

FIAT STABILIMENTO GRANDI MOTORI

N. 1

BOLLETTINO TECNICO

ANNO 1952



Bianche nuvole e gli alti palazzi della Superba inquadrano la sovrastruttura, ardita e moderna, del Giulio Cesare.

CENTRO

I due nuovi transatlantici "Giulio Cesare",
ed "Augustus",

Le navi Pag. 1

L'apparato motore 8

Le prove 24

STORICO

FIAT

*La riproduzione totale o parziale degli articoli di questo Bollettino è riservata agli effetti di legge
della FIAT - Stabilimento Grandi Motori - Torino (Italia) - Via Canro, 20*



STABILIMENTO GRANDI MOTORI

TORINO (Italia)

VIA CUNEO, 20

N. 1

BOLLETTINO TECNICO

ANNO 1952

I DUE NUOVI TRANSATLANTICI "GIULIO CESARE", E "AUGUSTUS"

E' tradizione della nostra Marina legare alle sue maggiori unità i nomi più significativi della nostra storia millenaria, storia che nata sulle rive del Tevere, ebbe ben presto per sfondo le onde cerule del « mare nostrum » e quelle, sconfinato, degli oceani.

Fra questi nomi due, quelli di Giulio Cesare e di Augustus, particolarmente cari ai nostri cuori perchè simboli del periodo più splendido della civiltà romana, sono oggi di nuovo incisi su alte prore, che solcano schiette e veloci la lunga via tra la nostra sponda e quella lontana del nuovo mondo latino.

E noi, riguardando le lettere che spiccano auree sul bianco delle snelle prore, amiamo immaginare che abbiano in se racchiuso un alito di vita, sicchè lo spirito di questi antichi condottieri risale di lassù l'ansia del lungo percorso, il fremito della lotta, l'orgoglio della vittoria, sicchè vedano ad ogni viaggio queste prore portare lontano un palpito della nostra terra, come nel tempo fecero essi, in testa alle loro legioni, fino ai confini del mondo.

*
*
*

LE NAVI

I due nuovi transatlantici, di cui stiamo per illustrare qui in modo particolare le caratteristiche del loro apparato motore, sono le unità di maggiore importanza finora costruite in Italia dal 1938 in avanti.

Entrambi sono destinati già in origine al servizio Italia-Sud America e quindi hanno caratteristiche di dislocamento, pescaggio, velocità, allestimento, consoni ai requisiti di questa linea, ove rappresentano senz'altro le unità di gran lunga più moderne, più veloci e più accoglienti.

Il loro progetto è stato eseguito in collaborazione tra l'Armatore, Soc. Italia, e i Cantieri costruttori, Cantieri Riuniti dell'Adriatico, e questa collaborazione non avrebbe potuto avere un esito più felice sia per quanto riguarda l'aspetto esterno snellissimo ed armonioso, sia per quanto riguarda l'arredamento e la disposizione dei locali interni e tutto quell'insieme di servizi e di attenzioni che rendono comoda e piacevole al passeggero la permanenza a bordo e che qui, con l'estensione del condizionamento

a tutta la nave e la praticità dei locali di residenza ha raggiunto il limite della perfezione.

Ma anche il tecnico puro, che non si sofferma forse troppo su questi particolari pur tanto importanti in una nave di lusso da passeggeri, trova scendendo in macchina la più gradita delle sorprese, giacchè anche qui si è cercato e si è fatto quanto di meglio si potesse desiderare sia nella scelta che nella sistemazione delle macchine. I locali sono ampi, ariosi, magnificamente serviti nei mezzi di accesso, di sollevamento, di segnalazione, di riparazione.

È certamente motivo di grande soddisfazione per noi sia vedere queste belle unità solcare veloci e sicure gli oceani, mosse da motori di nostra costruzione, sia il ricordare, con gratitudine, la fiducia e lo spirito di amichevole collaborazione che ci hanno accordato Armatore e Cantieri durante il lavoro di progettazione e di esecuzione della parte di macchinario di nostra fornitura.

1) *Caratteristiche principali delle navi.* — Come si è accennato, sia la M/n Giulio Cesare, entrata in servizio nel Settembre 1951, che la gemella Augustus, entrata a sua volta in linea nel Febbraio di questo anno, sono state costruite dai Cantieri Riuniti dell'Adriatico, la prima dal Cantiere Navale di Monfalcone, la seconda dal Cantiere S. Marco di Trieste.

Le principali caratteristiche delle navi sono le seguenti:

Lo scafo, a struttura prevalentemente chiodata, comprende 9 ponti di cui 4 continui e 5 parziali, questi ultimi al disopra del ponte principale. Esso è diviso in senso longitudinale da 12 compartimenti separati da 11 paratie stagne.

La prua è del tipo a « clipper » con piccolo bulbo, mentre la poppa è del tipo curvo ad incrociatore: questi due elementi, che tanta influenza hanno nello stile di



Fig. 1 - L'Augustus.

52.018

— stazza lorda	27.226 t
— lunghezza fuori tutto	207,36 m
— lunghezza fra le p. p. . . .	188,04 m
— larghezza massima fuori osatura	26,60 m
— larghezza al galleggiamento	26,33 m
— altezza fino al ponte di coperta	15,00 m
— immersione a pieno carico	8,48 m
— portata lorda	9.497 t

apparato motore su due eliche, della potenza complessiva:

— in navigazione normale	2 × 12.500 HP eff.
— alle prove	2 × 18.500 HP eff.

velocità:

— normale di esercizio	21 nodi
— massima alle prove	23,10 nodi

una nave, sono particolarmente riusciti, alta e slanciata la prima, arcuata e sluggente la seconda. I ponti, lineari ed ariosi, degradano a terrazze verso poppa, liberi da ogni sovrastruttura inutile. Su di essi si è cercato di creare la maggior superficie libera possibile allo scopo di sistemarvi le tre grandi piscine e degli spaziosi servizi all'aperto.

La struttura centrale della nave è animata da una grande ciminiera di forma ellittica con l'asse maggiore lungo 20 m, ciminiera che con queste sue dimensioni fuori dell'ordinario dà un tono tutto particolare e caratteristico alla linea esterna.

La nave è fornita di sistemazioni atte al trasporto di 118 passeggeri di 1ª classe, 196 di 2ª e 788 di 3ª, passeggeri tutti sistemati in cabine a 1-2-3-4 posti.

L'equipaggio è costituito da 41 ufficiali e 474 persone tra sottufficiali e bassa forza.





Fig. 2 - La sezione della nave e le piante di alcuni ponti.

Disposizione dei ponti: I Ponte soto - II Ponte soto - III Ponte soto - IV Ponte passeggeri - V Ponte superiore - VI Ponte velivoli.

- | | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 Locale motori di propulsione | 8 Radar | 15 Cabine ufficiali macchina | 22 Sala soggiorno 2ª classe |
| 2 Locale motori ausiliari | 9 Stazione radio | 16 Cabine comandanti | 23 Sala fumatori 2ª classe |
| 3 Locale macchine refrigeranti | 10 Piccoli di carico | 17 Cappella | 24 Salone da pranzo 2ª classe |
| 4 Cisterne acqua | 11 Piacina 1ª classe | 18 Salone feste 1ª classe | 25 Sala fumatori 3ª classe |
| 5 Cisterne nafta | 12 Piacina 3ª classe | 19 Sala soggiorno 1ª classe | 26 Sala soggiorno 3ª classe |
| 6 Stive | 13 Mensa ufficiali | 20 Salone da pranzo 1ª classe | 27 Cucina |
| 7 Cella frigorifera | 14 Cabine ufficiali | 21 Sala gioco 2ª classe | 28 Cabine passeggeri |

Tutti gli alloggi degli ufficiali, compresi quelli di macchina, sono, come è ormai consuetudine, sistemati sul ponte superiore in vicinanza del ponte di comando.

Non possiamo dilungarci molto a descrivere i vari locali per i servizi comuni a disposizione dei passeggeri e dell'equipaggio, locali che, date anche le proporzioni delle navi, sono oltremodo spaziosi e arredati e serviti in modo perfetto.

Ciascuna delle tre classi ha: sale da pranzo, sale di soggiorno, sale delle feste, salette di scrittura, salette da

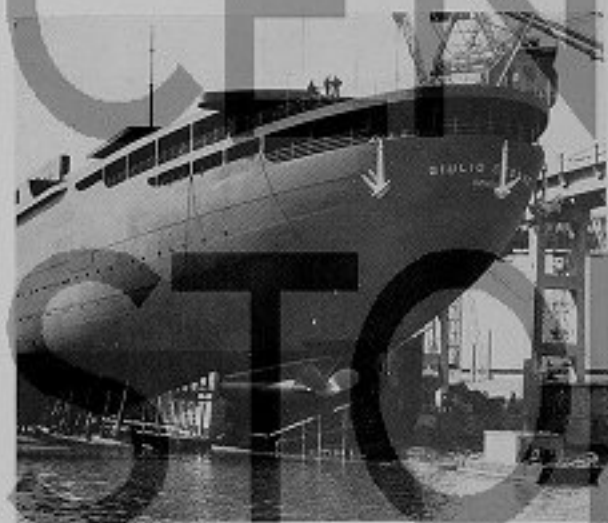


Fig. 3 - Il Giulio Cesare pronto per il varo.

gioco, bar, salette per bambini, belvedere con bar, verande chiuse ed aperte, sale di ginnastica, locali per cure fisioterapiche, ecc.

Vi sono, come già accennato, tre piscine all'aperto, una per classe, sistemate nella parte poppiera dei ponti superiori: piscine che con i loro servizi danno una nota estremamente vivace e piacevole alle sistemazioni esterne delle navi e costituiscono senza dubbio una attrattiva molto apprezzata per i passeggeri durante i giorni di navigazione in zone calde o temperate, giorni durante i quali gran parte della vita si svolge all'aperto, sui ponti.

Un ulteriore grandissimo progresso nel conforto dei passeggeri è stato realizzato con l'estensione a tutti i locali abitati della nave del condizionamento dell'aria che crea un'atmosfera di freschezza e di benessere veramente ideale, migliorata qui, su queste navi, da una isolamento acustica assolutamente perfetta e da una mancanza di vibrazioni quale raramente si riscontrano a bordo di navi.

I passeggeri possono usufruire come in una piccola città, di ben 4 cinematografi, di una grande varietà di sistemazioni fisse per giochi all'aperto tra cui tennis e tiro al piattello, di un laboratorio fotografico, di negozi di articoli pregiati, di una tipografia completa. Infine, novità assoluta in uso finora su pochissime navi, di un servizio radiotelefonico che permette a tutte le cabine di 1^a classe di collegarsi direttamente con qualsiasi apparecchio telefonico a terra, purché appartenente alle reti dei principali paesi che effettuano questo servizio.

Vi è pure un apparecchio ricevente e trasmettente per telefotografia.

A similitudine delle navi più moderne il servizio medico di bordo è stato molto ampliato cosicché oltre all'ospedale vi sono due ambulatori, un laboratorio di analisi e un gabinetto radiologico, una sala per interventi chirurgici e una farmacia.

I fedeli di rito cattolico hanno a disposizione una suggestiva cappella, officiata in modo continuo da un sacerdote.

Eguale è la dotazione degli strumenti per la navigazione, costituita da bussola magnetica, giropilota, tracciatore di rotta, radar, radiogoniometro, ecometro, solcometro elettrico, e tutti quegli altri strumenti ed apparecchi atti a dare la massima sicurezza alla navigazione.

Tutta la nave nella parte abitata è protetta dall'incendio mediante una fitta rete di spruzzatori ad intervento automatico, mentre nella parte locali macchine e stive l'estinzione è assicurata da un impianto a CO₂ con comandi centralizzati dal ponte e dalla centrale antincendio.

Sono disponibili infine mezzi di salvataggio superiori a quelli richiesti dai Registri di Classifica e mezzi di sbarco adeguati ai servizi turistici che queste navi compiono sovente durante la permanenza negli scali intermedi.

Oltre ai locali adibiti al trasporto dei bagagli e delle automobili dei passeggeri, locali che sono stati proporzionati con molta larghezza in relazione al continuo incremento di detti servizi, queste navi hanno un discreto volume di stive a disposizione del carico e precisamente 4 stive non refrigerate per un volume di 5953 m³ e diverse stive refrigerate per un volume di circa 1150 m³.

Le sistemazioni di coperta per imbarco e sbarco delle merci comprendono 6 colonne di carico, 20 picchi da 5 t e uno da 30 t, 16 verricelli da 3 t e 4 da 5 t e 4 argani da 15 t.

Tutti gli ausiliari della nave, salpancore, argani di tonteggio e timoneria compresi sono elettrici a corrente continua: sono invece a corrente alternata alcuni servizi luce e forza a disposizione dei passeggeri.



Una cabina a due letti di un appartamento di lusso. 52.013



La passeggiata coperta. 52.022



Prima classe: il salone da pranzo. 52.020



La piscina e il lido di prima classe. 52.021



Il bar di prima classe. 52.023



Il salone delle feste di prima classe. 52.025



Terza classe: la sala delle feste. 52.022



Cabina di prima classe a due letti. 52.026

L' APPARATO MOTORE

Concetti informativi del progetto generale.

L'apparato motore delle motonavi « Giulio Cesare » ed « Augustus » è costituito da due motori di propulsione, della potenza complessiva in navigazione normale di oltre 25.000 HP asse, e di un certo numero di motori e gruppi destinati ai servizi ausiliari dei motori di propulsione e a produrre energia per le necessità della nave e dei passeggeri.

Prima di dare la descrizione particolareggiata dei vari macchinari e della loro sistemazione a bordo, crediamo opportuno richiamare e giustificare i concetti informativi che ci hanno guidato nel progetto generale di questo apparato motore, che ben può considerarsi in primissima linea fra i più potenti apparati motori a combustione finora costruiti, e che con la sua potenza massima, oltre 36.000 HP asse sviluppati sulle eliche per 7 ore nelle prove di consegna della nave, non sfigura in confronto coi maggiori apparati motori a vapore costruiti nel dopo guerra.

* * *

Dobbiamo anzitutto premettere che l'apparato motore quale oggi installato sui nuovi transatlantici « Giulio Cesare » ed « Augustus » è in buona parte costituito da macchinario progettato prima dell'ultima guerra mondiale per essere installato a bordo delle navi « Roma » e « Augustus » al posto degli apparati motori allora esistenti; non deve però dedursi da questo che il nuovo impiego abbia comportato soluzioni di ripiego o di adattamento. Il nuovo progetto è stato eseguito con gli stessi criteri che avremmo seguito per un apparato motore moderno, da costruirsi senza vincoli di sorta: e questo tanto più in quanto le macchine disponibili erano e sono ancora oggi da considerarsi di caratteristiche moderne e non inferiori a quelle che oggi potremmo disegnare a nuovo. Lievi modifiche di secondaria importanza, specialmente dirette a semplificare e migliorare qualche accessorio, secondo i risultati più recenti della pratica, non hanno intaccato la sostanza originale dei motori, le cui

parti fondamentali sono rimaste invariate, in quanto tuttora rispondenti alla nostra migliore esperienza in proposito.

