

FIAT STABILIMENTO
GRANDI MOTORI

BOLLETTINO TECNICO

VOL. XIV - N. 2 - APRILE-GIUGNO 1961

CENTRO
STORICO





In copertina: La nave traghetti auto "Appia", della Società di Navigazione Adriatica, in servizio sulla linea Brindisi-Patrasse. L'apparato motore è costituito da due motori FIAT 606 T costruiti dal CRDA.

La Centrale di Haoud el Hamra nel Sahara Francese

Dott. Ing. Luciano Massaglia

Pag. 33

A bordo della motonave traghetti auto "Appia",

Dott. Ing. Luigi Pavia

Pag. 45

Si permette la riproduzione totale o parziale degli articoli di questo Bollettino purché ne sia citata la fonte

FIAT - Stabilimento Grandi Motori - Torino (Italia) - Via Cerna, 20

FIAT STABILIMENTO GRANDI MOTORI

TORINO (ITALIA)

VOLUME XIV - N. 2

BOLLETTINO TECNICO

VIA CUNEO N. 20

APRILE - GIUGNO 1961

LA CENTRALE DI HAUD EL HAMRA NEL SAHARA FRANCESE

Nella primavera del '60 entrò in funzione ad Haud el Hamra (Sahara Francese) una centrale termoelettrica della potenza di circa 25.000 kW costituita da quattro turbine a gas di cui due di costruzione FIAT e due di costruzione C.E.M.

Per la sua potenza e per le sue particolari caratteristiche di installazione e di esercizio, questo impianto rappresenta una delle centrali termoelettriche più importanti ed interessanti del Nord Africa.

Riteniamo quindi opportuno descrivere brevemente su queste pagine l'impianto ed in particolare le parti riguardanti le turbine a gas FIAT e gli accessori e servizi relativi.

1) Gli Impianti petroliferi di Hassi Messaoud.

La scoperta dei giacimenti petroliferi nel Sahara Francese, avvenuta alla fine del 1956 con la perforazione del primo pozzo produttivo di Hassi Messaoud, ha iniziato un periodo di rapido sviluppo di questa zona prima completamente deserta e solo toccata dalle carovane di cammellieri che si rifornivano d'acqua ad un vecchio pozzo ancora esistente e che dà appunto il nome alla località.

Poiché questa zona si trova a circa 900 km a sud-est di Algeri, uno dei primi problemi da risolvere è stato quello dei mezzi di trasporto per cui, mentre si è iniziato il tracciato di piste, trasformate gradualmente in vere strade adatte ai trasporti delle pesanti attrezzature di estrazione, contemporaneamente si svilupparono aerodromi per il trasporto rapido del personale e dei materiali più urgenti e delicati.

Alla fine del 1957, per smaltire il crudo, estratto dai primi pozzi, venne costruito un oleodotto di piccolo diametro ($\varnothing = 150$ mm) e di 170 km di lunghezza, che permetteva di pompare il petrolio fino all'oasi di Touggourt dove, per mezzo di vagoni cisterna, esso proseguiva in ferrovia fino al Porto di Philippeville sul Mediterraneo.

In seguito all'aumento del numero di pozzi ed all'accertamento di una riserva di petrolio, stimata prudenzialmente a circa 500 milioni di tonnellate, si impose la costruzione di un oleodotto di grande diametro e collegante direttamente la zona di estrazione con il porto di carico delle petroliere.

Il Governo Francese diede pertanto l'incarico della costruzione delle installazioni per il trasporto del crudo alla SOPEG (Société Pétrolière de Gérance) che, nella metà del 1958, iniziò la posa di un oleodotto del diametro di 610 mm che, con un percorso di 670 km, permetteva il trasporto diretto del greggio dai centri di raccolta al porto di Bougie sul Mediterraneo.

Dato che il crudo all'uscita dai pozzi contiene una forte quantità di gas naturale che, per mancanza di mezzi di utilizzazione e trasporto viene bruciato in grandi torce,



Fig. 1 - La Centrale Elettrica e gli impianti di stoccaggio costruiti ad Haud-el-Hamra in una zona in precedenza completamente deserta.

venne naturale l'idea di costruire una centrale elettrica capace di alimentare le pompe della stazione di testa dell'oleodotto, le installazioni per l'estrazione del petrolio ed i centri ausiliari e di abitazione del personale, eliminando così i vari piccoli gruppi elettrogeni che fino allora avevano provveduto alle prime necessità.

La scelta del macchinario di questa Centrale venne appunto fatta in base alla esigenza di impiegare, come combustibile base, il gas naturale esistente in grande abbondanza e, come combustibile di riserva, il crudo.

