezia	» »	8
Bozza	» »	8

Totale tonnellate 299

Il signor Angelo Mangili, direttore dell'impresa, a cui in ispecial modo si devono tutti i miglioramenti introdotti, pose a nostra disposizione per le esperienze il *San Bernardino*, come quello che di recente riformato, poteva somministrarci tutte le cognizioni, che sono indispensabili per ottenere buoni risultati; fornendoci inoltre di tutti quegli schiarimenti che valessero a render sempre più proficua la nostra pratica esercitazione.

Scafo del piroscapo. — Giunti sul piroscapo, prima di intraprendere gli esperimenti, si fece una visita alle diverse sue parti, fermandoci singolarmente su quelle che hanno diretta attinenza allo studio di macchine a vapore.

Questo piroscapo della lunghezza di 47 metri e della larghezza massima di 5,40 (non comprese le casse per le ruote), è diviso in tre principali scompartimenti, sia nella parte superiore o ponte, che nell'interno o scafo. Dei tre scompartimenti, due servono per i viaggiatori di 1^a classe a poppa, di 2^a a prora. Occupano quel mezzo i meccanismi, le caldaie a vapore e gli ambienti necessari al servizio di locomozione, cioè magazzini per carbon fossile e torba, e ripostigli per cordami ed altri attrezzi.

Allo scopo di impedire che l'acqua lanciata dalle ruote venga spruzzata sul ponte, queste sono ricoperte da una cassa in legno, capace inoltre dei locali per il servizio d'amministrazione, per la cucina e per i cessi. Queste due casse vengono sostenute con robusti ferri ad angolo sul battello e collegate superiormente fra loro da un ponticello, a cui si perviene con una piccola scala, che serve per il comando della manovra. Il camino delle caldaie sostiene un imbuto in tela per la ventilazione interna; un lucernario posto sopra i meccanismi li provvede della luce occorrente.

A poppa il timone viene mosso da un meccanismo speciale a vite destra e sinistra di Westermann, il quale meritamente gode di ottima fama per la sua semplicità, facilità nel maneggio ed il poco posto che occupa. In tempo di nebbia una bussola cosiddetta marina, serve a guidare il battello.

Si ha accesso ai tre scompartimenti interni per mezzo di tre

scale. La sala di 1^a classe, oltre la sua maggiore eleganza, gode nell'inverno di calore procacciato da un calorifero a vapore di cui dirò fra breve parlando dei diversi meccanismi. La sua forma è di trapezio isoscele, di cui i due lati uguali hanno una piccola curvatura come lo comporta la forma del battello con una lunghezza di 9^m,40; le due larghezze interne sono di 4^m,10 e 1^m,90, con un'altezza di 2^m,10, che è pur quella dello scafo. Quella di 2^a classe è lunga 11^m,50 con una larghezza di 5^m che va sempre restringendosi fino a terminar in punta per formarne la prora. È pure munito il piroscavo di due barche da servizio, sospese con carruccole all'altezza del ponte, che si discendono in caso di bisogno.

Macchina motrice e propulsore. — Le parti principali costituenti il meccanismo, del piroscavo sono: una macchina motrice a vapore, sistema Wölf, con due cilindri oscillanti (tav. 1^a), una pompa ad aria con cilindro fisso ed a semplice effetto (tav. 2^a, fig. 1^a), un condensatore, due iniettori Giffard, un cavallo a vapore di riserva, una pompa a mano a doppio ufficio, cioè per la sentina e per riempir la caldaia, una 3^a pompa per la sentina mossa da una leva solidaria all'asse d'oscillazione dei cilindri motori.

Otto colonne *A* in ghisa, del diametro di 0^m,07 e dell'altezza 1^m,50, disposte in due ordini su pianta rettangolare, vengono collegate superiormente tutto all'intorno da una robusta cornice in ghisa, che, oltre a tenerle unite, sopporta parte del tavolato superiore del piroscavo ed il lucernario che dà luce ed aria alla macchina; le stesse superiormente sopportano, nel verso dell'altezza del rettangolo, una grossa sbarra in ghisa *B* ad arco di circolo volgente la sua convessità al basso, portante nel suo mezzo i cuscinetti su cui poggia l'albero motore *X* munito alle due estremità delle ruote a palette piane formanti il propulsore. Queste ruote hanno il diametro di m. 4,08 e la larghezza di m. 1,98, l'altezza delle loro palette è di m. 0,528. L'albero motore è ripiegato tre volte a gomito portando le tre manovelle a cui sono uniti i tre alberi dei due cilindri motori *C, D* e della pompa ad aria. Due

sbarre in ghisa *E*, in forma di croce di Sant'Andrea, poste ai due estremi del rettangolo, aiutano a sostener la cornice in ghisa ed il tavolato laterale del piroscavo non che le casse per le ruote. I due cilindri motori son posti fra le due prime e le due ultime coppie di colonne; le 2 coppie intermedie portano il meccanismo della distribuzione per i due cilindri e per il movimento d'avanti ed indietro (tav. 3^a, fig. 1^a), tra esse evvi il tubo *F* adduttore del vapore dal piccolo al cilindro grande, un po' più indietro la pompa ad aria il cui asse *G* è inclinato.

Caldaie. — Ad effettuar il movimento di quasi tutti questi meccanismi occorre il vapore, il quale è prodotto da due caldaie tubulari di forma cilindrica e perfettamente identiche, avente ciascuna 106 tubi d'ottone della lunghezza di 2^m,34 e del diametro esterno di 0^m,070. Ogni caldaia è munita di due focolari del diametro di 0,660 a regresso di fiamma; i gaz caldi percorrono prima la parte inferiore della caldaia e risvoltandosi in seguito ad angolo retto nella parte posteriore, passano nel corpo tubulare venendo nella parte anteriore; quivi con altro risvolto pure ad angolo retto vanno al camino che è di forma cilindrica con un diametro di m. 0,768 ed un'altezza di 6^m,60. Dovendo il camino ricevere i gaz caldi provenienti dalle due caldaie, al disopra di esse e nel mezzo ha la forma di un tronco di cono, restringentesi dal basso all'alto, sino ad aver il sopracitato diametro e conservandosi cilindrica per tutta l'altezza. La porta del focolare è a doppio battente, la graticola si compone di 52 sbarre in ghisa della lunghezza di 0^m,78, dello spessore di 0,020, distanti di 0,003. Il cenerario, che serve pure all'alimentazione del focolare, contiene un'altezza d'acqua di 0^m,10, la quale serve sia a spegnere i pezzi di carbone incandescenti che cadono dalla graticola, sia collo svolgimento di vapore ad alimentare la corrente.

Ciascuna caldaia è della lunghezza di 2^m,592, del diametro di 2^m,047. La cassa del vapore ha un'altezza di 0^m,914 ed un diametro di 0^m,662. Il duomo di cui è munita ognuna caldaia ha un diametro di 0^m,77 ed un'altezza massima di 1^m,10, ha forma cilindrica

ed è superiormente coperto da un segmento sferico portante due piccoli cilindri d'altezza 0^m,23 con un diametro interno di 0^m,125 ove sono adagiate due valvole di sicurezza armate a leva internamente; le valvole hanno un diametro massimo di 0^m,089 e di 0^m,082 all'orifizio; i due bracci di leva sono ciascuno di 0^m,102 e 0^m,510. Il vapore eccedente che sfugge dall'apertura lasciata libera dalle valvole si scarica per mezzo dei due piccoli cilindri e per due tubi che poscia si riuniscono in un caminetto speciale. Un manometro di Bourdon, due chiavi di prova ed un indicatore del livello a tubo di vetro servono per la sicurezza di ognuna caldaia.