Il problema da risolvere nel caso originale dell'« Augustus » era quello di costruire un apparato motore a combustione della massima potenza possibile con un peso non troppo discosto da quello dei motori del vecchio apparato e con dimensioni di ingombro accettabili in relazione al locale di macchine esistente che non era possibile modificare.

Era infatti molto desiderato rispettare le strutture di fondazione dei 4 motori di costruzione MAN installati a bordo, ed utilizzare al massimo possibile le sistemazioni ed i macchinari ausiliari esistenti.

Dai vincoli di lunghezza e di altezza sono derivate le dimensioni massime ammissibili per i motori principali: circa 18 metri di lunghezza, e 10 metri di altezza dall'asse, compreso lo spazio per lo smontaggio degli stantuffi.

Per avere la massima potenza sugli assi si è previsto di rendere indipendenti dal motore le pompe dell'aria di lavaggio, utilizzando per i soli cilindri motori lo spazio disponibile in lunghezza. Si è fissato in 12 il numero dei cilindri per avere diametro non eccessivo, e meglio proporzionato alla corsa, che in base all'altezza disponibile non poteva superare l'ordine di grandezza del metro. La maggior potenza disponibile doveva essere, d'altra parte, utilizzata senza variare in modo notevole il diametro delle eliche esistenti, vincolato alle caratteristiche geometriche delle forme di poppa, e che quindi richiedeva un numero di giri notevolmente maggiore dei 125 originali.

Tutte queste esigenze, unite a quella di ridurre al minimo il peso, hanno potuto essere soddisfatte con una soluzione così armonica che il motore disegnato per soddisfarle, lungi dal restare una costruzione speciale è stato utilizzato per il « Giulio Cesare » e per il nuovo « Augustus », ed è stato riprodotto con numero di cilindri minore (dieci) per i motori delle navi recentemente costruite e messe in servizio per la Flota Mercante Argentina.

Il motore di propulsione è stato disegnato con 12 cilindri a doppio effetto a due tempi, per la potenza in servizio normale di $12.500 \div 13.000$ HP asse a velocità di circa 160 giri (oltre 1000 HP per cilindro). Ogni cilindro ha diametro di 650 mm e corsa di 960 mm; il rapporto risultante fra corsa e diametro permette un profilo ancora favorevole per la camera di combustione. La prestazione risultante di $5,3 \div 5,5$ kg/cm² di pressione media effettiva è del tutto accettabile per un funzionamento continuativo anche con combustibili scadenti, tenendo anche conto che l'aria di lavaggio è fornita da macchinari indipendenti; la pressione media indicata risulta infatti di $6,2 \div 6,5$ kg/cm². Che questa prestazione sia moderata e permetta quindi di avere a disposizione un notevole margine di sovraccarico lo conferma il fatto che senza difficoltà si è raggiunta alle prove in officina una potenza di ca. 20.000 HP effettivi (ca. 1660 HP per cilindro).

Per la parte costruttiva del motore non si sono dovuti risolvere a nuovo problemi di particolare gravità, dato che per quello più serio, cilindro e stantuffo a doppio effetto, avevamo disponibile la teoria e la pratica delle precedenti costruzioni. Un notevole lavoro è stato invece sviluppato per il progetto dell'albero a gomiti, in quanto il rapporto fissato fra corsa e diametro, e le larghe dimensioni previste per motivi di rigidità torsionale, per i perni di banco e di manovella non hanno permesso la costruzione semi composta, e si è dovuto ricorrere ad alberi fucinati di pezzo. Non essendo possibile ottenere pezzi fucinati per 6 cilindri, e per non allungare d'altra parte i motori, abbiamo fatto uso di accoppiamenti in corrispondenza dello spessore delle braccia di manovella. Lo studio di tale accoppiamento, derivato da nostre precedenti costruzioni di motori di altro tipo, è stato eseguito sia dal lato teorico che da quello pratico su modelli; e successive misure di controllo, eseguite mediante « strain gauges » sugli alberi finiti hanno permesso di confermare che il braccio giuntato dovrebbe trovarsi in condizioni di sicurezza pari e forse superiori a quelle di un braccio normale.

Nel disegno dell'albero a manovelle ha avuto importanza fondamentale la ricerca delle caratteristiche elastiche del complesso albero motore, linea d'assi ed elica, onde evitare, nel campo di funzionamento, velocità critiche pericolose.

Queste ricerche sono state abbinate a quelle del bilanciamento; il conseguente calettamento e la successione delle accensioni dei vari cilindri sono stati stabiliti secondo il miglior compromesso fra le esigenze di un momento torcente per quanto possibile uniforme, di un bilanciamento effettivo soddisfacente, e di un campo di funziona-

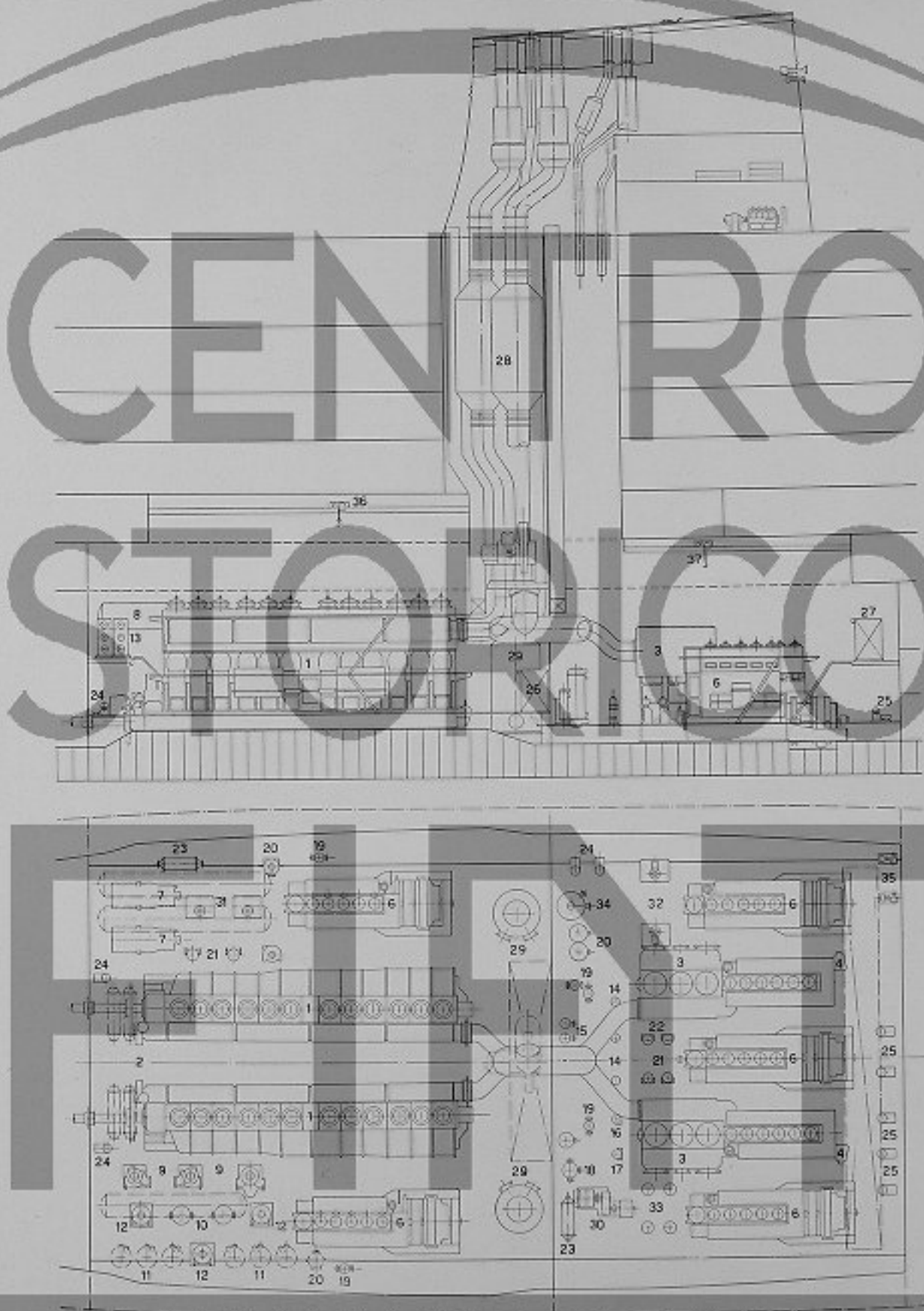
mento esente da velocità critiche torsionali. Diciamo di aver cercato un buon bilanciamento effettivo, in quanto, dato l'elevato numero di cilindri, sulla carta molte combinazioni di calettamenti danno risultati apparentemente equivalenti: in pratica abbiamo preferito quelle soluzioni che dessero un bilanciamento totale come una risultante di bilanciamenti parziali. Così il motore è bilanciato in quanto ognuno dei due gruppi di 6 cilindri di cui è composto ha un proprio bilanciamento indipendente che si chiude in se stesso; a parità di azioni di inerzia da compensare attraverso l'ossatura fissa, si hanno in questo modo sollecitazioni e possibilità di deformazioni minori.

La notevole lunghezza del motore può comportare, inoltre, la possibilità di innescio di vibrazioni longitudinali in senso orizzontale: anche per questo si è fatto in modo che la frequenza propria della struttura elastica fosse al di sopra della velocità di servizio: e per maggior precauzione abbiamo a bordo collegato fra di loro i due motori principali alle loro estremità superiori mediante le travi di sostegno dei grigliati.

Tutti questi studi hanno conseguito il risultato voluto: il funzionamento a bordo dei motori è risultato esente, anche alle massime andature raggiunte (194 giri) da vibrazioni di qualsiasi genere: un'unica velocità critica torsionale pericolosa prevista intorno ai 180 giri è stata effettivamente trovata nella posizione e intensità previste dal calcolo.

Desideriamo, inoltre, dire subito qualche parola sui motori principali per quanto riguarda la possibilità di usare combustibili pesanti. Confortati dall'esperienza dei motori di tipo più lento, specialmente a semplice effetto, che bruciano con successo tutti i combustibili della peggior qualità, e da prove fatte in officina su motori sperimentali (un cilindro a doppio effetto di 650 mm di diametro e 860 mm di corsa ha funzionato per 500 ore a 187 giri con nafta da caldaia, Bunker Oil C., di densità 0,94 viscosità 4,5° E a 100°C e 8,5° E a 50°C, zolfo 5%, senza dare inconvenienti di sorta), riteniamo che i motori potranno funzionare bene anche con combustibili pesanti.

E' noto che quelli oggi in commercio hanno caratteristiche molto diverse da quelle dei combustibili di anteguerra e che possono esistere qualità peggiori assai dei vecchi Bunker di 0,99 di densità. Soltanto l'esperienza pratica potrà confermare se anche per questo motore come per quelli più lenti, sarà possibile bruciare qualsiasi combustibile senza disturbi a lunga scadenza, o se, ferma restando la possibilità di bruciare la nafta da caldaia di tipo normale, dovrà ammettersi qualche limitazione o controindicazione nel caso di combustibile avente caratteristiche eccessivamente basse.





Posizione	Quantità	DESCRIZIONE	Posizione	Quantità	DESCRIZIONE
1	2	Motori principali	20	5	Refrigeranti olio gruppi elettrogeni
2	2	Viratori per motori principali	21	4	Elettropompe acqua gruppi elettrogeni
3	2	Motopompe aria di lavaggio	22	2	Elettropompe acqua mare gruppi elettrogeni e motopompe
4	2	Viratori per motopompe aria di lavaggio	23	2	Refrigeranti acqua dolce gruppi elettrogeni
5	1	Elettrosoffiante aria di lavaggio	24	4	Depuratori olio
6	5	Gruppi elettrogeni	25	5	Depuratori nafta
7	2	Elettrocompressori aria di avviamento	26	1	Quadro elettrico principale
8	3	Serbatoi aria di avviamento	27	1	Quadro elettrico ausiliario
9	3	Elettropompe olio motori principali	28	2	Caldiera Lenzani a gas di scarico
10	2	Filtri olio motori principali	29	2	Caldiera combustore a nafta
11	5	Refrigeranti olio motori principali	30	1	Turbodinamo
12	3	Elettropompe acqua dolce motori principali	31	2	Elettropompe sentina e travaso
13	2	Refrigeranti acqua dolce motori principali	32	2	Elettropompe sentina e incendio
14	2	Elettropompe olio motopompe	33	4	Elettropompe igiene e lavanda
15	2	Refrigeranti olio motopompe	34	1	Separatore di sentina
16	1	Elettropompe acqua mare motopompe	35	2	Elettropompe travaso nafta
17	1	Elettropompe acqua dolce motopompe	36	2	Gra con paranchi da 10 t
18	1	Refrigerante acqua dolce motopompe	37	7	Paranchi da 3 t
19	5	Elettropompe olio gruppi elettrogeni			

Fig. 4 - Pianta e sezioni del locale apparato motore.

Stabilito, come già detto, di fornire ai motori di propulsione aria di lavaggio prodotta da macchinario indipendente, abbiamo dovuto scegliere il tipo di pompe d'aria e il loro modo di azionamento. La prima scelta doveva essere fatta tra pompe volumetriche e pompe centrifughe; a prima vista più pesanti e più ingombranti

passaggio dell'aria. In questo caso se l'aria è fornita da soffianti volumetriche si avrà un aumento nella pressione di lavaggio, rimanendo però sempre costante la quantità d'aria introdotta; il comportamento del motore sarà praticamente invariato, salvo un lieve aumento nel consumo di combustibile, dovuto alla maggior potenza assorbita



Fig. 5 - Il piano superiore del locale dei motori di propulsione.

52.028

le prime, più leggere ed eleganti le seconde. Ma questo giudizio, di carattere vorremmo dire estetico, deve essere corretto in base a considerazioni più sostanziali.