Altre considerazioni sono state quelle di avere un minimo consumo d'acqua e lunghi periodi di funzionamento con il minimo di manutenzione.

Queste condizioni portarono senz'altro all'adozione di turbine a gas.

Per la costruzione della Centrale venne scelta una località detta Haoud el Hamra, a circa 20 km da Hassi Messaoud in una zona desertica ad un'altitudine di 160 m sul mare; le condizioni climatiche comportano delle temperature massime estive di oltre 50°C con umidità relativa di solo il 10 ÷ 15%; nel periodo invernale si può invece, durante la notte, scendere a 0°C. Le piogge sono praticamente trascurabili, mentre invece la località è soggetta a forti venti con tempeste di sabbia.

La disposizione topografica comprende una zona con terreno adatto all'appoggio di grandi cisterne di raccolta della capacità di 35 000 m³ e sopraelevata di circa 12 m su di una seconda zona destinata all'installazione della Centrale e della stazione di pompaggio.



Fig. 2 - La zona petrolifera di Hassi Messaoud e l'oleodotto per il trasporto del greggio al porto di Bougie. Il pompaggio viene effettuato dalla stazione di testa di Haoud-el-Hamra e da tre stazioni intermedie (1-2-3).

Questa disposizione permette in particolare di disporre di un discreto carico statico sull'aspirazione delle pompe, ciò che è molto utile, trattandosi di un greggio leggero e caldo, con una forte tensione di vapore.

L'insieme delle realizzazioni industriali di Haoud el Hamra sono contenute approssimativamente in un cerchio di 800 m di diametro e comprendono la Centrale Elettrica ed i suoi servizi, l'arrivo del greggio in proveniente dai centri di raccolta, le sei cisterne di deposito da 35 000 m³ ciascuna, la stazione di pompaggio e l'inizio dell'oleodotto del diametro di 610 mm diretto sulla costa a Bougie.

2) La Centrale di Haoud el Hamra.

Le condizioni climatiche, unite alla mancanza assoluta di mano d'opera locale specializzata e alla mancanza di officine, hanno influenzato notevolmente il tipo di costruzione.

Infatti si sono utilizzate al massimo possibile le strutture metalliche prefabbricate, riducendo al minimo l'impiego di cemento, dato che la sabbia locale per il suo contenuto argilloso e la grana finissima non si prestava per l'impasto con cemento; le elevate temperature e l'intensa irradiazione solare hanno favorito l'abbondante impiego di alluminio per il suo elevato potere riflettente e la piccola inerzia termica, mentre la possibilità di tempeste di sabbia ha reso indispensabile la chiusura stagna di tutti i locali e la filtrazione dell'aria di aspirazione delle macchine e di quella per la ventilazione dei locali.

La Centrale è composta essenzialmente di una struttura metallica appoggiata su delle fondazioni in cemento armato; le pareti sono costituite da lamiera ondulata di alluminio all'esterno e di acciaio all'interno tra le quali vi è uno strato di lana di vetro ed una intercapedine. Nella Centrale sono alloggiati le macchine, la sala di controllo e di comando, i locali elettrici di bassa, media ed alta tensione, con i trasformatori, gli uffici ed i servizi.

Allo scopo di rendere più facile la tenuta alla sabbia, sono state abolite al massimo le aperture rinunciando all'illuminazione naturale e dotando la Centrale di un solo ingresso carraio normalmente chiuso da una porta stagna.

Per la ventilazione sono sistemati quattro grandi collettori lungo tutta la Centrale, di cui due sistemati nella parte alta introducono aria filtrata e refrigerata, mentre per mezzo di altri due, sistemati a livello del pavimento, viene aspirata l'aria calda; altre prese d'aria sono sistemate su tutto il soffitto della Centrale e collegate per mezzo di altri due collettori a degli estrattori centrifughi.

All'esterno, sul lato Sud, sono sistemati i condotti di scarico e gli estrattori d'aria calda, mentre sul lato Nord vi sono le cabine di filtrazione e di refrigerazione dell'aria, l'arrivo del gas e la stazione di filtraggio e riduzione di pressione, le casse di servizio del greggio, il posto di trattamento e refrigerazione dell'acqua.



Fig. 3 - L'insieme delle realizzazioni di Haoud-el-Hamra.