La presa di vapore per l'alimentazione della macchina si effettua dal duomo delle caldaie per mezzo di due grossi tubi che dopo breve tratto si riuniscono in uno solo di diametro maggiore, che porta direttamente il vapore nel cilindro grande. Questo tubo è munito d'una valvola a farfalla, la quale apresi o chiudesi per mezzo d'un congegno di leve posto nella parte anteriore del cilindro piccolo sotto la cornice in ghisa. Il braccio della leva che vien mosso dal macchinista scorre entro un settore circolare graduato in modo, che si può aumentare o diminuire la presa di vapore. Oltre all'alimentazione della macchina da ciascun duomo si fa pure la presa di vapore per mezzo di due altri tubi di minor diametro per gl'iniettori ed uno di detti tubi serve pure al cavallo di riserva. Se ne fa poi una terza nell'inverno per il riscaldamento della sala di prima classe. Un tubo parte dal duomo e porta il vapore in due altri che percorrono la sala; questi tubi si immettono distintamente in un condensatoio speciale con galleggiante a leva. Una valvola di scarica tiene costantemente in funzione il condensatoio quando l'acqua cresce di livello.

Ambedue le caldaie funzionano con una pressione di 4 a 4 1/2 atmosfere, cioè di 4 kg., 217 a 4 kg. 589 per cm. q.

Il combustibile adoperato per l'accensione è torba e carbone di legna, per l'ulteriore riscaldamento il carbon fossile; nella stagione invernale la sola torba serve alla messa in pressione ed al

riscaldamento. L'altezza del combustibile sulla graticola è di circa 15 cm.

Cilindri motori. — La macchina a vapore, come già dissi, è a sistema Wölf con due cilindri verticali oscillanti attorno al tubo d'arrivo e d'uscita del vapore *HFL*. Il piccolo cilindro *C* opera ad alta pressione, ha un diametro di 0^m,5715 con un'altezza di 1,28. Lo stantuffo ha uno spessore massimo di 0,198 e la sua corsa intiera è di 0,914. Il cilindro che racchiude lo stantuffo è in ghisa; concentrico allo stesso trovasi unito un secondo cilindro di diametro 0^m,73 munito d'un involucro in legno; l'intervallo fra i due cilindri serve al passaggio del vapore dal tubo d'arrivo *H* a due valvole a cassetto *M*, dette le cassette di distribuzione. Il vapore pel tubo di arrivo *H* va fra il cilindro e l'involucro, ed entra nelle cassette, da cui va ad operare su una delle facce dello stantuffo, per ritornare quindi alle cassette, e passare poi fra i due cilindri e pel tubo *F* al cilindro grande.

Il cilindro piccolo oltre le due cassette di distribuzione ne porta una terza *N* munita di apposita chiave, destinata a dar passaggio diretto del vapore che arriva dal tubo *H* frammezzo i due cilindri al tubo *F* e quindi al cilindro grande. Ha poi nella parte inferiore una chiave, che serve a scaricare il cilindro del vapore che si è condensato, ed alla parte superiore porta un ingrassatore a doppia chiave. Consta questo di due sfere cave d'ottone unite fra loro con un tubo pure d'ottone, l'inferiore porta un altro tubo munito di madre vite che s'invita sulla faccia superiore del cilindro. Questi due tubi portano ciascuno una chiave; la sfera superiore è aperta e serve di imbuto, per ricevere la materia ingrassante, che qui è sego fuso. Quando lo strumento è a sito l'operazione si effettua chiudendo la chiave più bassa, quindi versato il sego fuso si chiude la chiave superiore, e poscia, aprendo l'inferiore, il sego discende nel cilindro e si frappone fra cilindro e stantuffo, senza che vapore possa uscirne; sono questi ingrassatori i più convenienti.

Il cilindro grande *D* è del diametro di 0^m,889 e dell'altezza di 1^m,28, opera a bassa pressione e similmente al piccolo porta due

cassette di distribuzione. Il vapore dal tubo *F* arriva alle cassette percorrendo una parte del tubo *O* che a forma d'anello avvolge il cilindro e, dopo aver operato sullo stantuffo, per l'altra parte si scarica pel tubo *L* al condensatore *A'*. Una chiave nella parte inferiore del cilindro serve per la scarica del vapor condensato, la parte superiore è munita di un ingrassatore a semplice chiave composto di un tubo munito superiormente d'una sfera cava ad imbuto capace del sego fuso, la chiave di forma conica è posta entro questa sfera, ed il sego passa fra essa ed il tubo, ma lascia sfuggir del vapore quando si apre. Il vapore che ha agito se ne esce per il tubo *L* e va al condensatoio.

Apparecchio di condensazione. — Fra i due cilindri è posta la pompa ad aria del condensatore, la quale è a semplice effetto e costituita d'un cilindro fisso in ghisa, il cui asse del diametro di 0^m,555 e con un'altezza di 0^m,828 è inclinato; il gambo dello stantuffo è legato a snodo ed oscilla nella sua corsa entro un involucro *a*, pure in ghisa, fisso allo stantuffo. L'acqua viene estratta direttamente dal lago per mezzo di un tubo che la versa in apposito serbatoio *P*; a questo effetto la pompa è munita in basso di due valvole di caoutchoux *b* aprentesi dall'infuori all'indentro. Nella corsa ascendente dello stantuffo l'acqua viene aspirata, e nella discendente passa al disopra del medesimo, munito a sua volta di valvola *c* aprentesi dal basso all'alto, e nella nuova corsa ascendente, oltre ad aspirar acqua, getta quella già aspirata nel condensatoio *A'* per mezzo di un tubo fornito dalla valvola *d*.

Il condensatoio *A'* consiste in una cassa di forma parallelepipedo rettangolo, le cui dimensioni sono: altezza 0^m,96, larghezza 0^m,3, lunghezza 0^m,828; pel tubo *L* riceve il vapore che ha finito d'agire nel cilindro grande, ed effettuata la mescolanza coll'acqua fredda, questa per altro tubo se ne va al lago. Il condensatoio è pure provvisto dell'indicatore del vuoto, d'un tubo sfiatatore sulla cassa raccoglitrice, di due tubi di iniezione dell'acqua con chiave regolatrice; spesso l'acqua per la condensazione si toglie dalla sentina con altro rubinetto d'iniezione.

Meccanismo di distribuzione. — Resta ora parlare della distribuzione del vapore e del suo meccanismo. Questo è rappresentato nella Tav. III, fig. 1^a e 2^a — *R* è un settore circolare scorrevole sulle colonne *A*, fornito d'una feritoia circolare *S*. In questa feritoia scorrono le estremità *a* di due leve di 1^a specie *a b c* fisse in *b* sul cilindro motore *G*. Portano queste leve all'estremità *c* i gambi *d* delle valvole a cassetto. Il settore *R* è unito in *e* alla leva *W* fissa in *g* sulla colonna *A*, l'estremità *W* serve ad innalzare od abbassare il settore, e quindi a dare l'adito del vapore su una delle faccie dello stantuffo motore. Un eccentrico circolare *Q* calettato sull'albero motore *X* porta in *h* la barra d'eccentrico (fig. 2^a), la quale può a volontà rendersi solidaria al settore per mezzo d'un bocciuolo *m*, che si fissa in *n* colle aste *p*. Queste due leve possono così partecipare al doppio movimento d'oscillazione del cilindro motore e di moto alterno prodotto dall'eccentrico. *Q*.