L'alimentazione del motore a due tempi mediante soffianti volumetriche (a stantuffo o rotative) ha il pregio fondamentale di rendere costante e indipendente dalle condizioni del motore stesso la quantità d'aria fornita. Se, ad esempio, in seguito a cattiva combustione, eccesso d'olio o altro, si formano sulle feritoie dei cilindri depositi di carbone che ne riducono la sezione utile di passaggio, o se le valvole di ammissione ai cilindri sono in cattivo stato, potrà avervi una maggiore resistenza al

dalle pompe d'aria. Per contro, se l'aria viene fornita da soffianti centrifughe, all'aumento della pressione di regime si accompagna una riduzione, che dipende dalle caratteristiche della pompa, e che può essere notevole, della quantità d'aria fornita. In questo caso il lavaggio può essere insufficiente, e tale da rendere meno efficiente la combustione e dubbio il raggiungimento della potenza che il motore deve sviluppare.

D'altra parte, per azionare le soffianti centrifughe ad alta velocità è necessario ricorrere al comando elettrico, e conseguentemente avere a disposizione una notevole quantità di energia elettrica.

A differenza di quanto avviene su una nave mercantile da carico, in cui in navigazione possono essere impiegati a tale scopo i gruppi elettrogeni che in porto alimentano i verricelli e i mezzi di carico, su una nave da passeggeri, questa energia è proprio richiesta quando in navigazione i gruppi elettrogeni sono già caricati al

più semplice e rustico, e delle quali avevamo una maggior esperienza costruttiva e di manutenzione. Soffianti tipo Root sarebbero forse state meno ingombranti: ma avrebbero richiesto moltiplicatori di giri, giunti elastici ed altre complicazioni così da renderne in definitiva l'uso meno attraente.

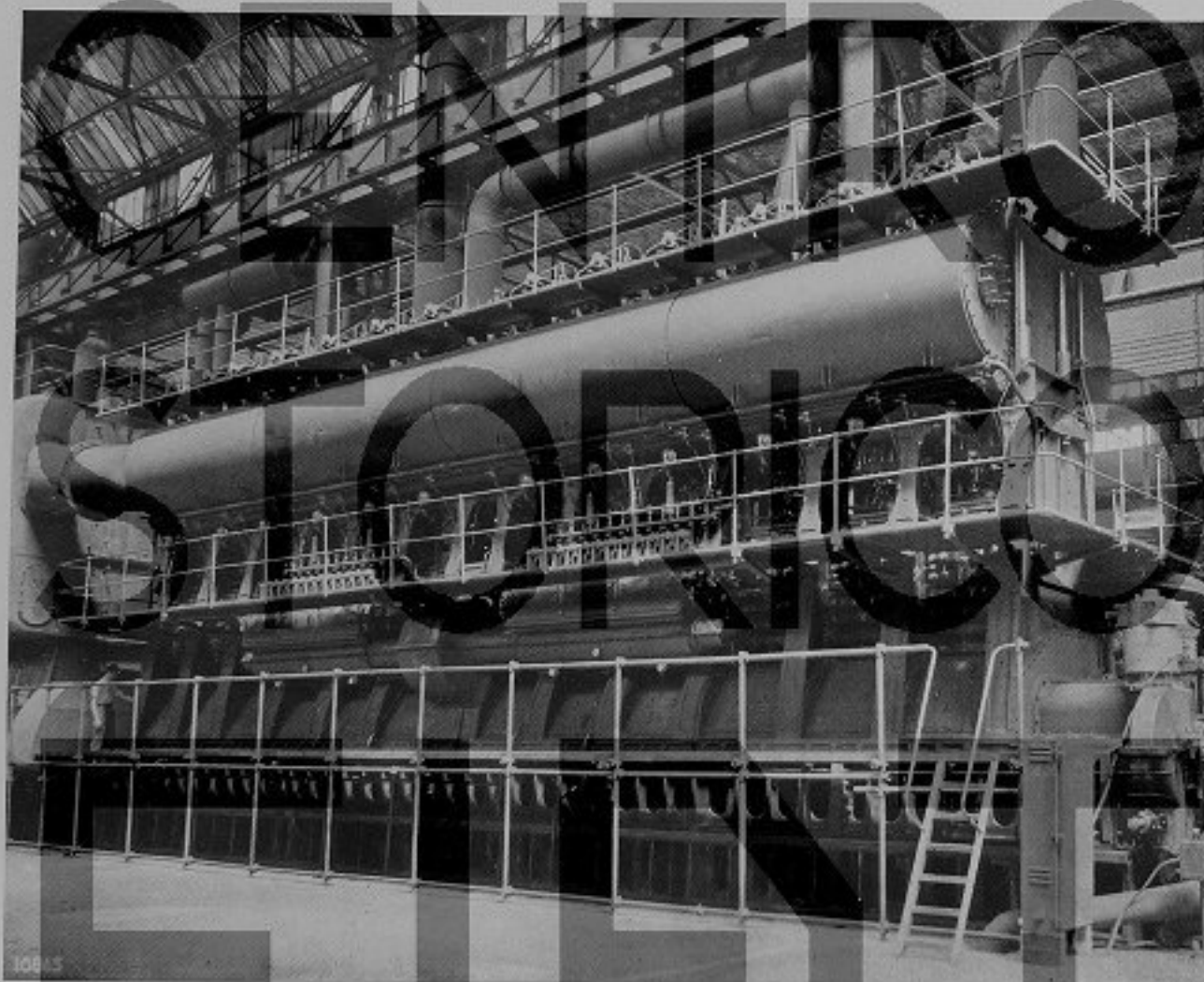


Fig. 6 - Uno dei motori di propulsione sul banco di prova.

52.629

massimo per i servizi generali della nave. Occorrono quindi gruppi elettrogeni in più per alimentare le soffianti, e tenendo conto delle perdite nella trasmissione elettrica, occorre una maggiore potenza di motori ausiliari pari a ca. il 9 ÷ 10 % della potenza dell'apparato motore.

Considerati quindi gli svantaggi tecnici e la scarsa convenienza economica delle soffianti centrifughe a comando elettrico, ci siamo indirizzati sulle pompe volumetriche, scegliendo il tipo a stantuffo, che abbiamo ritenuto

Nel caso attuale abbiamo quindi riprodotto sostanzialmente la disposizione adottata già nel 1935 sulla motonave « Vulcania »: due gruppi motopompe, costituiti ognuno da 6 cilindri motori a semplice effetto e da 3 pompe d'aria a cilindri sovrapposti in tandem. La potenza dei cilindri motori è di 1500 HP; in pratica ogni gruppo è utilizzato per circa due terzi della propria potenza, cosicché in realtà sarebbero bastati quattro cilindri motori anziché 6 per azionare le pompe al regime di normale navigazione.

Abbiamo creduto di dover abbondare nel proporzionamento della parte motrice per vari motivi:

a) per permettere ai motori principali di funzionare ad andatura ragionevole anche con un solo gruppo soffiante in funzione

Per quanto, come segnato al punto a) precedente, un sol gruppo soffiante possa assicurare il funzionamento dei motori principali a ca. il 70-75 % di potenza, e quindi dare alla nave circa i 9/10 della velocità, si è creduto opportuno installare come ulteriore riserva anche una soffiante centrifuga comandata da un motore elettrico da circa 850 HP.

L'apparato motore di una grande nave da passeggeri è in condizioni favorevoli per un buon recupero del calore perduto nei gas di scarico. E' infatti disponibile una ingente quantità di gas caldi, e vi è la possibilità continua in navigazione di utilizzare qualsiasi quantità di vapore o acqua calda si possa produrre mediante caldaie di recupero.

Nel caso attuale, mediante impiego di caldaie a circolazione forzata tipo Lamont, ogni motore principale può produrre 3000 kg/ora di vapore, a pressione di 7 kg/cm², e può scaldare da 65 a 95° circa 30 t/ora di acqua.

Ulteriori recuperi di calore sono stati inoltre realizzati dallo scarico dei motori ausiliari, utilizzandoli per produrre dell'acqua calda.

Con questo è stato possibile sopprimere gratuitamente a tutti i bisogni della nave, come la esperienza pratica dei primi viaggi ha dimostrato: ed avanza ancora vapore da poter ricavare ca. 400 kW di energia elettrica da una turbodinamo a vapore e sottrarre un corrispondente carico elettrico ai gruppi elettrogeni.

È da notare che la produzione di una equivalente quantità di vapore o acqua calda richiederebbe un impianto a vapore con consumo di ca. 600 kg/ora di combustibile: tale consumo corrisponde a ca. il 15 % del consumo totale dei motori principali ed ausiliari. Tenendo conto di questo recupero il rendimento totale dell'apparato motore sale a circa il 43 % contro un rendimento del 25 % circa ottenibile nelle stesse condizioni, oggi, da un apparato motore a vapore di equivalenti caratteristiche.

Per i gruppi elettrogeni nulla di speciale da segnalare, se non che abbiamo voluto fossero di tipo relativamente lento (200 giri); ne sono stati sistemati 5 da circa 800 kW ognuno e due o tre di essi bastano per il servizio normale in navigazione.

La loro costruzione riproduce le caratteristiche dei motori analoghi per propulsione mercantile: due tempi a semplice effetto, con testa a croce e parete di separazione dei cilindri dalla camera delle manovelle. I cinque cilindri di cui sono costituiti i motori (diametro 450 mm e corsa 740 mm) sono gli stessi con cui sono azionate le soffianti di lavaggio.

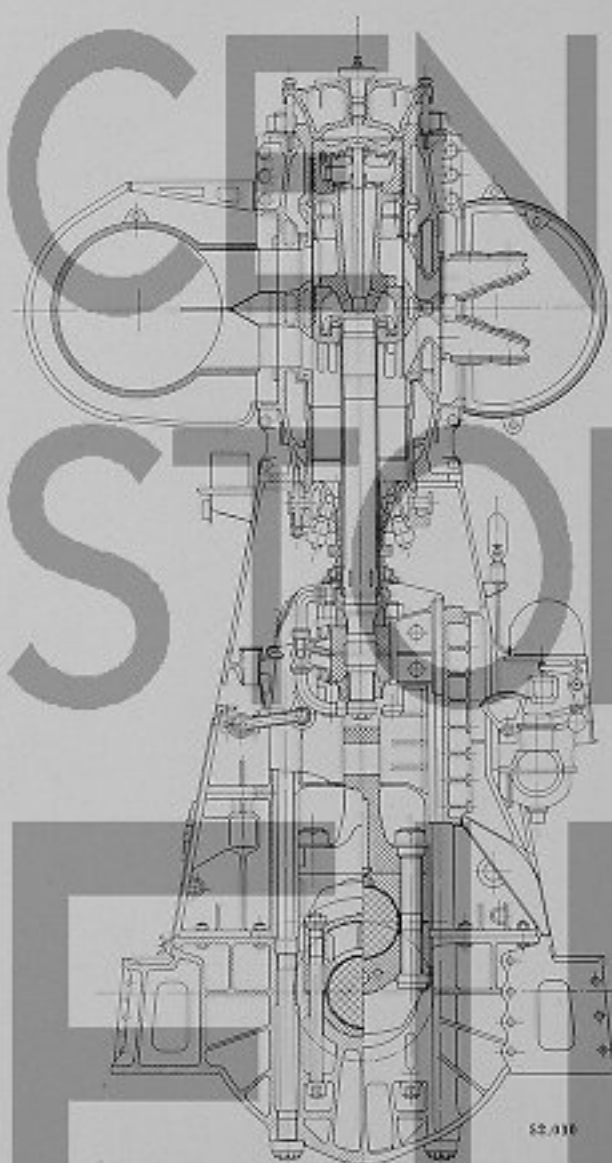


Fig. 7 - Sezione trasversale di uno dei motori di propulsione.

b) per far funzionare in navigazione i motori delle soffianti ad andatura moderata, così da ridurre al minimo la sorveglianza e la manutenzione

c) per dare alle motopompe un margine sufficiente a fornire la maggior quantità d'aria richiesta dai motori nelle prove a massima andatura.

La sistemazione dell'apparato motore a bordo.

Per soddisfare alle esigenze della compartimentazione dello scafo, l'apparato motore è stato sistemato a bordo in due locali separati, divisi tra di loro da una paratia stagna e situati praticamente al centro della nave.

Più verso poppa, sul lato sinistro, sono installati i due elettrocompressori per l'aria di avviamento e due grosse pompe a stantuffo per servizio di scafo, e sul lato destro le elettropompe per la circolazione dell'acqua e dell'olio ed i refrigeranti dell'olio.

I raffreddatori dell'acqua dolce sono sistemati invece su di un copertino nella parte poppiera del locale.

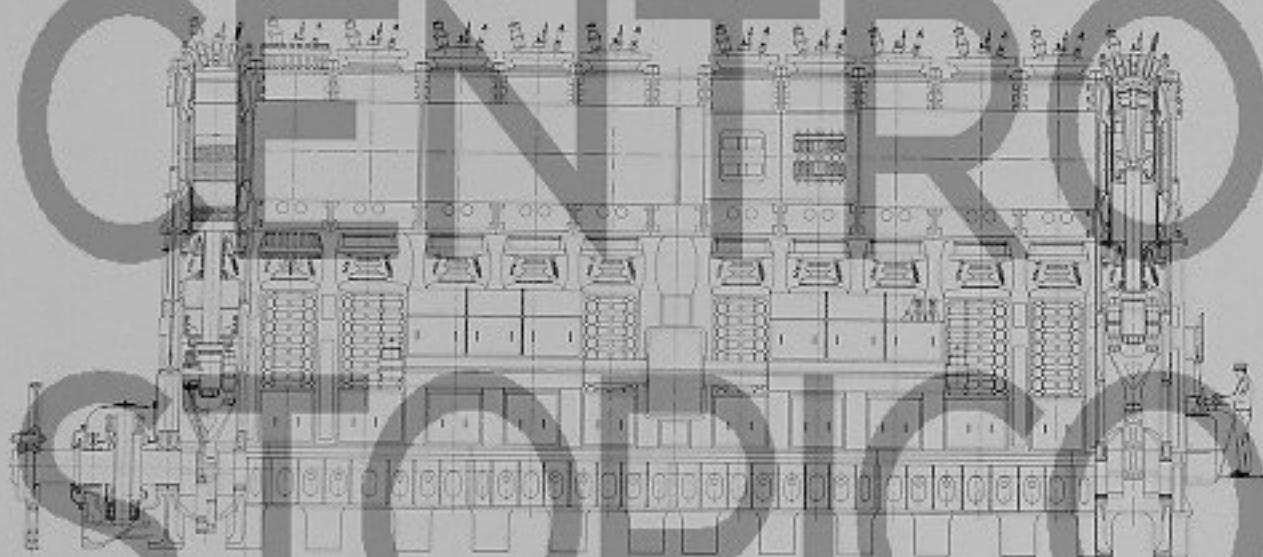


Fig. 8 - Vista e sezione longitudinale di uno dei motori di propulsione.