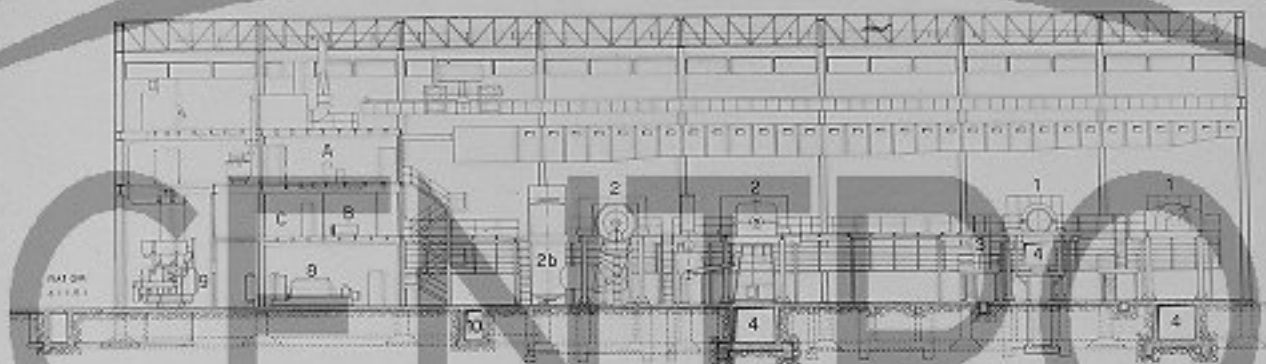
I gruppi generatori della Centrale sono costituiti da:

- 2 turbine a gas FIAT - Westinghouse tipo TG 500 con le seguenti caratteristiche a 15°C e 760 mmHg:
- potenza massima 6800 kW
- rendimento garantito 21,5 %
- velocità di rotazione turbina . . . 5740 giri/min

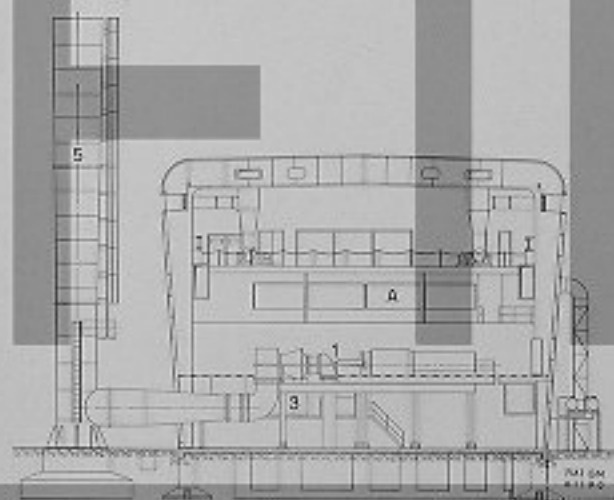
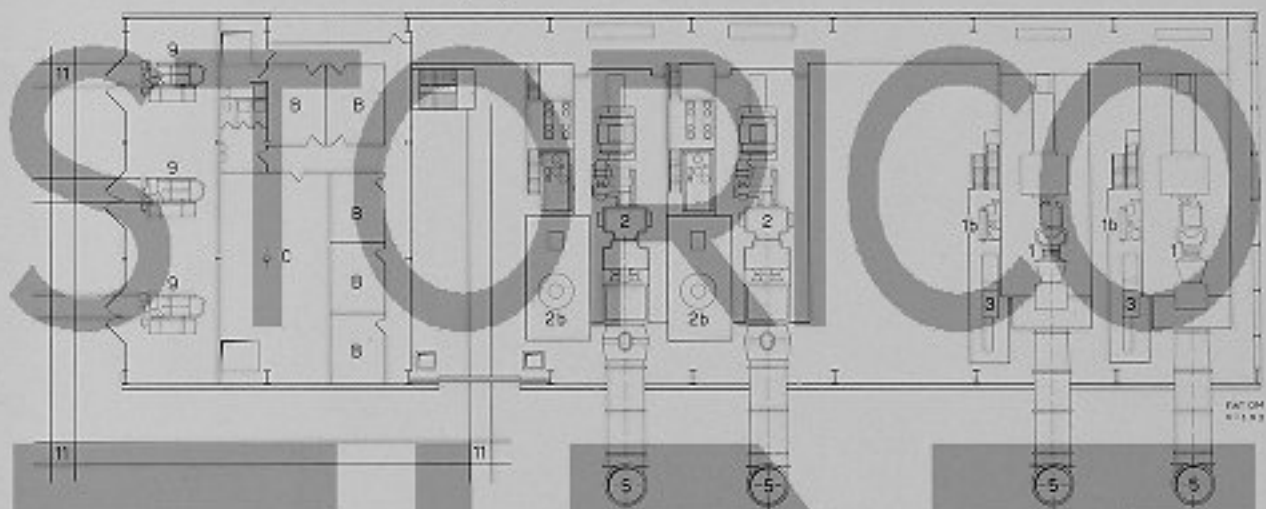
- temperatura all'ingresso in turbina a pieno carico 730 °C
- portata d'aria aspirata 55 kg/s

Esse sono accoppiate ad alternatori Schneider-Westinghouse della potenza di 7300 kVA alla velocità di 3000 giri/min.