II.

Esperienze dinamometriche.

Indicatore delle pressioni di Richard. — Scopo precipuo delle nostre operazioni era di determinare il lavoro sviluppato sugli stantuffi della macchina. Per ciò ottenere ci servimmo dell'indicatore delle pressioni di Watt perfezionato da Richard. Questo apparecchio consiste in un piccolo cilindro con stantuffo, a cui si collega una molla detta *molla dell'indicatore*; nella parte opposta il cilindro è munito d'un tubo con chiavette e madre-vite, il quale si colloca sul fondo d'uno dei cilindri nel foro lasciato libero dall'ingrassatore, che a quest'uopo si toglie. Lo stantuffo poi porta nella parte della molla una piccola asta con matitoio, collegato per mezzo d'un conveniente congegno di leve. Questo serve a descrivere i diagrammi sopra un pezzo di carta, avvolta sopra un tamburo posto presso il cilindro e fatto rotare in un senso per

mezzo d'una cordicella nella corsa diretta dello stantuffo motore, nel senso opposto da una molla d'orologio posta entro il tamburo nella corsa retrograda. Il cilindro dell'apparecchio col mezzo delle due chiavi può mettersi in comunicazione ora coll'atmosfera, ora coll'interno del cilindro motore. Postolo solo in comunicazione coll'atmosfera ed avvicinato il matitoio alla carta, si fa su questa segnare una linea orizzontale detta *della pressione atmosferica*.

Ecco ora il modo da noi praticato per porlo in opera: tolto l'ingrassatore d'uno dei cilindri, vi si pose l'indicatore, previa esatta chiusura delle unioni con stoppa. Il moto del tamburo si ottenne non colla semplice cordicella, ma con altro piccolo tamburo munito internamente di due molle d'acciaio, volte in senso contrario l'una all'altra, e fissato sul cilindro motore; la molla più lunga attaccata colla estremità al gambo dello stantuffo, nel suo moto alterno ora era tirata, ora lasciata a sè, ne ritornava alla prima posizione. Lo stesso piccolo tamburo poi porta su l'una delle facce una rotella, a cui si avvolge la cordicella del tamburo dell'indicatore; il moto rotatorio perciò si ottiene dal moto alterno del gambo dello stantuffo motore.

Le avvertenze nell'usare l'indicatore per ottenere i diagrammi sono:

- 1° Far segnare la linea della pressione atmosferica;
- 2° Non metterlo in comunicazione col cilindro prima che il moto sia ben regolato;
- 3° La matita non deve passare più di due volte sul contorno del diagramma, affinchè questo riesca ben segnato, ma non troppo confuso.

Noveratore meccanico dei giri. — Per ottenere poi il lavoro motore è necessario conoscere il numero dei giri dell'albero motore, e perciò ci servimmo d'un contagiri meccanico di Garnier (per la descrizione ed il disegno vedi *Atlante di macchine a vapore e ferrovie*, compilato dal chiar.^{mo} Professore, pag. 202 e seg.), la cui leva veniva legata con una cordicella all'estremità della leva *W* del meccanismo di distribuzione e così percepiva il moto di va e vieni.

Modo con cui si eseguirono le esperienze. — Affinchè tutti gli allievi potessero vedere come funziona l'indicatore, l'egregio Professore volle far ricavare un diagramma ogni due allievi, coll'incarico l'uno di osservare il numero dei giri sul contatore, e l'altro la pressione del manometro della caldaia e dell'indicatore del vuoto. Si ricavarono così molti diagrammi, ma stante la perfetta loro rassomiglianza, io ne scelsi quattro per ogni cilindro, essendosi pure fatto quattro specie di diagrammi, secondo la maggiore o minore apertura della valvola d'immissione del vapore nel cilindro.

Quadratura dei diagrammi e calcolo del lavoro indicato. — Il processo per calcolare la forza della macchina consiste in ciò: preso il diagramma, si abbassano sulla linea della pressione atmosferica due perpendicolari tangenti nei punti estremi della curva; la distanza fra queste due tangenti si divide in un numero pari di parti uguali, per es. 10, e si tirano le ordinate parallele alle tangenti. Poesia dette $h_1, h_2, \dots, h_{2n+1}$ queste ordinate, si misurano le parti di esse comprese fra due punti della curva e colla formula di P Simpson:

$$S = \frac{1}{3} l \left[h_1 + h_{2n+1} + 2(h_3 + h_5 + \dots) + 4(h_2 + h_4 + \dots) \right]$$

se ne valuta l'area S , l essendo la lunghezza d'una delle parti, in cui fu divisa la distanza fra le due ordinate estreme. Quindi si calcola l'ordinata media, dividendo l'area S per l'intera corsa del diagramma, ossia per la distanza delle due ordinate estreme. La pressione media P_m risulterà dividendo l'ordinata media per il coefficiente di compressione della molla per ogni atmosfera e moltiplicando per 10333 si ha in chilogrammi. Le molle usate furono due, una per ogni cilindro, corrispondendo la prima mm. 12,7 per il cilindro piccolo e mm. 24,8 per il grande. Finalmente la forza indicata dal diagramma si otterrà colla formula:

$$F = 2 \frac{\pi D^2}{4} L \frac{n}{60} \frac{P_m}{75};$$

in cui F indica la forza, π il noto rapporto fra circonferenza e diametro, D il diametro interno del cilindro, L la corsa intera dello stantuffo, n il numero dei giri dell'albero motore al I' . Il prodotto $2 \frac{\pi D^2}{4} L$ è il volume sviluppato dallo stantuffo per ogni giro dell'albero motore; moltiplicato per $\frac{n}{60}$ darà il volume ogni 1" e per P_m il lavoro in chilogrammi: diviso poi per 75 si hanno i cavalli a vapore. Ma in pratica suolsi moltiplicare questo numero per $\frac{9}{8}$ per correggere gli errori che provengono dalla inerzia della molla, dalle fughe, dal peso delle parti mobili dell'indicatore, cosicchè si avrà:

$$F' = \frac{9}{8} 2 \frac{\pi D^2}{4} L \frac{n}{60} \frac{P_m}{75}.$$

Se si volesse ricavare il lavoro sviluppato sull'albero motore, basterebbe moltiplicare questo per $\frac{8}{10}$, e così si avrà:

$$F'' = \frac{8}{10} \frac{9}{8} 2 \frac{\pi D^2}{4} L \frac{n}{60} \frac{P_m}{75}.$$

Fatti i calcoli sugli otto diagrammi, di cui nella Tav. III, si ebbero i seguenti risultati:

QUADRO N. 1.

CILINDRO PICCOLO.