52.331

Nel locale verso poppa sono stati sistemati i motori di propulsione e in quello verso prora i gruppi motopompe per l'aria di lavaggio e la centrale elettrica.

I due motori di propulsione vengono a trovarsi nella parte centrale del locale poppiero. Essi sono collegati tra di loro da opportune passerelle e grigliati in modo da renderne comoda l'accessibilità e la sorveglianza da parte del personale di macchina.

Il posto di manovra è sistemato in testa ai motori dove sono pure centralizzati i principali dispositivi di allarme ed i centralini termometrici.

Immediatamente a proravia dei posti di manovra e in posizione sopraelevata rispetto a questi, è sistemato il quadro elettrico ausiliario che raccoglie i dispositivi per il controllo e la manovra dei due gruppi generatori e di tutti gli altri macchinari elettrici sistemati nel locale.

La vicinanza tra posti di manovra, quadri elettrici e quadri dei dispositivi di allarme è risultata in pratica molto comoda perchè permette uno stretto collegamento tra gli uomini addetti alla sorveglianza dei punti nevralgici di tutto l'apparato motore.

Di fianco ai motori principali sono sistemati due gruppi Diesel generatori da 800 kW, uno per ciascun lato della

Ai lati del quadro elettrico, sono sistemate le due caldaie a combustione di nafta che hanno il circuito del vapore collegato con le due calderine a gas di scarico che sono sistemate nel fumaiolo. Al disopra del quadro elettrico, in posizione centrale è sistemata la turbo-solfiante elettrica di riserva per l'aria di lavaggio.

In alto, nella parte poppiera del locale sono sistemati i serbatoi per l'aria compressa di avviamento nei motori.

Nel locale prodiero sono sistemati i due gruppi motopompa per la produzione dell'aria di lavaggio ed i tre gruppi Diesel generatori da 800 kW. I due gruppi motopompa hanno i cilindri delle pompe rivolte verso poppa, in modo da dare il minimo sviluppo possibile alle condotte che portano l'aria ai motori principali situati nel locale adiacente. I gruppi generatori hanno le dinamo disposte verso prora, dove, in posizione elevata, è sistemato il quadro elettrico principale che si estende praticamente per tutta la larghezza del locale.

Di fianco al quadro elettrico, sul lato sinistro, è sistemato un gruppo elettrogeno di emergenza con motore Diesel della potenza di circa 45 kW, che serve esclusivamente per fornire l'energia occorrente per la prima

messa in moto dell'apparato motore, quando tutti gli altri gruppi elettrogeni sono fermi.

Al disotto del quadro elettrico è sistemato tutto il servizio di depurazione e di riscaldamento della nafta da caldaie con relative pompe di travaso.

Nella parte poppiera del locale sono sistemati tutti gli altri ausiliari minori; più precisamente, a sinistra, vi sono due grosse pompe a stantuffo per servizi di scalo (incendio, sentina, travaso, ecc.) e il separatore per

La costruzione è quella classica dei motori FIAT di grande potenza e cioè con struttura fondamentale di ghisa, attraversata nel senso dell'altezza da tiranti di acciaio che la scaricano così da ogni sforzo di trazione; organi del manovellismo e testate dei cilindri di acciaio luso o lucinato; collettori dell'aria di lavaggio e dei gas di scarico di lamiera di acciaio saldata. Tralasciamo perciò di descrivere tutti gli organi del motore, ma ci soffermeremo piuttosto su quelle parti che sono caratteristica particolare

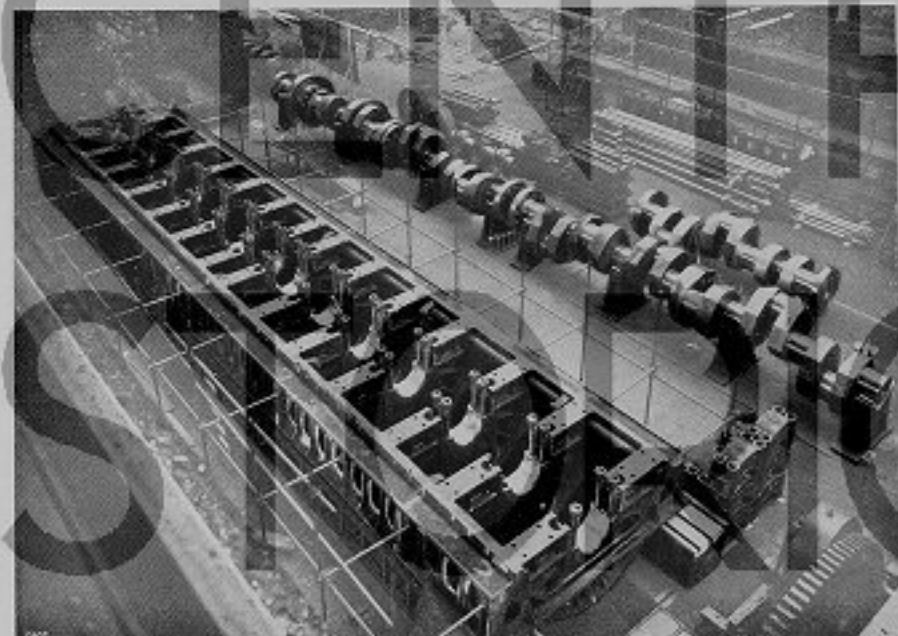


Fig. 9 - Il basamento e l'albero a manovella di uno dei motori di propulsione durante il montaggio in officina.

52.632

le acque di sentina, e, a destra, in alto, la turbodinamo da 450 kW destinata a funzionare con il vapore prodotto dalle calderine a gas di scarico. Pure nella parte poppiera del locale sono sistemati le pompe acqua ed olio ed i refrigeranti relativi, per tutti i motori diesel dei gruppi ausiliari.

Nella ciminiera sono sistemate le calderine a gas di scarico, i silenziatori e i parascintille nonché un gruppo elettrogeno di emergenza con motore Diesel della potenza di 100 kW ed una batteria di accumulatori elettrici di grande capacità.

I motori di propulsione.

Ciascun motore di propulsione è costituito da 12 cilindri aventi 650 mm di diametro e 960 mm di corsa degli stantuffi, e funziona secondo il ciclo Diesel a due tempi a doppio effetto, con iniezione diretta del combustibile.

dei motori funzionanti secondo il ciclo a doppio effetto e precisamente: le camicie dei cilindri, gli stantuffi con il relativo dispositivo di tenuta in corrispondenza della fuoriuscita dell'asta della camera di combustione inferiore, la biella e i relativi cuscinetti, le testate dei cilindri, ecc.

Le camicie dei cilindri sono costituite da tre parti: superiore, intermedia ed inferiore. Quella superiore è di acciaio ed è rivestita internamente, in corrispondenza della zona di lavoro delle fasce elastiche, da una boccia di ghisa avente particolari caratteristiche di resistenza all'usura.

Si ottiene così contemporaneamente un'elevata resistenza meccanica dovuta alla parte di acciaio ed un minimo consumo in esercizio dovuto alla speciale composizione della ghisa con la quale è costruita la boccia interna. Inoltre, quando l'usura ha superato il limite tollerabile con un buon funzionamento del motore, basta sostituire la sola boccia interna conservando la parte

esterna di acciaio la cui durata non ha quindi praticamente limite.

La parte intermedia della camicia, è di ghisa, e porta le feritoie per l'introduzione dell'aria di lavaggio e per lo scarico dei gas combusti; quelle di scarico sono sistemate di fronte a quelle di lavaggio secondo il noto sistema FIAT e vi è una serie completa di feritoie per ciascun effetto, superiore ed inferiore. Le feritoie sono separate da gambette raffreddate mediante attiva circo-

L'unione tra la parte intermedia e quella inferiore della camicia è realizzata mediante un giunto speciale con guernizioni costituite da anelli di rame e di gomma opportunamente disposti, in modo da realizzare la tenuta, da una parte, ai gas combusti e, dall'altra, all'acqua di raffreddamento, e da permettere contemporaneamente la libera dilatazione termica del complesso.

Le testate dei cilindri sono di acciaio fuso e sono opportunamente sagomate sia per soddisfare alle esigenze

Fig. 10 - I dodici stantuffi di uno dei motori di propulsione.



52.933

lazione d'acqua il che conferisce alla camicia particolari dati di resistenza a sovraccarichi termici anche molto rilevanti e permette l'impiego nel motore di nafta da caldaie del tipo più denso.

La costruzione della parte inferiore della camicia è simile a quella della parte superiore e cioè con corpo esterno di acciaio e boccia interna di ghisa.

L'unione tra la parte superiore e quella inferiore è realizzata mediante un accoppiamento a flangia a tenuta metallica, tenuto stretto da una serie di prigionieri protetti dal contatto con l'acqua di raffreddamento a mezzo di appositi cappucci di bronzo. Il complesso delle due parti è infilato nel cilindro dall'alto e tenuto in posto dai bulloni che serrano la testa superiore del cilindro al cilindro.

La camicia inferiore è, invece, infilata nel cilindro dal basso ed è tenuta in posto, analogamente a quella superiore, dai bulloni di fissaggio della testata cilindro inferiore.

della resistenza meccanica, e sia per ottenere, assieme alle testate degli stantuffi, un'adeguata forma per la camera di combustione. Le testate superiori sono del noto tipo, identico a quello dei motori FIAT a semplice effetto, con un solo polverizzatore al centro e valvole di avviamento e di sicurezza disposte simmetricamente rispetto al piano trasversale del cilindro. Le testate inferiori portano invece due polverizzatori sistemati nel piano trasversale, in corrispondenza di due cavità a forma di tronco di cono rovesciato, previste allo scopo di poter realizzare dei getti di combustibile aventi lunghezza sufficiente per ottenere una buona combustione, nonostante l'ingombro dato dalla presenza dell'asta dello stantuffo nella parte centrale della camera di compressione.

Lo stantuffo è composto di due testate, una superiore ed una inferiore, fissate ad un'asta centrale e raffreddate mediante circolazione di olio. Le testate sono di acciaio fucinato; esse sono sagomate esternamente in modo da

realizzare una buona forma per le camere di combustione e sono provviste internamente di alette per aumentare la superficie di trasmissione del calore a contatto con l'olio di raffreddamento. La superficie esterna a contatto con i gas è resa più resistente all'azione della fiamma mediante uno speciale procedimento di calorizzazione, e le sedi per le fascie elastiche di tenuta sono indurite mediante riporto elettrolitico di cromo, che ne rende minima l'usura in funzionamento.

L'asta dello stantuffo è uno degli organi più importanti del motore a doppio effetto e che richiede perciò particolare attenzione ed esperienza da parte del progettista; essa infatti da una parte è soggetta alle forti sollecitazioni meccaniche dovute all'alternanza della combustione nelle camere superiore e inferiore del cilindro e, dall'altra parte, il suo diametro deve essere il più piccolo possibile per non ingombrare in modo dannoso la camera di combustione inferiore. La progettazione di questo organo ha richiesto perciò particolare cura e tutti i problemi relativi sono stati facilmente risolti basandosi sull'esperienza costruttiva di motori a doppio effetto iniziata dalla FIAT quasi vent'anni fa.

L'asta è composta di una parte centrale, costituente l'asta vera e propria, e di un involucro esterno che la protegge dal contatto diretto con i gas caldi nell'attraversamento della camera di combustione inferiore; essa porta nella parte superiore due flangie per il collegamento alle due testate, superiore ed inferiore dello stantuffo. Particolare cura è stata posta nella raccordatura tra le flangie ed il fusto, come del resto in tutte le altre parti dove vi sono delle variazioni di sezione, allo scopo di rendere minimi i dannosi effetti di concentrazione delle sollecitazioni nelle zone di raccordo.

Nella parte inferiore, l'asta è provvista di un appoggio conico e di una estremità filettata per il collegamento alla testa a croce.

Per tutta la sua lunghezza l'asta è forata internamente, sia per ridurre la massa in moto alterno, sia per realizzare il passaggio dell'olio di raffreddamento dello stantuffo come sarà più avanti descritto.

L'involucro esterno di protezione è costituito da un tubo di acciaio duro, fissato mediante una flangia alla testata inferiore ed avente la superficie esterna, sulla quale lavora il dispositivo di tenuta nel passaggio attraverso alla testata cilindro inferiore, indurita mediante riporto elettrolitico di cromo. Tra involucro di protezione e fusto dell'asta resta un intercapedine nella quale circola l'olio di raffreddamento.

Immediatamente al disotto della testata stantuffo superiore è sistemata una fascia di guida costruita di ghisa e guernita mediante anelli di bronzo speciale, che ha il

compito di tenere centrata lo stantuffo nel cilindro; ad essa è collegato inferiormente un sottile mantello di lamiera di acciaio la cui funzione è di servire semplicemente da otturatore mobile delle luci di lavaggio e scarico.

Il raffreddamento dello stantuffo è realizzato, come già accennato, mediante olio che viene portato e scaricato da un sistema di tubi oscillanti a ginocchiera, collegati, da una parte, all'incastellatura del motore, e dall'altra, ad una mensola sistemata sulla testa a croce. L'olio dalla testa a croce passa nella intercapedine tra la guida di protezione dell'asta e l'asta stessa, realizzando così contemporaneamente un'efficace raffreddamento della guaina ed una ulteriore protezione dell'asta. Da questa intercapedine, l'olio passa a raffreddare successivamente, la testata stantuffo inferiore e quella superiore e quindi ritorna alla testa a croce passando attraverso al foro centrale dell'asta.

La biella motrice è del tipo a forchetta, con cuscinetti di testa e di piede riportati e guerniti di metallo bianco ad alto tenore di stagno. La sua forma è stata accuratamente studiata anche mediante rilievi tensionometrici su modelli in scala ridotta ed al vero, per ottenere il miglior andamento possibile degli sforzi e ridurre quindi al minimo le concentrazioni di sollecitazione in corrispondenza delle zone di raccordo delle flangie e delle variazioni di sezione in genere.

Le pompe d'iniezione sono in numero di due per ogni cilindro, una per la camera superiore ed una per quella inferiore, e sono del solito tipo FIAT con regolazione della portata a mezzo della valvola di riflusso. Esse sono costituite da elementi semplici, di costruzione particolarmente robusta, atti a sopportare anche le più elevate pressioni di iniezione quali si hanno con i combustibili di qualità più densa, come la nafta da caldaie con la quale i motori sono stati progettati per funzionare. Le pompe sono raggruppate in due complessi sistemati sul fianco anteriore del motore e sono azionate da un asse della distribuzione che riceve il moto dall'albero a manovelle a mezzo di tre ruote dentate. Nell'interno dell'ultima ruota è sistemato il dispositivo per l'inversione di marcia, del tipo a settori, che dispone automaticamente l'albero delle camme rispetto all'albero a manovelle nella posizione angolare corrispondente al senso di rotazione desiderato.