SEZIONE LONGITUDINALE



PIANTA SUL PIANO TURBINE

SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA
DELLE TURBINE FIAT TG 500

PIANTA GENERALE



- 1 - Turbine FIAT TG 500
- 1a - Fondazioni per turbine FIAT TG 500
- 1b - Serbatoio e pompe olio per TG 500
- 2 - Turbine CEM
- 2a - Fondazioni per turbine CEM
- 2b - Camera di combustione per turbine CEM
- 3 - Armadi di controllo turbine FIAT
- 4 - Cabine filtrazione e refrigerazione aria e caricali
- 5 - Camini di scarico
- 6 - Centrale decompressione metano
- 7 - Ventilatori aspiratori
- 8 - Gruppi elettrogeni primo avviamento turbine

- 9 - Trasformatori da 12 500 KW
- 10 - Condotto aria condizionamento locale
- 11 - Biscari servizio Centrale
- 12 - Apparecchiatura di addolcimento dell'acqua
- 13 - Refrigeranti atmosferici a pioggia
- 14 - Separatore gas
- 15 - Riscaldatore gas
- 16 - Stazione di misura
- 17 - Carriolo uscita cavi 30 KW,
- A - Sala di controllo e comando
- B - Uffici
- C - Magazzino pezzi leggeri

PIANI GENERALI DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA DI HAUD-EL-HAMRA

— 2 turbine a gas costruite dalla C.E.M. (Construction Electro-Mécanique) su licenza Brown Boveri aventi le seguenti caratteristiche a 20 °C e 760 mmHg:

— potenza massima	6400 kW
— rendimento garantito	18,5 %
— velocità di rotazione turbina	3600 giri/min
— temperatura all'ingresso in turbina a pieno carico	610 °C
— portata d'aria aspirata	73 kg/s

Le due turbine sono accoppiate ad alternatori di costruzione C.E.M.



Fig. 4 - La Centrale è composta da una struttura metallica rivestita da lamiera ondulata di alluminio all'esterno e di acciaio all'interno, con interposizione di uno strato di isolante.

Le turbine FIAT possono essere alimentate sia con gas naturale che col petrolio greggio direttamente come viene estratto dai pozzi; il passaggio da un combustibile all'altro comporta la sostituzione dei sei iniettori, che può essere effettuata in circa 45 min., e la manovra di un quadro di commutazione, dotato di valvole a 3 vie, per i vari circuiti aria e olio dei quadri di regolazione.

Le turbine C.E.M. invece possono solamente funzionare con combustibile gassoso.

In vista di una futura ampliamento degli impianti ed in particolare del collegamento alle installazioni della E.G.A. (Électricité et Gas d'Algérie) nell'Oasi di Ouargla a circa 80 km di distanza, è stato predisposto lo spazio per un quinto gruppo turboalternatore, le cui fondazioni sono state costruite in modo da adattarsi sia ad una turbina FIAT che ad una C.E.M.

3) Le turbine.

Le turbine installate in questa Centrale, di cui abbiamo riportato in precedenza i dati principali, sono a ciclo semplice, e cioè costituite da un compressore d'aria, da una serie di camere di combustione e dalla turbina a gas vera e propria, capace di sviluppare una potenza

sufficiente per azionare il compressore e per fornire, in più, la potenza utile.

L'impiego di questo ciclo consente la massima semplicità costruttiva e riteniamo che, fra le varie realizzazioni possibili, quella da noi adottata sia effettivamente riuscita ad accoppiare sicurezza di funzionamento, massima semplicità e minimo peso.

Nel nostro bollettino n. 3 del 1960 abbiamo ampiamente descritto le caratteristiche termodinamiche e tecniche delle turbine a gas di nostra costruzione, e rimandiamo quindi i nostri lettori a quanto in esso pubblicato, per informazioni di carattere generale. Qui ripetiamo soltanto qualche disegno e fotografia e qualche schematica informazione.

I dati fondamentali del ciclo termico delle macchine sono riportati nella fig. 7 dove il lettore troverà, seguendo il flusso dell'aria e dei gas dall'aspirazione allo scarico, temperature e pressioni del ciclo relative alle condizioni standard di riferimento (15 °C e 760 mmHg).