N. D'ORDINE	N° dei giri dell'albero motore per 1'	Apertura della valvola di presa	Corsa del diagramma in cent. m.	Area del diagramma in cent. q.	Ordinata media in cent. m.	Pressione media in Kg.	LAVORO		
							Indicato sullo stantuffo		UTILE sull'albero motore in cav. vap.
							in Kgm.	in cavalli vapore	
1	37	$\frac{1}{4}$	12,80	3723,3648	2,29	23662,57	7761,42	103,61	82,89
2	38	$\frac{1}{2}$	12,55	3790,0060	2,37	24489,21	8154,84	108,72	87,08
3	38	$\frac{3}{4}$	12,30	3447,69	2,20	22733,60	7569,96	100,93	80,74
4	36	aperta	12,20	3636,54	2,34	24179,22	7616,45	101,55	81,24

CILINDRO GRANDE.

N. D'ORDINE	N° dei giri dell'albero motore per l'	Apertura della valvola di presa	Corsa del diagramma in cent. m.	Area del diagramma in cent. q.	Ordinata media in cent. m.	Pressione media in Kg.	LAVORO		
							Indicato sullo stantuffo		UTILE sull'albero motore in cav. vap.
							in Kgm.	in cavalli vapore	
1	34	$\frac{1}{4}$	13,20	2542,32	0,776	8018,41	3791,29	77,22	61,78
2	38	$\frac{1}{2}$	12,95	2770,49	0,86	8886,38	7157,91	93,30	76,24
3	37	$\frac{3}{4}$	12,30	3071,76	0,93	9609,69	7346,00	100,61	80,49
4	40	aperta	12,85	3089,30	0,96	9919,68	8416,37	112,18	89,74

Se si osservano i risultati avuti nella penultima colonna del primo quadro, si vede che mentre la presa di vapore va crescendo, aumenta la forza dal N° 1 al N° 2 e dal N° 3 al N° 4, mentre dal N° 2 al N° 3 diminuisce; ciò proviene che la pressione in caldaia diminuì sensibilmente in modo, che per i due primi conservossi di 3 atmosfere ed 1,3 e nei due ultimi era minore di 3.

Per il quadro N° 2 essendosi conservata la pressione presso che di 3 atmosfere 1,3, la progressione della forza è quasi costante. Sommando i due risultati e prendendone una media, si ottiene la forza del piroscavo di circa 200 cavalli-vapore indicati sullo stantuffo, cioè di 160 sull'albero motore, corrispondenti a 64 cavalli nominali, e tale è appunto la forza che hanno simili piroscavi.

Discussione dei diagrammi. — Se ora poniamo mente alla forma dei diagrammi, che ci diedero tali risultati, si scorge come essi differiscano dai diagrammi teorici di queste macchine, il che facilmente si comprende, non potendosi la distribuzione fare in un modo pienamente regolare e non essendo l'indicatore uno strumento perfetto. Consideriamo dapprima il diagramma del cilindro piccolo: la parte di contorno che si riferisce alla corsa diretta comprende tre periodi: BC d'introduzione, CD d'espansione, DE d'anticipazione alla scarica; l'altra parte relativa alla corsa retrograda contiene pure i tre periodi: EFG di scarica, GA di compressione ed AB d'anticipazione all'introduzione. Ora nel periodo di scarica EFG havvi il punto F di flesso; questo dipende dal modo di callettamento dell'eccentrico nel meccanismo della distribuzione, cioè l'angolo di callettamento non corrisponde al regolare scaricarsi del vapore dal cilindro; cosicchè da E in F non si ha la totale apertura della cassetta di distribuzione, mentre si ha da F in G .

Gli stessi periodi si osservano nel contorno del diagramma del cilindro grande, cioè: il periodo HKI d'introduzione, IL di espansione, LM d'anticipazione alla scarica nella corsa diretta; il periodo MN di scarica, NO di compressione, OH di anticipazione all'introduzione nella corsa retrograda. Anche qui nel punto

K vi è un punto di flesso prodotto dalla stessa causa che produce il flesso F nel diagramma del cilindro piccolo, solo che qui succede per l'introduzione ciò che là succedeva per la scarica.

Velocità del piroscapo. — Per misurare la velocità del piroscapo si scelsero diverse stazioni: conosciuta la loro distanza e valutato il tempo impiegato a percorrerla, dividendo la distanza per il tempo si poté ottenere; ma questi esperimenti essendo contemporanei a quelli di ricavar diagrammi, non riescirono tutti esatti per il continuo cambiamento della carta nell'indicatore di Watt, che importava di sovente arrestarsi e riporsi di nuovo in marcia. Riuscirono abbastanza soddisfacenti da Arona a Belgirate e da Belgirate e Stresa, di cui eccone i risultanti:

Da Arona a Belgirate strada percorsa	km. 9,200,	tempo impiegato	26'
Da Belgirate a Stresa	»	»	km. 6,200, »
			» 16'

cosicchè si hanno le due velocità di km. 21,2 all'ora per la prima, km. 23,3 all'ora per la seconda.

Le esperienze non si dovevano limitare a conoscere soltanto la forza del piroscapo, e determinarne la velocità, ma estenderle a conoscere la temperatura dei gaz caldi nel focolare e nel camino, ed il combustibile consumato; ma per siffatte esperienze venne a mancare ogni tempo, atteso il grande numero degli allievi occupati a ricavare i diagrammi, onde non resta possibile il dare maggiori dettagli.

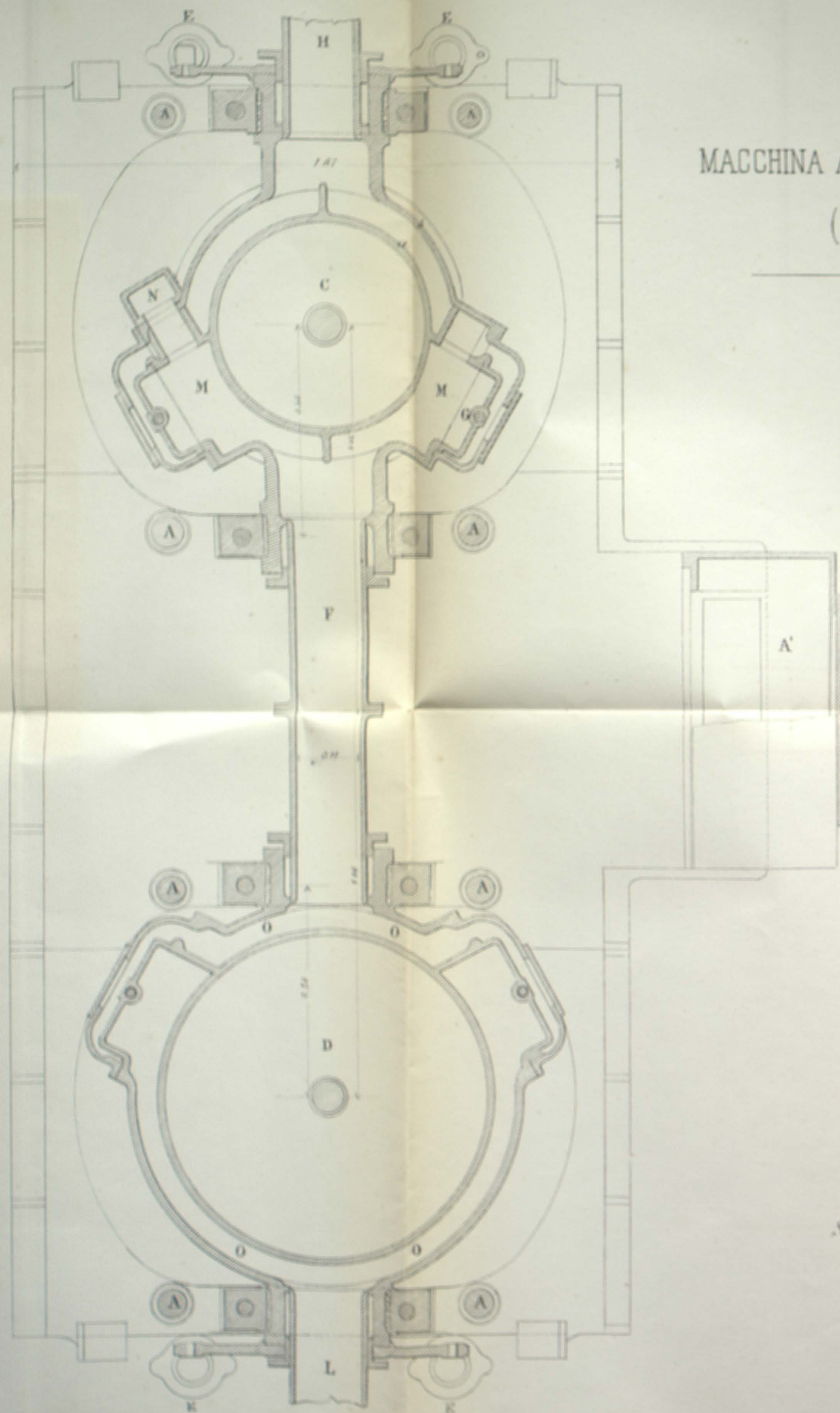
Così compiuta quest'esposizione io debbo, a nome anche dei miei compagni, porgere ben dovuti ringraziamenti alla squisita cortesia, con cui il signor A. Mangili, Direttore dell'Impresa di Navigazione sul Lago, pose a nostra disposizione il detto piroscapo San Bernardino, e si mostrò largo d'ogni istruzione e di tutti i possibili mezzi per fare le esperienze sovradescritte, onde venne dato di applicare con molto frutto gli studii teorici del nostro corso, fatti così viepiù utili per ogni caso di pratica attuazione.