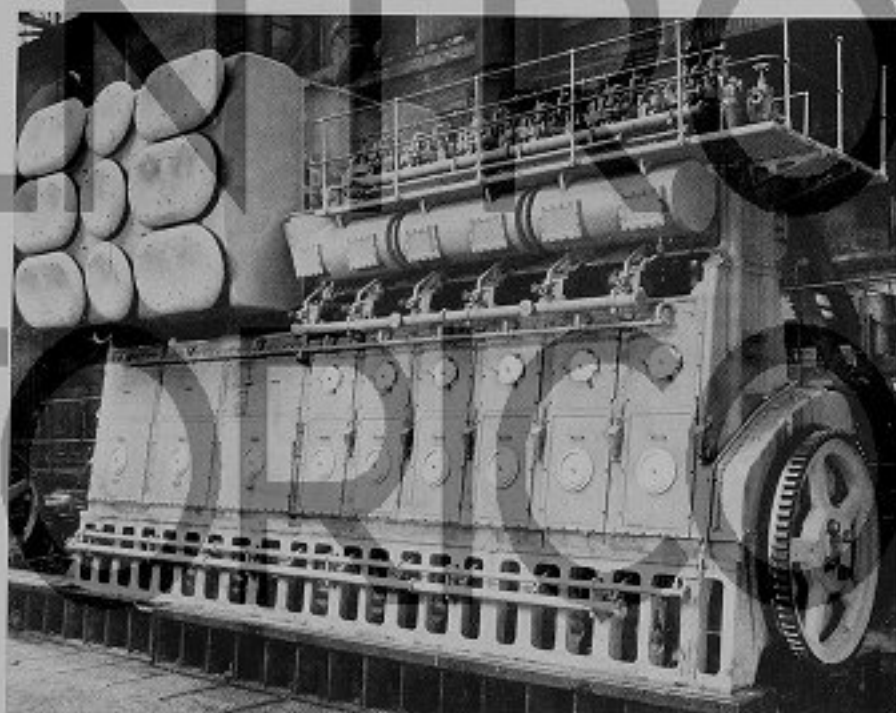
Il complesso di elementi costituenti la pompa di iniezione di ogni singolo cilindro o, per meglio dire, di ogni singola camera di combustione, in quanto, come abbiamo detto, vi è una pompa per la camera superiore ed una per quella inferiore, è sostituibile anche in moto. È così possibile, se necessario, cambiare una pompa d'iniezione

senza essere costretti a fermare il motore, ma semplicemente limitandosi ad escludere la mandata del combustibile alla camera di combustione alimentata dalla pompa che si vuole sostituire.

Con gli stessi criteri di semplicità e robustezza sono stati costruiti i polverizzatori che sono del tipo automatico, con iniettore separato ed energicamente raffreddato mediante circolazione d'acqua dolce proveniente da un

per passaggio di olio lubrificato viene ad indebolire i perni, in quanto i cuscinetti di banco sono lubrificati mediante olio portato ai singoli cappelli a mezzo di tubi collegati al collettore principale di lubrificazione ed i cuscinetti di testa di biella sono lubrificati mediante olio derivato dal circuito di raffreddamento dello stantuffo attraverso ad opportuni fori nella testa a croce e nel fusto della biella.

Fig. 11 - Una delle motopompe di lavaggio.



52.035

apposito circuito completamente indipendente da quello di raffreddamento generale del motore.

Il complesso della manovra e dei dispositivi di avviamento e di regolazione è del tipo a servomotori pneumatici ed è sistemato in testa, all'estremità prodiera del motore in posizione facilmente accessibile e comoda. Il regolatore di sicurezza, la cui velocità di intervento può essere regolata a piacere, agisce sulle pompe di iniezione pure a mezzo di servomotori pneumatici comandati da un cassetto distributore sistemato in prossimità del regolatore stesso.

L'albero a gomiti è costituito da quattro tronchi dei quali il primo e il secondo, e il terzo e il quarto sono uniti fra di loro mediante uno speciale giunto, ricavato nello spessore di un braccio di manovella, che ha formato oggetto di particolari studi e misure tensiometriche. Ampi raccordi sono stati previsti in corrispondenza della zona d'incastro dei perni nei bracci di manovella. Nessun foro

I gruppi motopompe per l'aria di lavaggio.

L'aria di lavaggio per il funzionamento dei motori di propulsione è fornita da due gruppi motopompe costituiti ciascuno da un motore FIAT a due tempi, semplice effetto, che comanda direttamente un gruppo di pompe aria costituito da tre manovelle, ciascuna delle quali comanda due stantuffi a doppio effetto, in tandem.

I cilindri motori hanno diametro di 450 mm e corsa degli stantuffi 740 mm.

Le pompe di lavaggio hanno cilindro di 1300 mm di diametro e 720 mm di corsa degli stantuffi.

Le caratteristiche costruttive dei cilindri motori sono quelle note dei motori FIAT di media potenza come risulta dai disegni della fig. 12. Ricorderemo qui solamente che essi nonostante le dimensioni relativamente piccole dei cilindri sono del tipo con testa a croce e diaframma di separazione tra camera delle ma-

novelle e cilindri, e che sono provvisti di pompe di iniezione di dimensioni particolarmente robuste, in quanto anche questi motori, come quelli di propulsione, sono stati progettati per il funzionamento con la nafta da caldaie.

Le pompe di lavaggio sono state provviste di valvole automatiche di aspirazione e mandata, del tipo a lamelle, simili a quello delle valvole di lavaggio dei cilindri motori.

Il calettamento delle manovelle ed il proporzionamento delle masse in moto sia rotante che alterno dei cilindri delle pompe dell'aria di lavaggio sono stati studiati in modo da realizzare un complesso bene equilibrato; a tal fine tutte le manovelle delle pompe sono state dotate di adeguati contrappesi rotanti. Con lo sfasamento a 120° delle tre manovelle anche il flusso dell'aria aspirata è risultato sufficientemente regolare, nonostante le grandi dimensioni dei cilindri e la rilevante portata d'aria in gioco. E' stato così possibile effettuare l'aspirazione direttamente dal locale macchine senza che ciò desse il minimo disturbo al personale addetto alla condotta, ottenendo, anzi, con questo, una ventilazione particolarmente efficace del locale stesso.

Il raffreddamento dei cilindri e delle testate cilindro dei motori delle motopompe è realizzato mediante acqua dolce e quello degli stantuffi mediante olio, analogamente a quanto avviene per i motori di propulsione.

Come già detto in precedenza, uno solo dei gruppi motosoffianti è sufficiente a far funzionare i due motori di propulsione fino al 75 % della potenza normale. Tutti e due i gruppi sono però sistemati in un locale separato da una paratia stagna da quello dei motori di propulsione, per cui in caso di allagamento del primo entrambi i gruppi sarebbero messi fuori servizio. Per far fronte a questa deprecata eventualità, è stata installata nel locale dei motori principali una elettrosoffiante centrifuga con la quale è possibile far funzionare i motori di propulsione fino a circa il 65 % della potenza normale. L'energia elettrica per l'azionamento della soffiante e degli altri ausiliari dei motori di propulsione viene fornita, in questo caso, dai due gruppi elettrogeni sistemati nel locale dei motori di propulsione.

I gruppi elettrogeneratori.

Le richieste di energia elettrica da parte dei diversi servizi di una grande nave da passeggeri di costruzione moderna sono molto elevate per cui particolare importanza assume in essa la centrale elettrica. Occorre infatti, garantire il funzionamento di tutti i macchinari ausiliari di macchina e di coperta, dell'impianto frigorifero, dei numerosi servizi: condizionamento dell'aria, ventila-

zione, igiene, illuminazione, ecc. che devono dare ai passeggeri quel « confort » che si addice ad una nave di classe. E' pure evidente che la continuità di questi servizi deve essere garantita al massimo, da cui deriva la necessità di dotare la centrale elettrica di gruppi generatori di funzionamento sicuro e proporzionati in modo da poter sempre disporre di un notevole margine di riserva.

Secondo questi concetti è stato realizzato il complesso di generazione dell'energia elettrica dell'« Augustus » e della « Giulio Cesare ». Sono stati adottati, infatti, per i gruppi elettrogeni dei motori Diesel relativamente lenti (200 giri/min.) del tipo con testa a croce. Essi sono composti da cinque cilindri identici a quelli dei motori delle motopompe dell'aria di lavaggio (diametro 450 mm e corsa 740 mm) e, come questi, sono stati costruiti con organi d'iniezione adatti per l'uso della nafta da caldaie. Uno dei motori è rappresentato nella fig. 14.

Vi sono complessivamente a bordo 5 gruppi elettrogeni, ognuno accoppiato ad una dinamo da 800 kW a 220 V, del tipo a due supporti, rigidamente accoppiata al motore Diesel. Tre di questi gruppi sono sistemati nel locale delle motopompe di lavaggio dove si trova pure il quadro elettrico principale, due invece sono sistemati nel locale dei motori di propulsione.

I motori dei gruppi elettrogeni sono provvisti di un regolatore di governo che agisce direttamente sulle pompe di iniezione e permette ai gruppi stessi di funzionare perfettamente in parallelo in qualsiasi condizione di carico. Un secondo regolatore del tipo di massima, interviene fermando il motore, qualora per un motivo qualsiasi la velocità di rotazione superi il valore massimo stabilito.

I servizi ausiliari dell'apparato motore.

Data la mole dell'apparato motore i servizi ausiliari sia dei motori principali che di quelli delle pompe di lavaggio e dei gruppi elettrogeni hanno assunto un'importanza veramente notevole, per cui riteniamo interessante dare qui una descrizione, sia pur breve, dei singoli servizi.

Il raffreddamento dei cilindri e delle testate dei cilindri. — Come già accennato, tutti i motori sono raffreddati mediante acqua dolce, raffreddata a sua volta in appositi raffreddatori nei quali viene fatta circolare acqua di mare.

Il raffreddamento dei motori principali è realizzato mediante tre elettropompe centrifughe da 1250 m³/h ciascuna, delle quali una effettua la circolazione dell'acqua dolce in circuito chiuso nei motori e nei raffreddatori,

una effettua la circolazione dell'acqua di mare nei raffreddatori dell'olio e dell'acqua dolce, e la terza è tenuta di riserva alle altre due. I raffreddatori sono del tipo a fascio tubiero ed hanno una superficie complessiva di circa 1000 m².

Il raffreddamento dei due motori dei gruppi moto-

sistate quattro elettropompe centrifughe da 150 m³/h delle quali una serve per la circolazione dell'acqua dolce, una per la circolazione dell'acqua di mare, e due sono di riserva alle precedenti ed a quelle del circuito di raffreddamento dei motori delle motopompe di lavaggio. Il raffreddamento dell'acqua dolce viene effettuato me-



Fig. 12 - Sezione longitudinale e trasversale delle motopompe di lavaggio.

pompe di lavaggio è effettuato mediante due elettropompe centrifughe da 150 m³/h ciascuna, delle quali una serve per la circolazione dell'acqua dolce nei motori e nei refrigeranti acqua e l'altra per la circolazione dell'acqua di mare nei raffreddatori dell'olio e dell'acqua dolce.

Per il raffreddamento dei motori dei gruppi elettrogeni vi sono a bordo due complessi di pompe a raffreddatori, uno per i tre motori sistemati nel locale delle motopompe dell'aria di lavaggio ed uno per i due gruppi sistemati nel locale dei motori di propulsione. Nel primo locale sono

dianti un raffreddatore della superficie di circa 120 m². Il raffreddamento dei due gruppi elettrogeni sistemati nel locale dei motori principali viene effettuato mediante due elettropompe centrifughe da 150 m³/h, una per l'acqua dolce, ed una per l'acqua di mare, ed un raffreddatore della superficie di circa 80 m².

Ciascun circuito acqua dolce è provvisto di una cassa di espansione sistemata in posizione elevata nella quale vengono convogliati anche tutti gli spurghi previsti per impedire l'eventuale formazione di sacche d'aria o di vapore nei diversi punti dei singoli circuiti.

Il raffreddamento dei polverizzatori. — L'impiego nei motori, sia principali che ausiliari, della nafta da caldaie ha portato alla necessità di prevedere un adeguato complesso di refrigerazione mediante acqua dolce dei polverizzatori. Questo servizio è diviso in tre circuiti, relativi, rispettivamente, ai motori principali, a quelli delle motopompe di lavaggio e a quelli dei gruppi elettrogeni e viene disimpegnato mediante un complesso di tre elet-

51.042

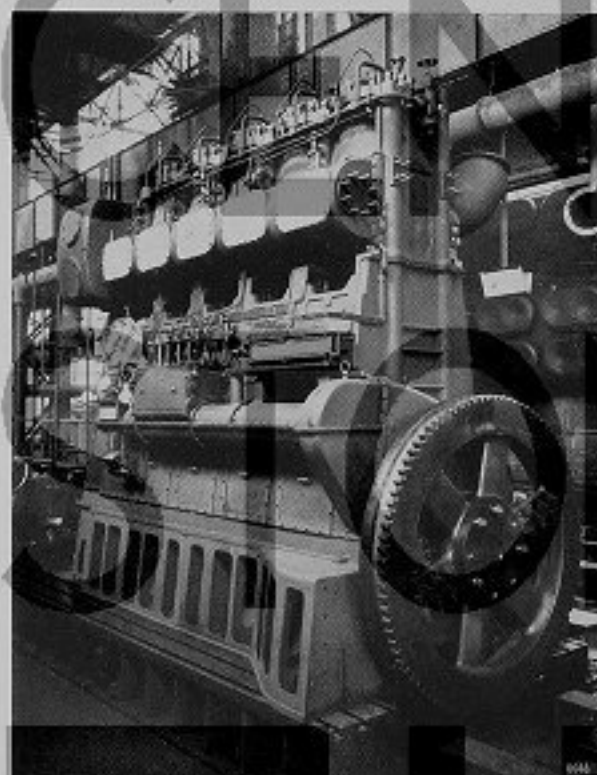


Fig. 14 - Uno dei cinque motori dei gruppi elettrogeni.

tropompe centrifughe da 2,5 m³/h e di 5 elettropompe centrifughe da 2 m³/h e da raffreddatori per una superficie complessiva di circa 18 m², opportunamente ripartiti nei due locali dei motori principali e dei gruppi motopompe di lavaggio ed elettrogeni.

Il raffreddamento degli stantuffi e la lubrificazione generale. — Gli stantuffi di tutti i motori sono raffreddati mediante circolazione di olio con un circuito che è comune a quello della lubrificazione generale dei motori.