La sezione longitudinale e le fotografie della macchina danno una chiara idea della semplicità costruttiva realizzata; caratteristica fondamentale è quella di avere un unico rotore che comprende le ruote del compressore e della turbina, e che è sostenuto soltanto da due supporti all'estremità, assicurando con questo un montaggio staticamente determinato.

Il rotore in un solo blocco, è a sua volta costituito da vari elementi: si richiama l'attenzione sulla costruzione adottata per le ruote della turbina, costituite da una serie di dischi indipendenti collegati fra di loro a mezzo di dentatura frontale disegnata in modo da permettere la libera dilatazione radiale dei vari dischi ed eliminare con questo qualsiasi sollecitazione derivante dalla inevitabile differenza di temperatura fra un disco ed il successivo.

Le camere di combustione, in numero di sei, sono disposte simmetricamente intorno all'asse del rotore, con facilità estrema di smontaggio e di controllo.

In conseguenza della costruzione adottata per il rotore, anche il corpo fisso della turbina è praticamente in un blocco unico, leggero e, nello stesso tempo, estremamente rigido e montato in modo da consentire ogni libertà di dilatazione.

La semplicità di costruzione, l'ingombro e il peso limitati, derivanti dallo schema costruttivo adottato, sono evidenti in modo particolare nella installazione di Haoud el Hamra, in cui le nostre turbine sono montate accanto ad altre di disegno Brown Boveri. Tali macchine, delle quali è giusto riconoscere l'ottima costruzione e l'ottimo funzionamento, sono state però disegnate secondo uno stile derivato dalla costruzione delle turbine a vapore; hanno elementi separati per il compressore, la camera di combustione e la turbina, e con questo hanno dato luogo a una costruzione di peso e di ingombro notevolmente maggiori. Una macchina di maggior peso e di maggior ingombro può essere in molti casi accettata dal cliente, specialmente se venduta allo stesso prezzo di una

macchina più piccola e più leggera; ma in quei casi in cui i costi dei trasporti e del montaggio incidono in modo notevole sul costo finale dell'impianto è fuori dubbio che una macchina più leggera presenti dei vantaggi non indifferenti.

— il compressore d'aria per la polverizzazione del combustibile liquido del tipo a palette che viene impiegato solo nel funzionamento con petrolio grezzo;



Fig. 5 - I gruppi generatori sono costituiti da due turbine FIAT tipo TG 500 da 6800 kW (in fondo nella foto) con possibilità di alimentazione a gas naturale ed a nafta e da due turbine C.E.M. da 6400 kW con sola alimentazione a gas.

4) Le apparecchiature per il funzionamento delle turbine FIAT.

Gli accessori per il funzionamento della turbina sono molto ridotti e comprendono:

- una cassa olio della capacità di 2 m³ sulla quale sono sistemate la pompa olio ausiliaria, quella d'emergenza, il regolatore di tipo idraulico ed il refrigerante olio. La pompa olio ausiliaria viene esclusivamente utilizzata durante l'avviamento e l'arresto poiché in marcia normale è sufficiente la sola pompa olio principale calettata direttamente sull'asse secondario del riduttore. La pompa d'emergenza è alimentata da batterie ed interviene solo nel caso di mancanza di corrente alternata in Centrale per garantire la lubrificazione durante l'arresto della turbina;
- un quadro di regolazione costituito dall'insieme di valvole e relativi servomotori, per il controllo della quantità di combustibile inviato ai bruciatori durante l'avviamento e la marcia normale. I gruppi di valvole per il combustibile liquido o gassoso vengono inseriti a volontà con la semplice manovra di valvole a tre vie raggruppate in un piccolo quadro di commutazione;
- la pompa del combustibile liquido di tipo centrifugo pluristadio capace di raggiungere una pressione di 45 kg/cm²;

- il compressore d'aria di servizio e relativo serbatoio per la alimentazione dei vari servizi pneumatici durante l'avviamento. Nella marcia normale questi servizi vengono alimentati direttamente dal compressore della turbina;
- il quadro di comando elettrico sistemato nella sala di controllo sul quale sono sistemati i registratori di temperatura per i gas all'ingresso e uscita dalla turbina e per lo scarico dell'olio dai cuscinetti. Sul medesimo quadro vi sono i comandi per la predisposizione del circuito elettrico dei vari ausiliari ed il pulsante di avviamento che permette la messa in marcia completamente automatica della turbina fino al 60 % della velocità normale, in corrispondenza della quale l'operatore deve intervenire sull'apposito pulsante del variatore di velocità per portare la turbina alla velocità di sincronismo;
- il quadro strumenti situato in vicinanza della turbina sul quale sono raccolti i vari pressostati e termostati che permettono sia l'avviamento automatico che il funzionamento dei vari dispositivi di sicurezza e d'allarme.