Nè dimenticherò il signor Carosio, il macchinista e quanti altri addetti al piroscalo pel modo con cui essi pure risposero ad ogni nostro desiderio pel compimento delle fatte esperienze.

In questi tempi in cui l'industria è destinata ad occupare un posto sì elevato nell'umano consorzio, sarà ogni dì più sentita la importanza di questi studii, e chiunque porge aiuto ai loro incrementi e ad una più esatta conoscenza di ogni punto della loro applicazione, acquista un titolo alla pubblica gratitudine.

RODOLFO SELLA.

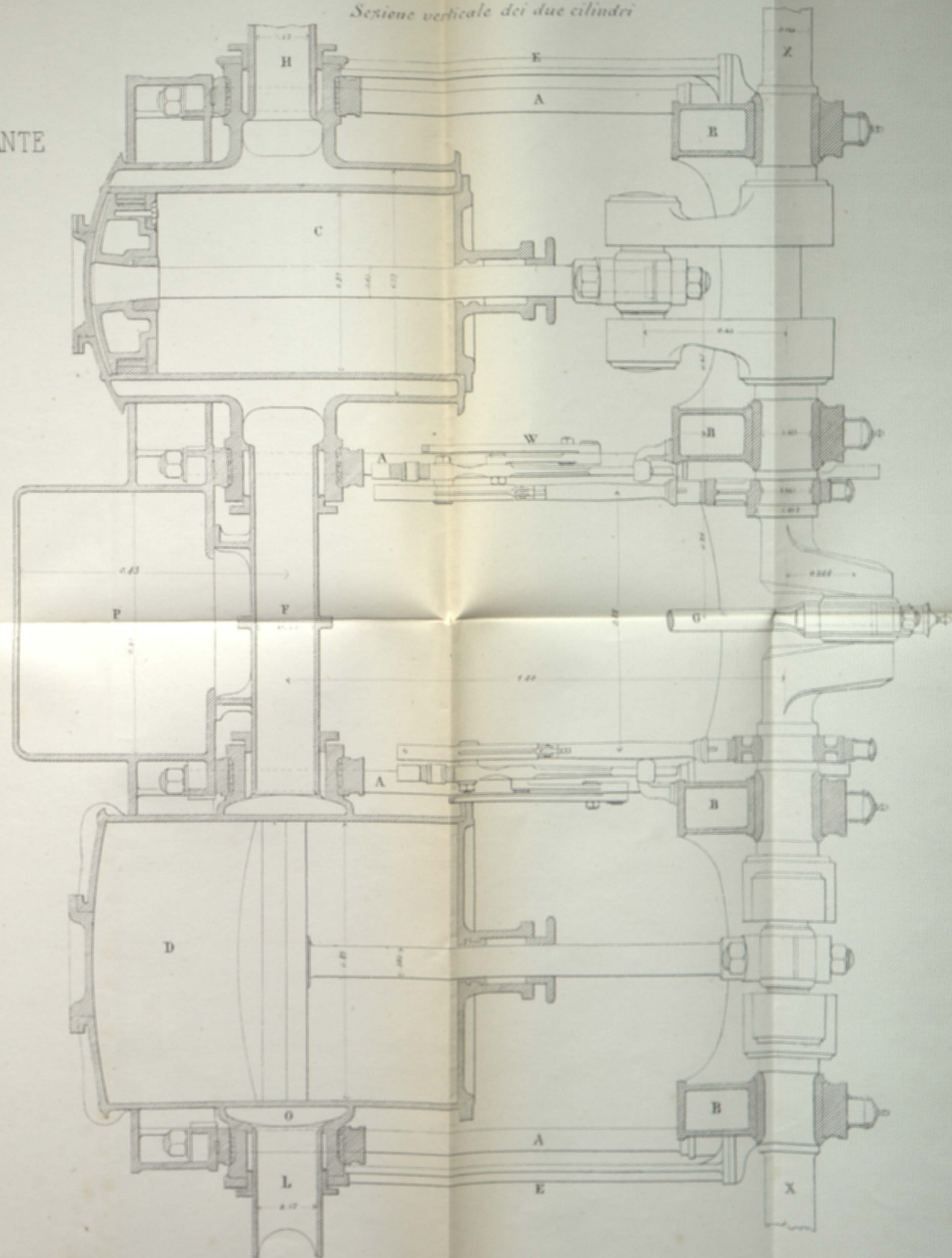
Sezione orizzontale dei due cilindri



MACCHINA A VAPORE OSCILLANTE
(SISTEMA WOLF)