Per la lubrificazione ed il raffreddamento degli stantuffi dei motori principali sono state installate a bordo 3 elettropompe a vite della portata di circa 360 m³/h ciascuna; due servono per la circolazione dell'olio nel

motore e nei refrigeranti e la terza è di riserva. Il circuito è separato per ciascun motore e comprende: un pozzetto di raccolta, sistemato nel doppio fondo al disotto del motore, dal quale aspira la pompa di servizio, un filtro del tipo autopulitore a più cartucce, ed un complesso di tre raffreddatori aventi una superficie totale di circa 480 m². Dal motore l'olio viene scaricato nel pozzetto attraverso a due valvole che permettono di escludere il pozzetto stesso dal servizio in caso d'avaria; in queste condizioni la pompa di servizio viene fatta aspirare direttamente dalla coppa del motore, attraverso ad un apposito collegamento.

Per la lubrificazione e il raffreddamento degli stantuffi dei motori dei gruppi motosoffianti sono previste tre elettropompe a vite da 50 m³/h, una per ciascun motore ed una di riserva. Le pompe aspirano l'olio direttamente dalla coppa esistente sotto al motore, lo mandano attraverso ad un filtro del tipo autopulitore e ad un refrigerante e quindi al motore.

Analogamente, ciascun motore dei gruppi elettrogeni è provvisto di una elettropompa a vite da circa 35 m³/h che realizza la circolazione dell'olio in modo identico a quello dei gruppi motopompe di lavaggio.

Complessivamente per il raffreddamento dell'olio di lubrificazione e di raffreddamento stantuffi dei motori ausiliari sono stati installati sette raffreddatori per una superficie totale di circa 490 m².

Per la depurazione dell'olio sono stati installati due depuratori De Laval da circa 7000 dm³/h, nel locale dei motori principali, e due depuratori De Laval da 3000 dm³/h, nel locale dei gruppi motosoffianti.

La lubrificazione interna dei cilindri è realizzata mediante piccole pompe singole, a mandata visibile, sistemate sui motori. Le pompe dei motori principali sono azionate mediante un dispositivo idraulico messo in moto dalla pressione dell'olio di lubrificazione generale del motore e quelle dei motori delle motosoffianti di lavaggio e dei gruppi elettrogeni mediante un complesso meccanico che riceve il moto dell'asse della distribuzione.

Il servizio combustibile. — Sia i motori di propulsione, che quegli ausiliari possono funzionare mediante nafta da caldaie. Tutto l'impianto quindi è stato proporzionato in modo da poter correntemente impiegare questo tipo di combustibile, che deve essere adeguatamente riscaldato, depurato e filtrato prima di poter essere iniettato nei cilindri.

In tutti i depositi e casse di combustibile sono state sistemate serpentine per il riscaldamento mediante vapore con una superficie che va da un minimo di circa 5 dm² nelle cisterne e casse interne, ad un massimo

di circa 10 dm³ nei depositi nel doppio fondo per ogni metro cubo di capacità. Le serpentine di riscaldamento sono concentrate particolarmente in prossimità delle prese nei depositi e nelle casse, allo scopo di facilitare l'aspirazione del combustibile da parte delle pompe. Serpentine di riscaldamento e rivestimenti isolanti sono state inoltre sistemate attorno a tutte le tubazioni nelle quali circola la nafta da caldaie.

Per il servizio di depurazione del combustibile sono stati installati a bordo, nel locale dei gruppi motopompe di lavaggio, cinque depuratori centrifughi De Laval della capacità di circa 5500 m³/h ciascuno, provvisti di pompe di aspirazione e mandata e di un riscaldatore atto a portare la temperatura del combustibile fino a 80° circa. L'impianto è previsto in modo che, a seconda del tipo di combustibile impiegato, può essere fatta sia la depurazione semplice facendo passare la nafta soltanto attraverso ad un depuratore, sia quella doppia e cioè con due depuratori sistemati in serie, dei quali il primo funziona da depuratore vero e proprio e serve a togliere le impurità più grosse e il secondo agisce quale chiarificatore rimuovendo dal combustibile anche le parti estranee più fini.

Opportuni allacciamenti permettono di introdurre nei depuratori un certo quantitativo di acqua dolce bollente che rende la depurazione più efficace specialmente nel caso di inquinamento della nafta da parte di sostanze terrose o saline.

La nafta depurata viene mandata nelle casse di servizio mediante le pompe dei depuratori.

Dalle casse di servizio la nafta viene aspirata da apposite elettropompe di alimento, del tipo a vite (2 da 16 m³/h — 1 di servizio ed una di riserva per i motori principali e 3 da 3 m³/h per i motori ausiliari) che la mandano alle pompe di iniezione dei motori. Prima di entrare nelle pompe d'iniezione il combustibile passa attraverso ad un filtro autopulitore e ad un riscaldatore a vapore capace di elevarne la temperatura a quel valore cui corrisponde una viscosità sufficientemente bassa (circa 2° Engler) quale occorre per avere una buona polverizzazione.

Opportuni allacciamenti permettono di passare rapidamente dal funzionamento con nafta da caldaie a quello con nafta Diesel normale e viceversa. Infatti la nafta da caldaia viene adoperata soltanto a motore caldo e perciò l'avviamento da freddo viene effettuato con nafta normale; così pure si passa alla nafta normale alcuni minuti prima dell'arresto dei motori in modo da evitare che col raffreddarsi della macchina, la nafta densa diventi vischiosa e dia luogo a qualche difficoltà nel successivo avviamento a motore freddo.

Il servizio aria compressa di avviamento. — Per l'avviamento dei due motori di propulsione sono stati installati a bordo tre serbatoi per aria compressa a 30 kg/cm² della capacità complessiva di circa 45 m³. Essi vengono caricati a mezzo di due elettrocompressori FIAT della portata di circa 600 m³/h ciascuno.

L'avviamento dei gruppi elettrogeni sistemati nel locale dei motori principali viene effettuato mediante aria compressa prelevata dalle bombole dei motori di propulsione. L'avviamento dei motori dei gruppi motopompe di lavaggio e dei tre gruppi elettrogeni sistemati nello stesso locale viene effettuato, invece, mediante aria compressa fornita da 2 serbatoi da circa 2,5 m³ ciascuno sistemati nel locale motori ausiliari. Per il primo caricamento di questi serbatoi è stato installato a bordo un compressore di emergenza della portata di circa 12 m³/h.

Il servizio vapore. — Le richieste di vapore di un moderno transatlantico sono grandi, ad essi si fa fronte sulle motonavi « Giulio Cesare » ed « Augustus » mediante un complesso di produzione costituito da due caldaie C.R.D.A.-Clarkson a combustione di nafta aventi ciascuna una produzione di circa 2500 kg/h di vapore a 7 kg/cm² e di due calderine tipo GEFIA-Lamont inserite sulle tubazioni gas di scarico dei motori principali, capaci di produrre, ciascuna, circa 3000 kg/ora di vapore a 7 kg/cm² con i motori funzionanti a pieno carico.

Il circuito del vapore delle calderine a gas di scarico è in comune con quelle delle caldaie a nafta, il che conferisce la massima elasticità all'impianto essendo possibile, mediante l'accensione dei forni delle caldaie a nafta, incrementare immediatamente la produzione di vapore, qualora quella della calderina a gas di scarico risultasse insufficiente.

Si è riscontrato in pratica, nei primi viaggi effettuati dalle navi, che il vapore prodotto mediante i gas di scarico è, non soltanto sufficiente a soddisfare tutte le richieste di vapore sia per i vari servizi di riscaldamento che igienici, ma anche per alimentare la turbodinamo, dimodoché durante la navigazione normale è possibile tenere in moto un gruppo elettrogeno in meno, con evidente sensibile economia di esercizio.

Officina di bordo. — Una delle caratteristiche favorevoli degli apparati motori Diesel rispetto quelli a vapore è che essendo i primi composti da un certo numero di organi uguali e relativamente piccoli e quindi facilmente accessibili e maneggevoli agli effetti della manutenzione, questa può essere fatta con continuità nelle normali soste della nave nei porti e durante la navigazione e non si richiedono così periodicamente soste speciali per lavori

di manutenzione all'apparato motore. Allo scopo di rendere questi lavori a bordo più agevoli e spediti, è stata prevista un'officina dotata di mezzi piuttosto abbondanti, comprendenti: due torni, due trapani, una fresatrice universale, una limatrice, due complessi per la saldatura elettrica ed ossiacetilenica ed altri utensili ed attrezzi diversi. L'officina è sistemata in corrispondenza del piano superiore dei pagliuolati del motore ed in prossimità di un ampio portellone a murata che agevola grandemente le operazioni di imbarco e sbarco dei pezzi di ricambio più pesanti.

Mezzi di sollevamento. — Per rendere rapide ed agevoli tutte le operazioni di smontaggio sono stati sistemati sopra ai motori principali due carriponte costruiti dalle Officine Ponti e Gru dei C.R.D.A., aventi la portata massima di 10 t e provvisti di avanzamento elettrico. Al disopra dei gruppi soffianti e dei gruppi elettrogeni sono stati sistemati dei paranchi scorrevoli su rotaie della portata di 3 t.

Paranchi a mano di portate diverse e ganci sistemati nelle posizioni più opportune completano la dotazione dei mezzi di sollevamento.

LE PROVE

Prove al banco

Per quanto questi motori fossero la traduzione pratica di un cilindro sperimentale — dello stesso diametro e corsa — disegnato e costruito nel 1934-1935 e provato lungamente fino a tutto il 1939, tanto noi quanto l'Armatore eravamo naturalmente in grande aspettativa per vedere il comportamento al banco di queste nuove macchine, date le loro caratteristiche, e le loro dimensioni un po' fuori del comune.

Quindi, specie sul primo motore, giunto in Sala Prove alla fine del 1941, si sono eseguite numerose prove, sebbene le condizioni di guerra imponessero non poche restrizioni nella disponibilità di combustibili e di lubrificanti.

Comunque, su questo motore furono eseguite in Sala Prove:

a) prove di funzionamento per la determinazione della potenza massima, dei consumi di combustibile e dei fabbisogni di aria di lavaggio, in relazione alle varie prestazioni richieste;

b) prove di collaudo per conto dell'Armatore e in armonia alla legge per i Contributi di costruzione;

c) prove varie, tra cui una della durata di 37 ore usando nafta da caldaia grado C avente una densità di 0,985 a 20°.

La tabella 1 raccoglie i dati principali relativi alle più significative fra queste prove, durante le quali:

— impiegando nafta normale $d = 0,924$ a 20° si è raggiunta la potenza massima di 20.700 HP eff. a circa 190 giri/l' e si sono avuti, all'andatura normale contrattuale di 13.000 HP eff. a 160 giri/l', consumi, ausiliari di propulsione compresi, intorno ai 173 gr/HP/h.

— impiegando nafta da caldaie, grado C, di $d = 0,985$ a 20°, il consumo alla potenza di 12.500 HP è risultato, ausiliari di propulsione compresi, di circa 176 gr/HP/h.

Queste prove hanno in sostanza messo in risalto la grande capacità del motore a raggiungere e mantenere lungamente senza danni un fortissimo sovraccarico, (160 % del carico normale — p. m. e. = 6,9 Kg/cm²), a funzionare perfettamente bene con nafta da caldaia e a fornire ottimi consumi, ottimi tanto più se si pensa alla velocità di rotazione elevata e alla forma piuttosto sacrificata delle camere di combustione, conseguenza del valore relativamente ridotto della corsa.

Durante le prove al banco abbiamo cercato poi di raccogliere una grande quantità di dati relativi ai bilanci termici, alle vibrazioni di struttura e torsionali, alle deformazioni elastiche, alla distribuzione delle tensioni e delle temperature nei principali organi, con speciale riguardo al manovellismo, agli stantuffi, alle testate cilindro, alle camicie.

Alcuni dei nostri collaboratori, specialisti in queste ricerche, hanno in programma di riferire quanto prima su questi argomenti, estremamente interessanti anche da un punto di vista generale.

PROVE	Velocità rotazione giri/l' (valore medio)	Velocità media stantuffo m/sec. v	Pressione media effettiva Kg/cm ² p	p x v	Potenza HP eff.	Consumo spec. solo mot. princ. gr/HP/h	Consumo spec. con auxil. di propulsione gr/HP/h	Temperatura al collettore di scarico °C
con nafta avente densità 0,924 a 20°	150	4,8	5	24	11.870	162	175	260°
	150	4,8	6	28,8	14.190	170	181	319°
	150	4,8	6,5	31,2	15.440	177	187	360°
	170	5,45	5	27,2	13.230	160	174	270°
	170	5,45	6	32,7	15.860	171	182	340°
	170	5,45	6,5	35,4	17.170	177	188	380°
	190	6,1	5	30,5	14.810	159	174	290°
	190	6,1	6	36,7	19.440	174	184	395°
	190	6,1	6,9	42,2	20.720	181	193	425°
con nafta da caldaia avente densità 0,985 a 20°	150	4,8	5,3	25,4	12.500	168,5	176	270°

Tab. I - Alcuni risultati delle prove al banco eseguite sui motori di propulsione.

Prove in mare

La consegna più sollecita del previsto e la stessa stagione di primo autunno, hanno favorito lo svolgimento delle prove del « Giulio Cesare » che sono state complete ed esaurienti, anche per quanto riguarda le prove di durata ad andatura normale con nafta Diesel e con nafta da caldaie, essendosi a questo scopo utilizzato il viaggio di trasferimento della nave da Trieste a Genova.