L'avviamento della turbina è effettuato per mezzo di un motore elettrico del tipo asincrono trifase della potenza di 250 Cv la cui coppia è regolata automaticamente per mezzo di resistenze sul circuito rotorico; esso

è sistemato sul lato dell'alternatore e viene accoppiato per mezzo di un giunto pneumatico.

Per avviare la turbina è sufficiente disporre sul quadro di comando i vari interruttori di comando degli ausiliari sulla posizione automatica e premere il pulsante di messa in marcia.

In modo completamente automatico si inserisce il giunto ed il motore di lancio accelera gradualmente la turbina; raggiunto il 20 % della velocità normale si

Questo condotto si prolunga sul lato Nord della Centrale alloggiando due serie di pannelli silenzianti ed è collegato alla sua estremità con una cabina d'aspirazione.

Questa, pure costruita con elementi prefabbricati in lamiera, è coibentata e rivestita con lamiera ondulata in alluminio ed alloggia i prefiltri per sabbia, i filtri a pannelli rotanti in bagno d'olio ed il refrigerante, destinato a ridurre la temperatura dell'aria aspirata quando la temperatura esterna è eccessivamente elevata.



Fig. 6 - Turbina FIAT TG 500 sul banco di prova. La semplicità costruttiva di questa macchina si accompagna alla massima sicurezza di funzionamento.

verifica l'accensione e, sempre in modo automatico, viene regolata la quantità di combustibile fino a raggiungere il 60 % della velocità normale, in corrispondenza della quale l'operatore deve intervenire per mezzo del variagiri.

Il motore di lancio e relativo giunto si disinserisce quando la turbina raggiunge la velocità di sincronismo.

In altri impianti dove si richiedeva il comando a distanza si è invece provveduto a rendere l'avviamento completamente automatico e così pure la messa in parallelo dell'alternatore.

Per la messa in moto della prima delle turbine a gas, sono installati due gruppi elettrogeni con motori Diesel costruiti dalla Acieries du Nord su licenza MAN, della potenza ciascuno di 300 kVA a 1000 giri/min.

I gruppi turboalternatori sono sistemati su di un telaio metallico alla quota di 4,50 metri sul pavimento. Questo telaio, costruito sul posto con elementi prefabbricati, appoggia su delle fondazioni in cemento armato, studiate in modo da costituire il condotto d'aspirazione d'aria.

5) I servizi ausiliari della Centrale.

I servizi ausiliari della Centrale comprendono:

a) **Circuito acqua.** - L'acqua bruta, necessaria per i vari servizi della Centrale, viene pompata in luogo stesso da una profondità di circa 30 m; si tratta di un'acqua fortemente mineralizzata da cloruri e solfati di sodio e magnesio per cui è necessario un trattamento di addolcimento.

Per questo l'acqua bruta prelevata dalla falda, passa innanzi tutto attraverso un grosso filtro (\varnothing 1,60 m - altezza 4 m) costituito da strati a grani di grossezza decrescente e percorre quindi i due apparecchi addolcitori, ciascuno di \varnothing 2,50 m ed altezza di 4 m, dotati di scambiatori di ioni del tipo divinil-benzene-stirene-sulfonato.

Questa sostanza deve regolarmente essere rigenerata per mezzo di una soluzione di cloruro di sodio ed a questo scopo sono predisposti un bacino di raccolta e delle pompe di circolazione.

La capacità degli apparecchi di addolcimento è prevista in modo da alimentare con una certa abbondanza il circuito d'acqua compensando le perdite per evaporazione del refrigerante a pioggia.

Il circuito acqua, per ragioni di sicurezza, è diviso in due parti; il primo comprende gli organi essenziali al funzionamento della Centrale e cioè: l'alimentazione dei refrigeranti dell'olio delle turbine, dell'aria degli alternatori e dell'olio dei trasformatori, mentre il secondo circuito,

Al suo arrivo il gas passa in un filtro, poi attraverso un riscaldatore ed infine una stazione di misura. Il filtro ha lo scopo di arrestare le particelle solide e di separare eventuali parti allo stato liquido, mentre il riscaldatore è previsto per aumentare la temperatura del gas durante l'inverno onde evitare le eventuali noie provocate dal raffreddamento che accompagna le successive espansioni.