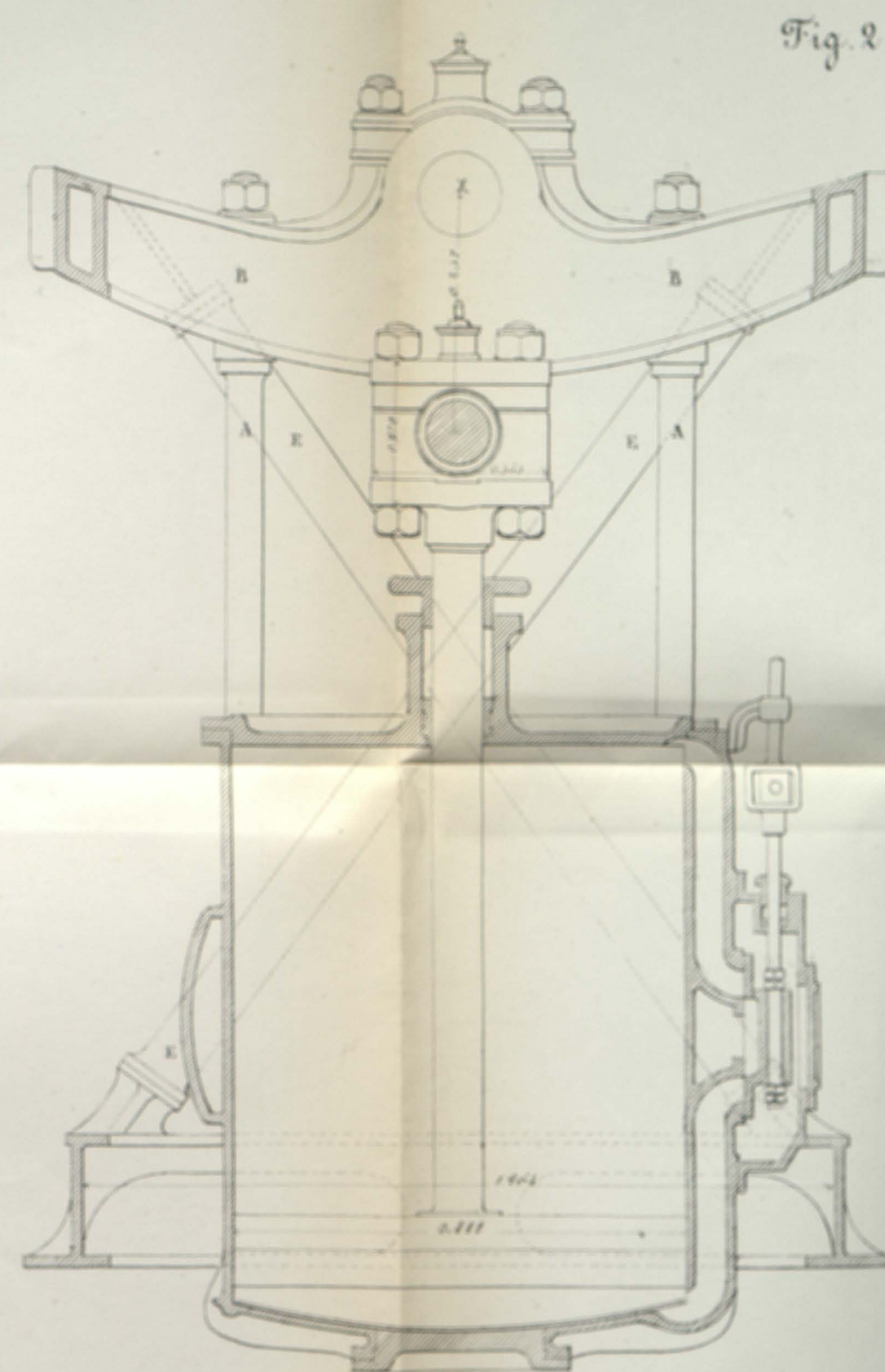
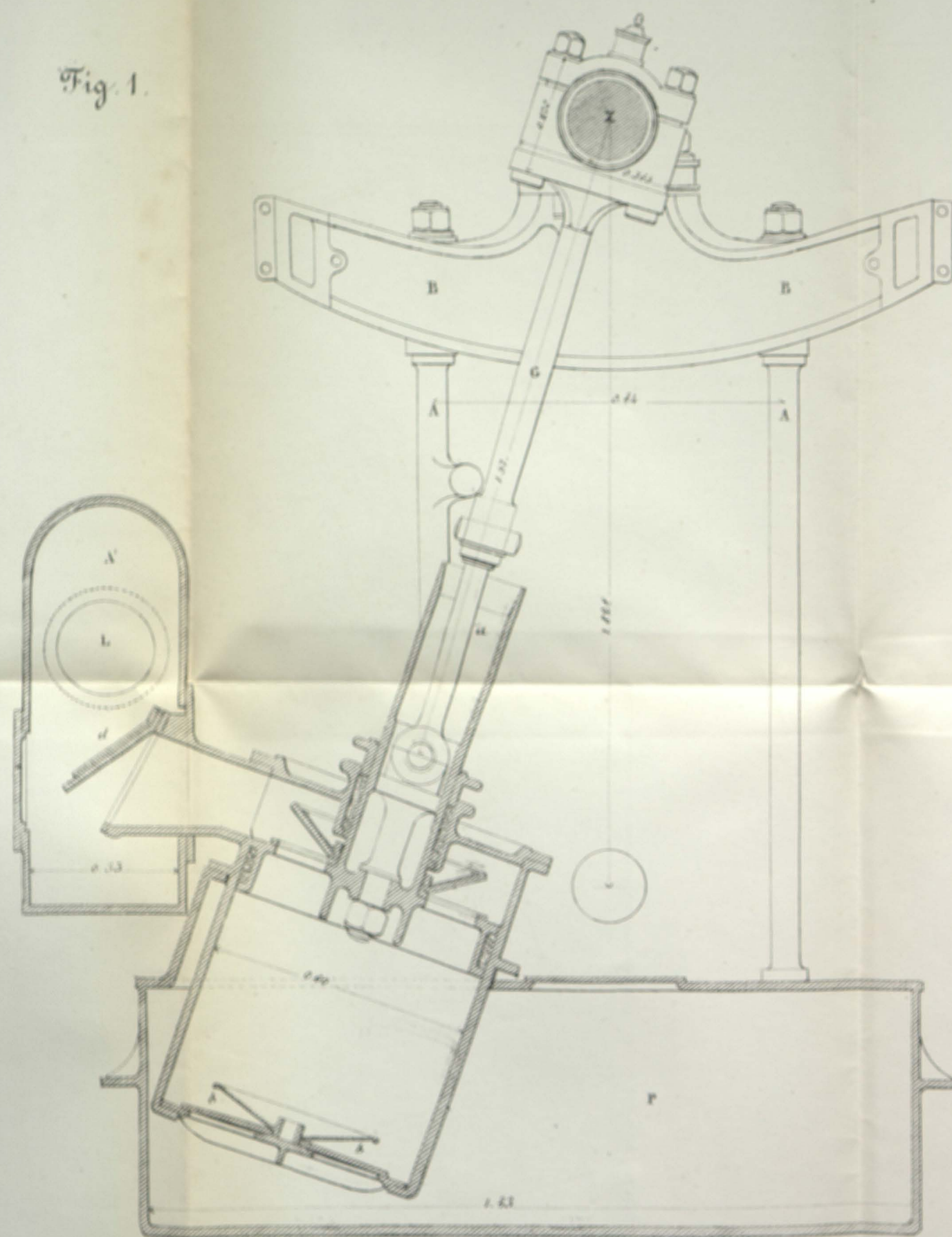
Scala di 1:12