Si sono eseguiti in sostanza quattro gruppi di prove e cioè:

— prove preliminari, nelle acque di Trieste e di Venezia, a carena sporca, con lo scopo di eseguire una prima messa a punto di tutto il macchinario e dell'impianto,

— prove ad andatura normale e prove accessorie per il rilievo delle vibrazioni, ecc. durante il viaggio di trasferimento da Trieste a Genova,

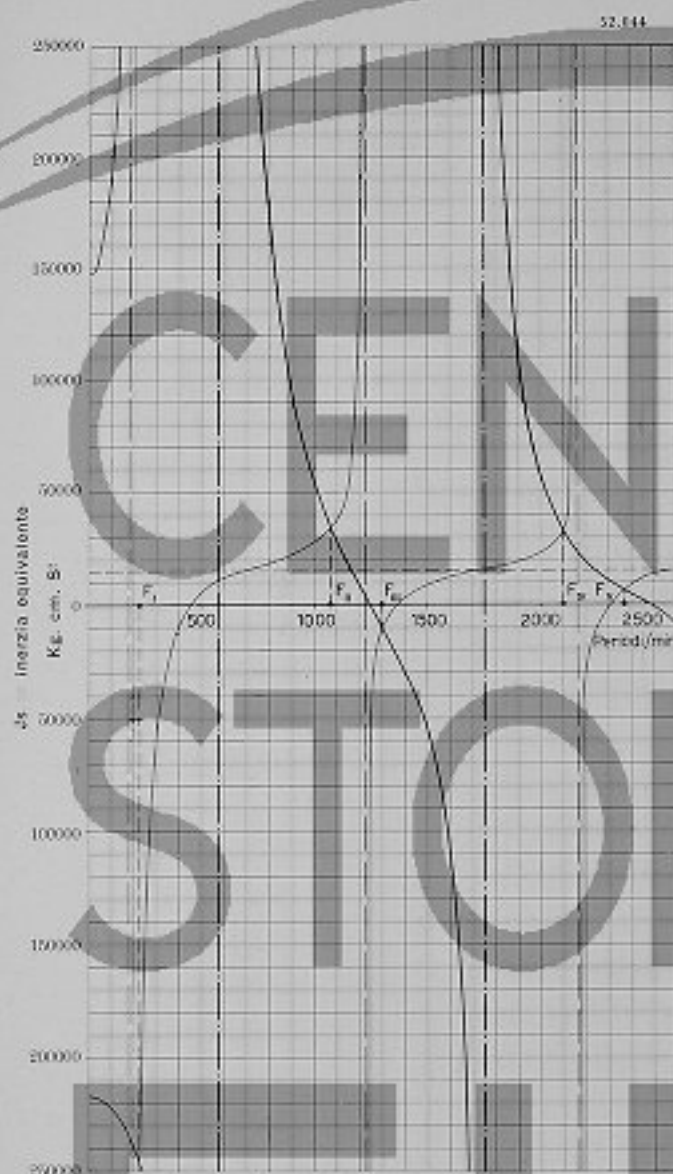
— prove progressive di velocità, sulla base misurata tra Portofino e Punta Chiappa,

— prove di 10 ore alla massima potenza, per accedere ai benefici di legge.

a) *Prove preliminari.* — Sono cominciate verso il principio di Agosto 1951 ed hanno più che tutto servito a mettere in funzione il macchinario per i servizi di macchina e soprattutto di scafo. Si sono in questa occasione modificate leggermente, con opportune variazioni delle masse rotanti, le caratteristiche torsionali dei gruppi elettrogeni, in modo da poter aumentare la loro velocità (da 200 a 210 giri/l') in armonia con le caratteristiche elettriche delle dinamo, senza con ciò peggiorare le condizioni torsionali.

Nelle brevi corse di trasferimento dal Cantiere di Monfalcone al bacino di Venezia e viceversa si sono effettuati solo brevi assaggi del comportamento dei motori e qualche rilievo — preliminare — delle loro condizioni torsionali e vibratorie in genere.

b) *Prove durante il trasferimento da Trieste a Genova* (dal 19 al 22 Settembre). — Si è approfittato di questo viaggio per funzionare prima con nafta normale, determinando consumi, eseguendo rilievi torsionali e vibratori alle varie andature — da 120 a 190 giri/l' — e sperimentando le condizioni di funzionamento ottenibili con le varie combinazioni delle motosoffianti e della



FREQUENZA DI VIBRAZIONI TORSIONALI

N.º nodi	CALCOLATE		RILEVATE
	Metodo curve di sintonia	Metodo tabulare Holtzer	
1	221	221	228
2	1068	1073	1068
3	1305	1311	non rilev.
4	2100	2105	"
5	2305	2385.5	"

Fig. 13 - Curva di sintonia e frequenza delle vibrazioni torsionali per l'apparato di propulsione.

elettrosolfante di riserva. A questo proposito si è visto che con una sola metosolfante i motori di propulsione con gas di scarico invisibile e temperatura di scarico al collettore non superiore a 320° possono raggiungere i 150 giri/l' (cioè 10 giri in meno di quella che è la velocità normale di esercizio), mentre con la sola elettrosolfante (che è la condizione di funzionamento che si può presentare qualora il locale ausiliario sia messo fuori servizio, per esempio in seguito ad incendio o ad allagamento) la velocità si riduce a 145 giri/l'. Ciò equivale ad assicurare anche in questa condizione di emergenza una velocità inferiore appena del 10 % di quella normale.

Molta importanza si è data ai rilievi torsionali, sia per l'inconsueta imponenza dell'albero a manovelle e della linea d'assi, sia perché per la prima volta abbiamo potuto disporre di mezzi di rilievo di grande precisione. Anzi, stante la diversità delle apparecchiature contemporaneamente applicate, questi risultati, integrandosi a vicenda, hanno permesso di giungere a delle conclusioni molto più attendibili del solito.

Bisogna premettere a riguardo delle vibrazioni torsionali che il nostro Ufficio Calcoli aveva proceduto in anticipo a determinare la frequenza propria e le sollecitazioni in modo assai più esteso del normale.

Così ad esempio mentre di regola la ricerca delle frequenze proprie viene limitata a quella delle vibrazioni a due nodi o, tutt'al più, si arriva fino a quella a tre nodi, per l'impianto delle motonavi « Giulio Cesare » ed « Augustus », detta ricerca fu spinta fino alla determinazione delle frequenze corrispondenti alle vibrazioni a quattro e a cinque nodi. Naturalmente per poter fare questo fu necessario tener conto di un certo numero di elementi di massa e lunghezza delle linee d'alberi, che generalmente vengono trascurati per ragioni di semplicità e rapidità di calcolo. Inoltre il calcolo fu condotto con due metodi diversi, quello normale tabulare di Holtzer e quello cosiddetto delle curve di sintonia.

Per il rilievo delle vibrazioni si sono usati due sistemi differenti e cioè:

— un torsigrafo elettrico a forte amplificazione, di tipo originale di nostra costruzione, ideato dal nostro Servizio Sperimentale Motori e del quale si riterà in dettaglio in uno dei prossimi numeri del nostro Bollettino, torsigrafo con il quale si sono misurate le ampiezze e le frequenze delle vibrazioni all'estremità prodiera dell'albero a manovelle,

— una serie di strisce estensimetriche (strain gauges) applicate opportunamente nelle varie sezioni della linea d'asse e collegate ad un oscillografo scrivente a elementi multipli. Con queste strisce è stato possibile

misurare contemporaneamente in diverse sezioni i valori delle sollecitazioni totali (dovute cioè alla coppia trasmessa e alle vibrazioni torsionali).

Siccome tanto il torsiografo quanto le striscie erano collegate allo stesso oscillografo è stato possibile indicare nello stesso vibrogramma le ampiezze rilevate dal torsiografo e le sollecitazioni rilevate dalle striscie, ottenendo una elevata precisione ed un collegamento perfetto nelle misure.

Nelle figg. 13 e 14 sono riportate rispettivamente le curve di sintonia e le linee elastiche corrispondenti alle diverse forme di vibrazioni e sono indicati i valori delle frequenze calcolate e di quelle rilevate a bordo. Come si vede l'approssimazione tra calcoli e rilievi è risultata molto soddisfacente e si è avuta una conferma della bontà dei metodi seguiti sia nei calcoli, che nei rilievi. Le vibrazioni rilevate sono state quelle a uno e a due nodi, giacché quelle di frequenza superiore non si sono manifestate in pratica se non in sezioni ristrette della linea d'asse e con delle ampiezze insignificanti.

Nella fig. 15 è riportato l'andamento delle sollecitazioni torsionali in funzione della velocità di rotazione dei motori di propulsione, ricavato dai rilievi effettuati a bordo. Tutto il campo di funzionamento è risultato sgombrato da velocità critiche torsionali pericolose, e le ampiezze di vibrazione riscontrate, dovute quasi esclusivamente alla vibrazione torsionale a due nodi, sono risultate molto al disotto dei limiti, già prudenziali, corrispondenti alle raccomandazioni del Lloyd's Register.

Una notevole importanza si è pure data — specie in seguito alle richieste fatteci dall'Armatore — ai rilievi delle vibrazioni di scafo, nel loro insieme e nei vari punti che hanno delle vibrazioni proprie, e delle rumorosità. Si sono, nei riguardi delle vibrazioni, compiuti centinaia di rilievi, utilizzando, per quanto si riferisce allo scafo preso nel suo insieme, una apparecchiatura ad hoc, di grande sensibilità, frutto anch'essa del lavoro del nostro Servizio Sperimentale Motori.

I rilievi delle vibrazioni locali si sono invece effettuati mediante un rilevatore General Radio, con analizzatore delle armoniche. Questa stessa apparecchiatura è stata pure adoperata per i rilievi della rumorosità. Tanto per le vibrazioni, quanto per i rumori, i rilievi, sebbene non ancora completamente sviluppati nei minimi dettagli, dato il tempo che tali sviluppi richiedono specie in una costruzione così voluminosa e complessa come una nave del genere, hanno confermato con le piccole ampiezze registrate, la precisione dei calcoli di previsione e, soprattutto, le buone condizioni di bilanciamento dei motori nonché delle numerose altre macchine a moto alterno o rotativo.

Alla andatura di navigazione, cioè tra 140 e 170 giri/l',

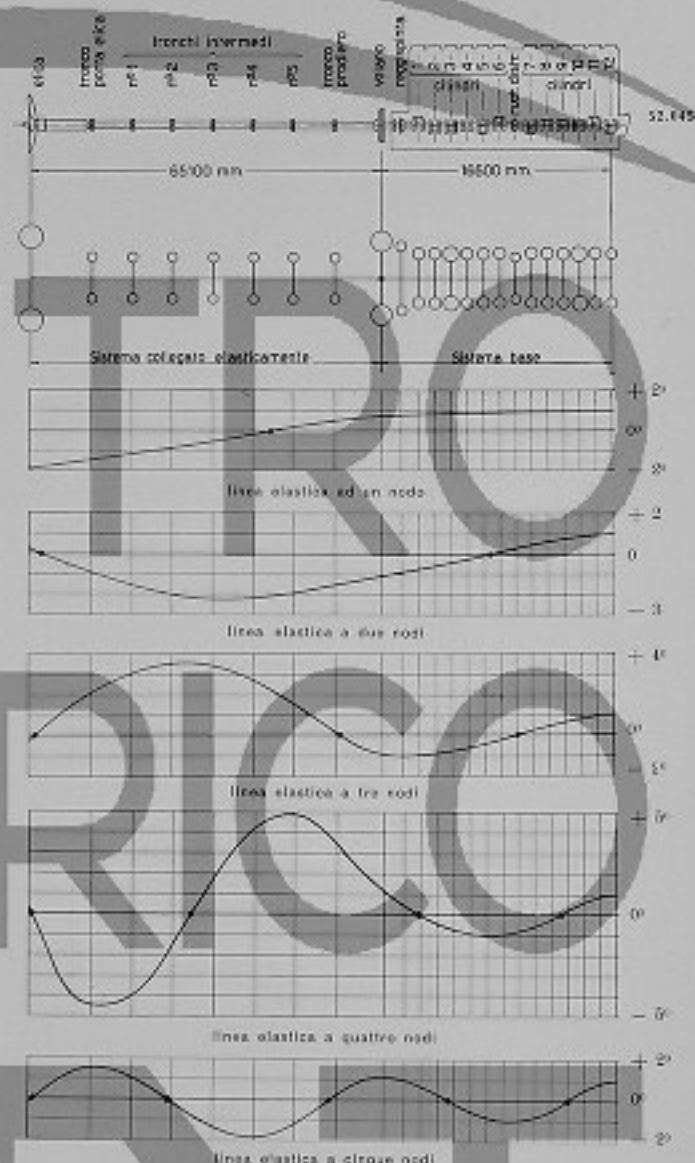


Fig. 14 - Linee elastiche torsionali delle linee d'assi.

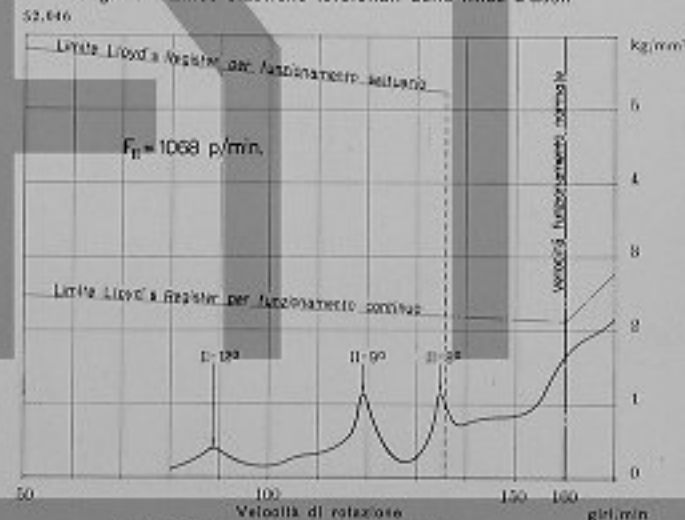


Fig. 15 - Sollecitazioni torsionali rilevate.

e fino alle massime velocità raggiunte non vi sono sensibili vibrazioni di scafo; il diagramma di fig. 16 ne riporta le ampiezze in funzione della velocità di rotazione

La linea elastica di vibrazione, risulta essere corrispondente al primo modo di vibrazione (2 nodi): essa è stata rilevata con estrema precisione grazie all'appar-



Fig. 16 - Vibrazioni verticali di scafo.

In alto: la linea elastica a 2 nodi rilevata in risonanza a 90 giri/min. dei motori di propulsione.