La stazione di misura è costituita da due linee in parallelo di cui una di diametro 100 mm è utilizzata

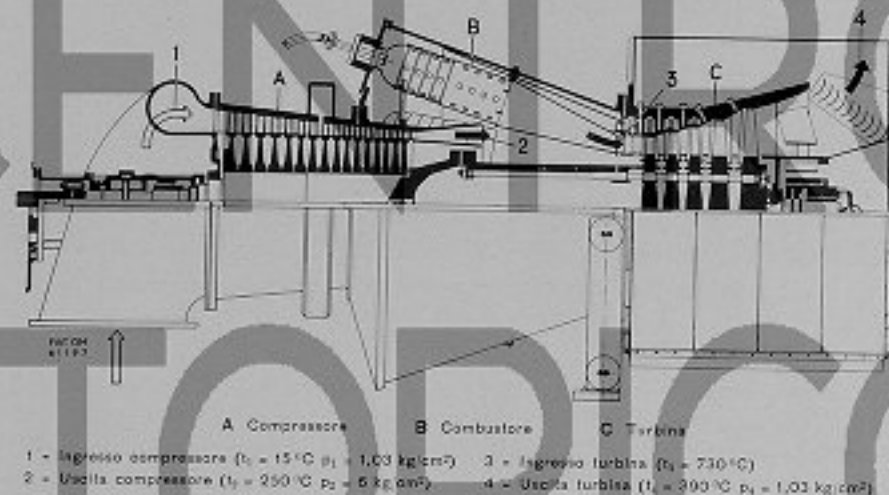


Fig. 7 - Sezione longitudinale della turbina FIAT TG 500 e dati fondamentali del ciclo termico.

non strettamente indispensabile, alimenta i refrigeranti dell'aria aspirata dalle turbine e dell'aria di condizionamento della Centrale.

Questi due circuiti sono chiusi su di un refrigerante atmosferico composto di sei celle ad aria soffiata, che costituiscono un unico blocco insieme al bacino di raccolta in cemento armato. Due di queste celle sono previste per raffreddare $375 \text{ m}^3/\text{h}$ da 36°C a 30°C ed interessano il primo circuito relativo agli organi essenziali mentre le rimanenti 4 celle sono previste per raffreddare $430 \text{ m}^3/\text{h}$ da 36°C a 26°C e sono relative al secondo circuito.

Ogni circuito è dotato di pompe di riserva ed inoltre quelle del secondo circuito possono essere inserite sul primo, cioè sul circuito più essenziale.

Malgrado le elevate temperature ambiente che nel periodo estivo sorpassano i 50°C , l'efficienza del refrigerante atmosferico a pioggia è garantita dal valore molto basso dell'umidità relativa che, nelle ore più calde, è di circa il $10 \div 15\%$.

b) **Circuito gas.** - Il gas naturale proviene dal centro di produzione della C.F.P.A. (Compagnie Française Pétrole d'Algérie) dove viene separato dal petrolio grezzo che lo contiene in forte quantità. Esso arriva in Centrale alla pressione di circa 20 kg/cm^2 per mezzo di un gasdotto del diametro di 200 mm e della lunghezza di circa 14 km.

per portate fino a $5000 \text{ m}^3/\text{h}$ e la seconda di diametro 200 mm permette invece di misurare portate fino a $20000 \text{ m}^3/\text{h}$. Le due linee sono mantenute, per mezzo di apposite valvole, alla pressione costante di 16 kg/cm^2 e da queste il gas va ad alimentare direttamente le centraline di decompressione delle turbine dove viene ridotto a 12 kg/cm^2 di pressione.

c) **Circuito petrolio greggio.** - Il petrolio greggio viene usato come combustibile, nelle stesse condizioni in cui viene estratto dai pozzi, unicamente per le due turbine FIAT. Il circuito è costituito da una grossa cassa di decantazione della capacità di circa 3000 m^3 che alimenta per gravità la cassa di servizio di ciascuna turbina attraverso una batteria di filtri aventi un potere filtrante di circa 20 micron.

Questa disposizione è stata adottata in seguito alla constatazione dell'elevato tenore di impurità del crudo, costituita essenzialmente da sabbia e da materie asfaltiche e gommose che, se non eliminata, provocava un graduale intasamento di tutto il circuito di alimentazione delle turbine.

d) **Cabine filtrazione aria.** - Ciascuna turbina è collegata per mezzo di un condotto in cemento armato ricavato nel blocco di fondazione ad una cabina di aspirazione nella quale sono collocati i separatori di sabbia, i filtri ed il refrigerante dell'aria.