Sezione verticale dei due cilindri



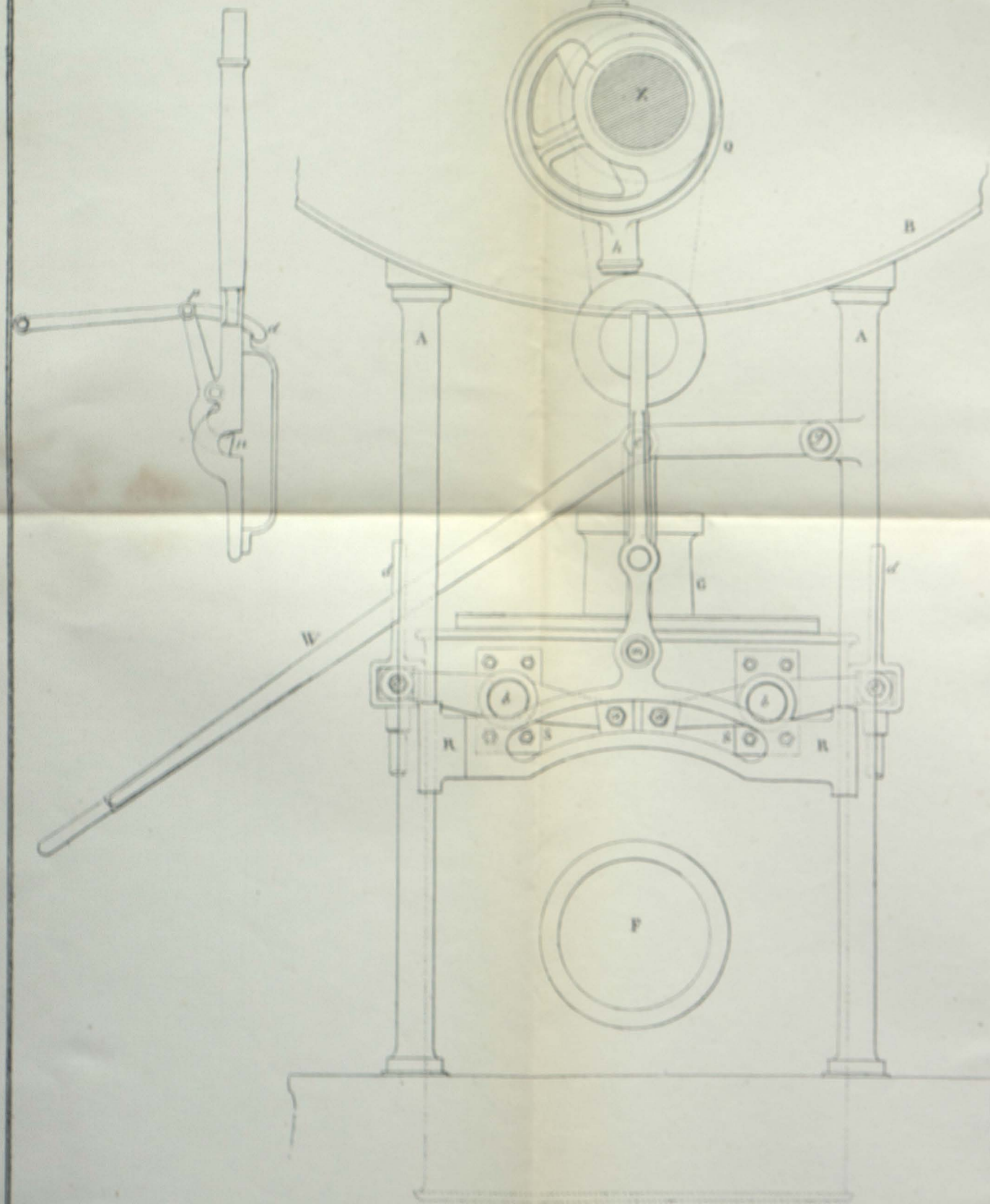
Sezione della pompa ad aria e condensatore

Sezione del cilindro grande

*Scala di 1:12*

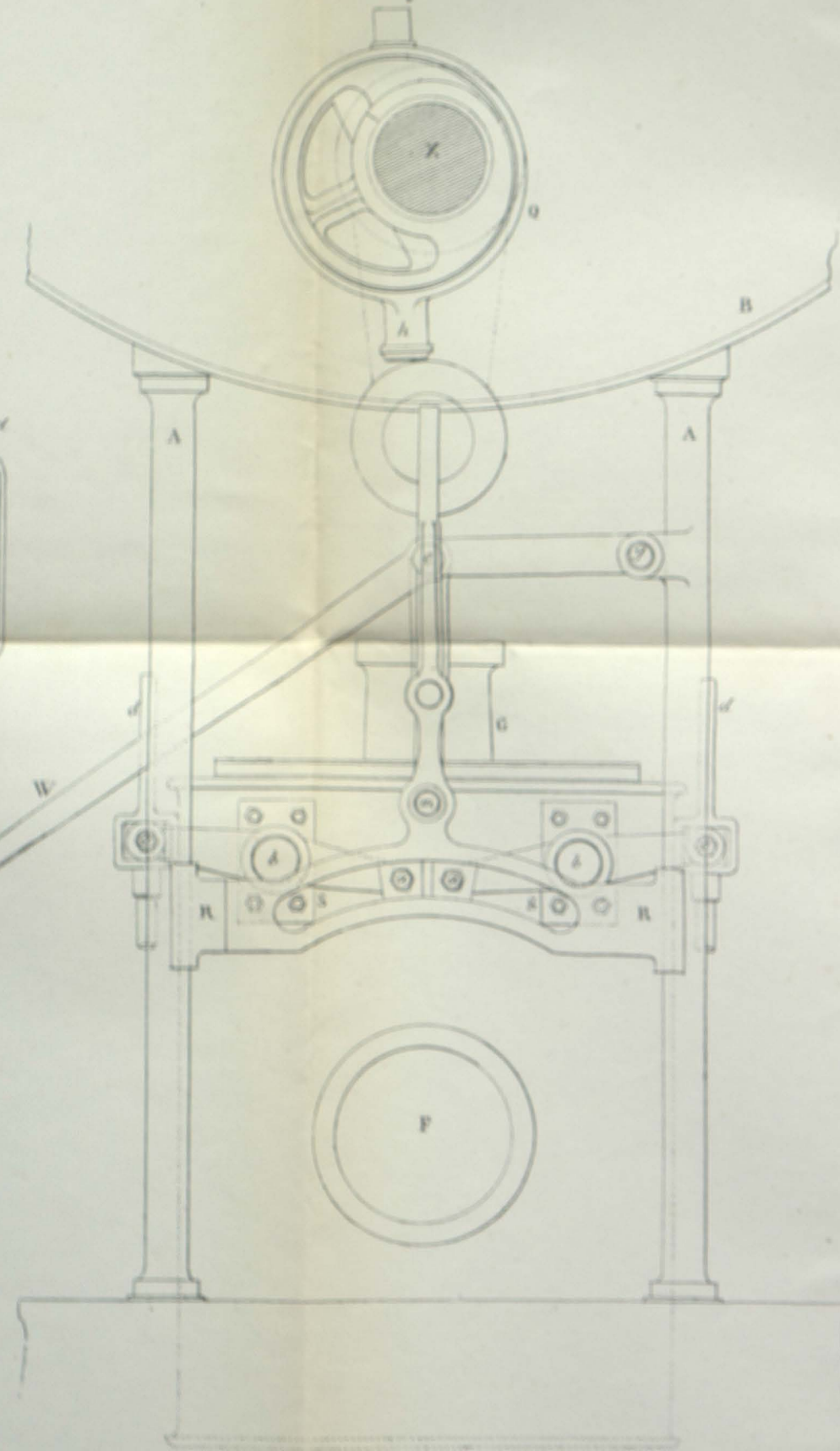
MECCANISMO DI DISTRIBUZIONE

Fig. 2



Scala di 1/10.