In basso: la curva di risonanza dello scafo in funzione della velocità di rotazione dei motori di propulsione rilevata a prora, cioè nel punto di massima ampiezza.

e da esso si può vedere come l'unica frequenza di risonanza propria dello scafo sia intorno ai 90 per/min. e perciò priva di interesse agli effetti dell'esercizio pratico della nave (vedi fig. 17 e fig. 18).

recchiatura speciale a cui abbiamo accennato. Le vibrazioni forzate quali si riscontrano in certe zone della nave al di fuori di questa risonanza principale di scafo e che si verificano in corrispondenza delle normali

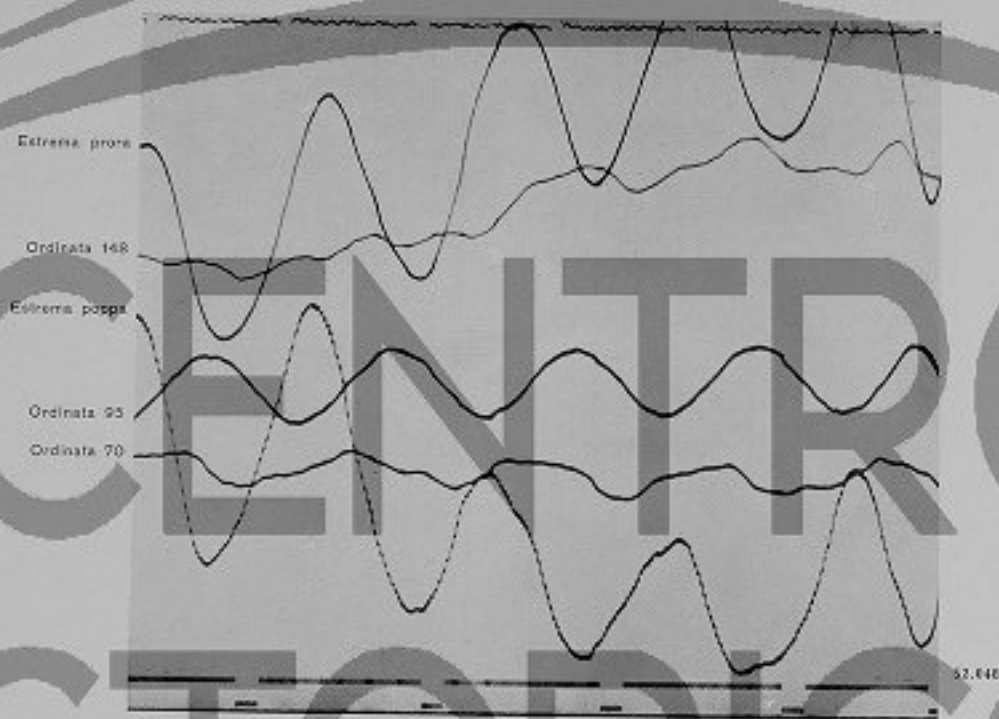


Fig. 17 - Oscillogrammi rilevati contemporaneamente in cinque punti dello scafo, durante le condizioni di risonanza a 80 giri/min.

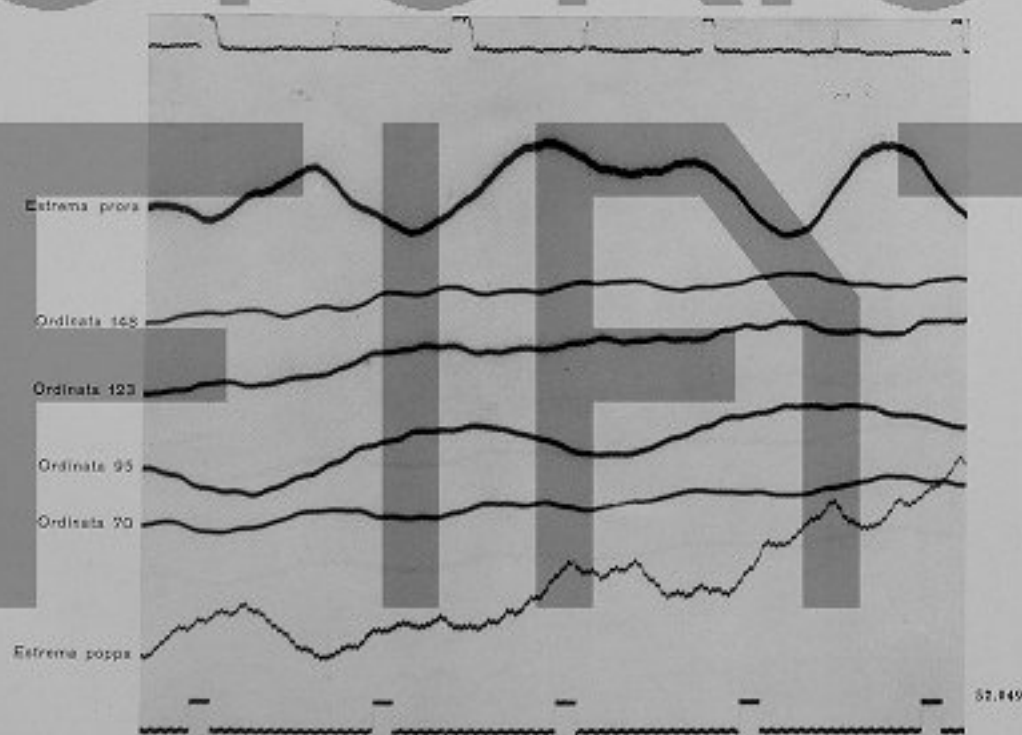


Fig. 18 - Oscillogrammi rilevati alla andatura normale.

velocità di rotazione sia dei motori principali che delle motopompe, degli ausiliari o di altri macchinari, sono molto piccole e dello stesso ordine di grandezza di quelle che si notano su qualsiasi tipo di nave sia essa provvista di motori alternativi che rotativi.

L'analisi di queste vibrazioni — che per quanto piccole è indubbiamente interessante studiare, sia per definirne le cause, che non di rado sono le più impensate, sia

l'isolazione è completa, su tutte le pareti, i tubi, i passaggi, le soffittature, ecc.

Le misure, eseguite in centinaia di punti, hanno permesso di constatare che:

— nel locale motori principali la rumorosità massima è intorno ai 100 decibel (1),

— nel locale motori ausiliari, con motopompe in

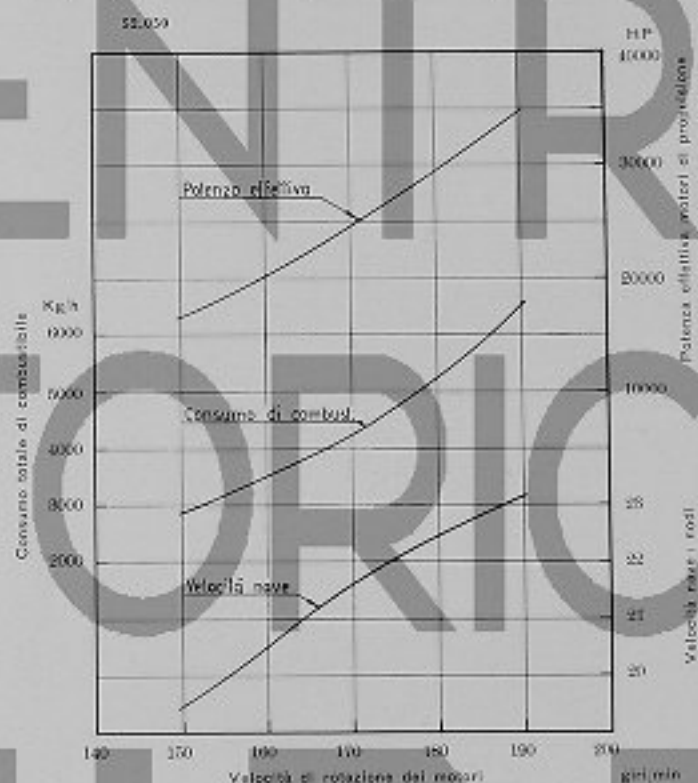


Fig. 19 - Risultati delle prove progressive in mare.

per ridurne gli effetti allo scopo di aumentare il conforto, fattore importantissimo in navi ad elevato standard come queste — è appunto ancora in corso ed è un peccato che i notevoli impegni di lavoro dei nostri laboratori debbano, forzatamente costituire una remora in simili ricerche.

Per quanto riguarda la rumorosità bastano poche parole: le due navi sono, a questo proposito, assolutamente perfette vuoi perchè già in origine la rumorosità dei motori degli ausiliari, dei ventilatori e dei vari macchinari è ridotta, vuoi perchè sia l'isolazione del locale macchina e delle zone adiacenti, sia quella delle parti di residenza sono state studiate ed applicate secondo concetti nuovi ed estremamente efficaci. Non si sono, soprattutto, accettati in fatto di isolamento, i soliti compromessi, perchè qui

moto, la rumorosità è un po' maggiore, e cioè intorno ai 110 decibel.

(1) Le intensità sonore sono espresse in decibel e sono state misurate mediante un "Sound Level Meter", della General Radio Co. eseguendo la lettura della scala "C", (flat response) che è quella che dà delle misure di intensità praticamente non influenzate dalla frequenza del rumore misurato. Queste misure mentre servono per il controllo degli ammorimenti provocati dai materiali antisonorici impiegati non danno, d'altra parte, un risultato conforme a quella che è la sensazione dell'orecchio umano la cui sensibilità ai rumori varia con la frequenza e raggiunge il suo massimo intorno ai 3000 periodi al 1° circa.

Pertanto per poter paragonare queste intensità sonore con quelle comunemente citate come valori medi buoni per determinati locali, occorre ridurre le prime di 10 : 15 decibel in modo da tener conto del fatto che a bordo il rumore è costituito in prevalenza da toni bassi per i quali la sensibilità del nostro orecchio è minima.

— nei locali, in genere di servizio, adiacenti ai locali macchina si hanno da 75 a 80 decibel.

— nei locali di residenza, sui ponti superiori, nelle cabine passeggeri si misurano da 66 a 70 decibel, cioè in essi vi giunge una energia sonora che è 25.000 volte minore di quella che si ha nel locale ausiliari e

tiere della bontà e finezza della sua carena, al Costruttore del macchinario di propulsione delle buone qualità meccaniche e termiche dei suoi motori e perché danno soprattutto all'Armatore una serie di risultati di scalo e di macchina e quei valori di velocità e di consumo che sono, evidentemente, la piattaforma su cui gli baserà il

Corsa sulla base Punta Chiappa-Portofino L. = 6352,8 m	Tempo	Velocità nodi		Velocità rotazione dei motori gir/1'					Potenza eff. mot. di prop. HP		Consumo orario totale di combust. Kg/h	Temperatura gas di scarico			
		Sulla corsa	Sulla doppia corsa	Sulla corsa		Sulla doppia corsa		Media dei 2 mot.	Sulla base			Mot. princ.	Moto- pompe	S _a	D _a
				S _a	D _a	S _a	D _a		S _a	Media					
P. Chiappa - Portofino	11' 13"	18,349	19,431	149,2	150,5	149,05	150,3	149,67	16,500	16,500	2,815	238	240	130	128
Portofino - P. Chiappa	10' 02"	20,513		148,9	150,1				16,500						
P. Chiappa - Portofino	10' 31"	19,570	20,580	158,8	160,5	159,65	161,25	160,70	20,450	20,500	3,550	230	235	160	160
Portofino - P. Chiappa	9' 32"	21,590		160,5	163				20,550						
P. Chiappa - Portofino	10' 02"	20,513	21,503	168,7	169,5	168,5	169,45	168,97	24,055	24,000	4,156	260	258	230	260
Portofino - P. Chiappa	9' 10"	22,493		168,3	169,4				23,945						
P. Chiappa - Portofino	9' 21"	22,012	23,184	185,9	188,11	189,28	191,27	190,27	34,250	35,700	6,517	375	370	360	360
Portofino - P. Chiappa	8' 27"	24,356		192,66	194,44				37,150						

Aspetto della nave { immersione a prora 7,044 m
immersione a poppa 7,642 m
dislocamento 22.833 t

Combustibile { Densità: 0,88 Kg/dm³ a 30°C
Potere calorifico superiore: 10.600 Cal/Kg.

Tab. II - M/n "GIULIO CESARE", - Dati di velocità, potenza e consumo di combustibile rilevati durante le prove del 25-9-1951.

inferiore a quella che si ha in un locale di abitazione molto confortevole (v. nota 1).

Una simile attenuazione è veramente straordinaria, tanto più se si tiene conto che per le vie per le quali i rumori delle macchine possono arrivare ad un dato punto della nave sono molteplici e insidiose.

Nella parte centrale del viaggio di trasferimento si è inoltre proceduto ad eseguire la prova contrattuale di 6 ore con nafta da caldaia (Bunker C grade) con esito regolare.

c) *Prove progressive di velocità* (25 settembre 1951). — Queste prove sono, agli effetti pratici, le più interessanti, perché forniscono la riprova, al Can-

future esercizio della nave. Più che spendere molte parole in proposito, ci riferiamo ai dati, contenuti nella tabella II e nel diagramma di fig. 19 da cui si ricava che in condizioni di carena pulita e mare calmo la nave raggiunge alla potenza normale di 2×13.000 HP eff. la velocità di circa 22 mg/h, con un consumo medio giornaliero di combustibile per la sola propulsione di circa 108 T/24 h.

d) *Prova alla massima andatura* (Tab. III). — Questa prova, osteggiata da molti costruttori e anche da una parte degli armatori, è per noi invece fonte di soddisfazione e soprattutto di sicurezza nelle qualità termiche e

meccaniche del nostro macchinario, perché in realtà non c'è miglior sistema per scoprire rapidamente eventuali debolezze in un motore termico che quello di caricarlo quanto più è possibile e per un periodo ragionevolmente

topopme quasi al limite delle loro possibilità termiche, hanno quindi rappresentato per noi il coronamento più desiderato del nostro lavoro di progettisti e di costruttori e la miglior garanzia che anche nel futuro

Corso sulla base Punta Chiappa - Portofino L. = 6352,8	Tempo	Velocità della nave nodi		Velocità di rotazione dei motori giri/l'			Potenza effettiva motori di propulsione HP
		Sulla corsa	Sulla doppia corsa	Sulla doppia corsa			
				S ₁	D ₁	Media 2 motori	
Portofino - Punta Chiappa	8' 34"	24,024	23,097	191,82	194,20	193,01	37.400
Punta Chiappa - Portofino	9' 17"	22,170					
Portofino - Punta Chiappa	8' 36"	23,931	23,315	192,95	193,71	193,33	37.500
Punta Chiappa - Portofino	9' 04"	22,700					
Portofino - Punta Chiappa	8' 37"	23,865	23,334	194,20	194,95	194,57	38.600
Punta Chiappa - Portofino	9' 02"	22,783					

Assetto della nave: immersione a prora 6,932 m - immersione a poppa 7,751 m - dislocamento 22.882 t

Tab. III - M/n "GIULIO CESARE" - Alcuni dati di velocità e potenza rilevati durante le prove alla massima andatura.

prolungato. Queste 10 ore di prova a 190 giri/l' e alla potenza di circa 2×18.500 HP. effettuate senza il minimo incidente, con motori principali e mo-

esercizio di queste belle navi, i motori di propulsione e gli ausiliari funzioneranno con perfetta regolarità e piena soddisfazione.

Questo Bollettino è stato compilato in collaborazione tra i seguenti nostri Servizi: Studi, Sala Prove, Esperienze Motori.



CENTRO STORICO FIAT

Tipogr. BOTTO, ALESSIO & C. - Via Biblioteca, 2 - Tel. 1-26 - CASALE MONF. - LUGLIO 1952



L'Augustus ed il Giulio Cesare ormeggiati nel porto di Genova.