Fig. 1



DIAGRAMMI DELLA MACCHINA

Cilindro piccolo

Scala naturale

Cilindro grande

Scala dell'indicatore

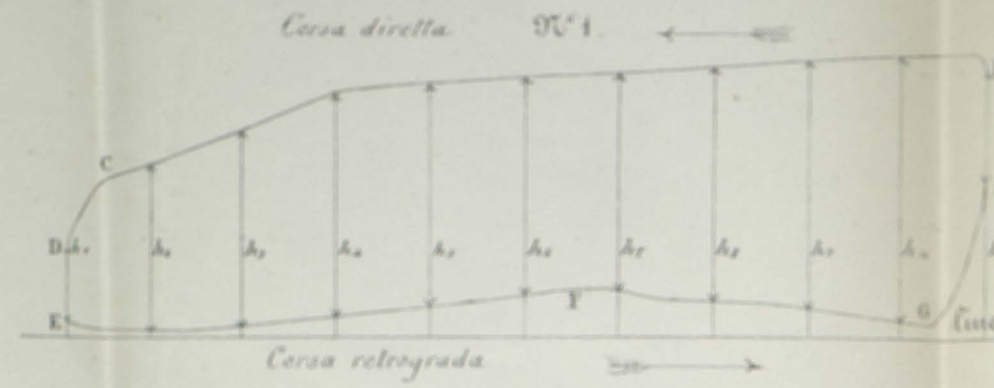


Fig. 2

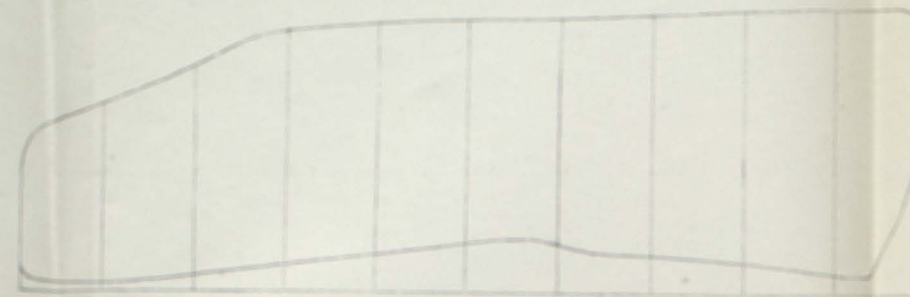


Fig. 3

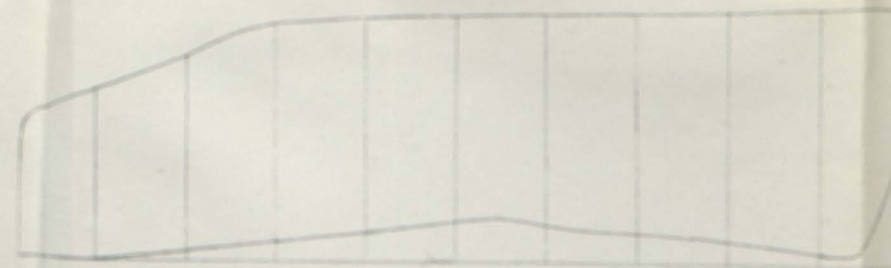
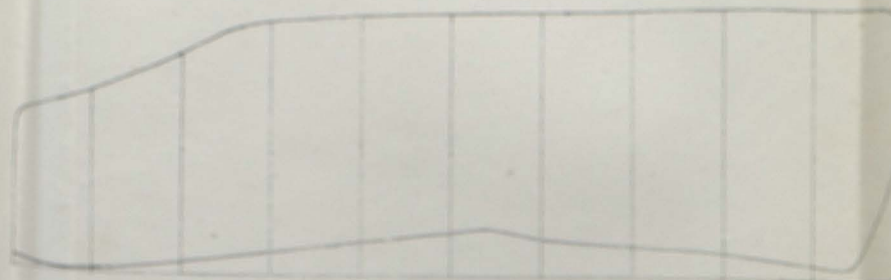


Fig. 4



Scala dell'indicatore

Scala di 1/10

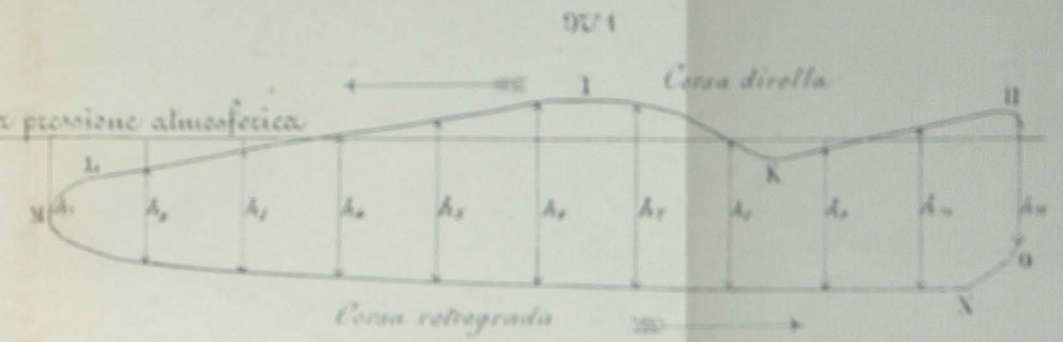


Fig. 2

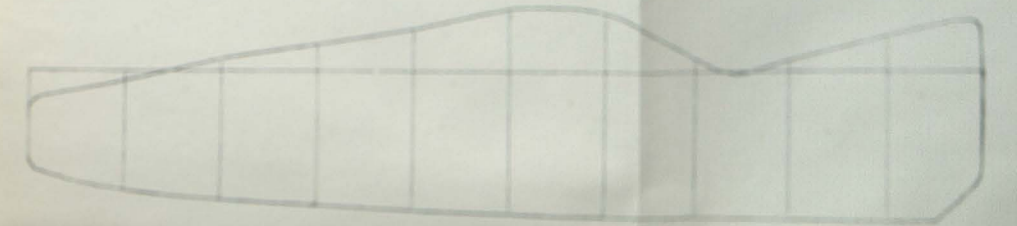


Fig. 3

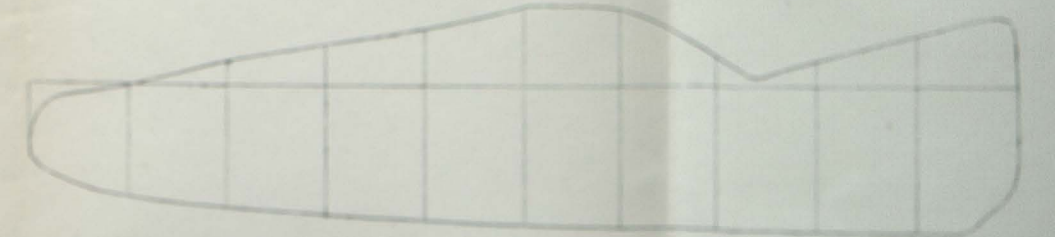


Fig. 4