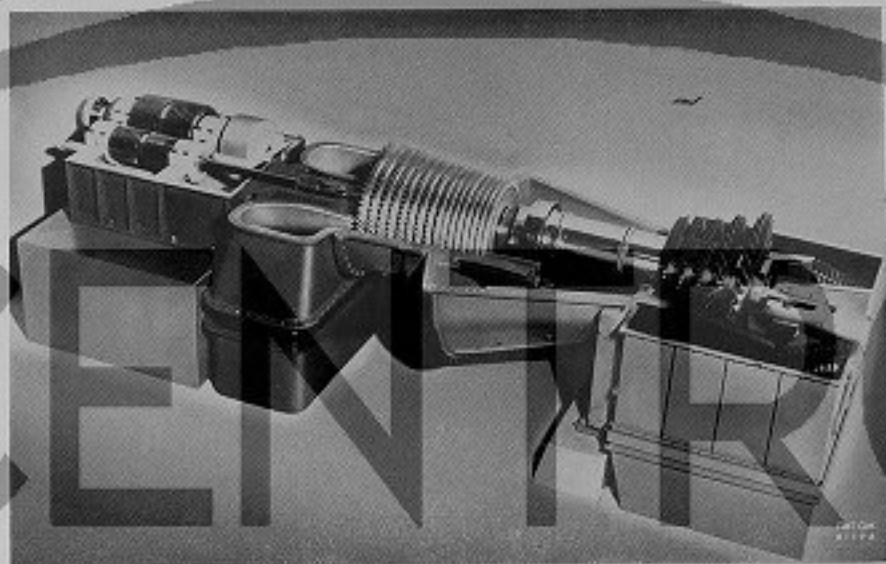


Fig. 8 - Il rotore della turbina FIAT TG 500 è in un sol blocco, supportato da due cuscinetti alle estremità.

I separatori di sabbia sono costituiti da filtri a ciclone in cui viene impresso all'aria un movimento vorticoso che provoca la separazione delle parti più grosse della sabbia; questa viene raccolta in apposite casse ed aspirata assieme ad aria da pompe centrifughe che la inviano all'esterno. Questi separatori sono normalmente esclusi dal circuito e vengono inseriti solo nel caso di tempeste di sabbia.

L'aria, dopo i separatori, attraversa un filtro costituito da una cortina di pannelli a passaggi tortuosi la quale

è in lenta rotazione e nella parte inferiore pesca in una cassa ripiena di olio di elevata viscosità che ha la funzione di lavare i pannelli liberandoli dalle impurità raccolte e di renderli umidi d'olio in modo da poter riprendere la loro funzione filtrante.

L'aria così depurata attraversa in seguito un refrigerante costituito da parecchi strati di tubi aleitati all'esterno e percorsi all'interno da acqua fredda.

Questi refrigeranti, che nel periodo invernale possono essere esclusi, hanno lo scopo di ridurre la temperatura dell'aria aspirata dalle turbine nel periodo estivo e sono stati previsti per una riduzione da 45°C a 35°C. A questa riduzione di temperatura corrisponde un aumento della capacità di carico delle turbine di circa il 10%.

Una cabina analoga a quelle di aspirazione delle turbine è stata costruita per filtrare e raffreddare l'aria che viene inviata per ricambio e condizionamento nell'interno della Centrale.

6) Il montaggio e la messa a punto delle turbine.

Il montaggio delle turbine FIAT è iniziato nel Dicembre 1959 ed è essenzialmente solo consistito nell'accoppiamento delle turbine ai riduttori e di questi ultimi agli alternatori. Infatti le turbine, dato il loro ingombro e il peso limitato (circa 18 tonnellate ciascuna) sono giunte in Centrale completamente montate, e così pure i riduttori ad ingranaggi.

Sul posto sono state invece costruite le varie tubolature dei circuiti acqua, aria e combustibile liquido e gassoso, mentre quelle del circuito olio e quelle di collegamento dei quadri di controllo erano già pronte essendo le stesse che erano state utilizzate per le prove in officina.

Tenendo conto delle condizioni locali, e di vari fattori



Fig. 9 - Quadro controllo e comando delle turbine FIAT.

non dipendenti dal materiale fornito, il montaggio delle turbine e la sistemazione di tutte le apparecchiature connesse sia dal lato meccanico che elettrico, ha proceduto in modo relativamente spedito.

Nell'Aprile 1960 le due turbine sono state messe in moto esclusivamente a vuoto, non essendo la Centrale ancora in condizioni di erogare energia, per cui è stata solamente eseguita la messa a punto del sistema automatico di avviamento sia per il combustibile liquido che per il gas naturale.

a) **Combustibile liquido.** - Dai campioni prelevati è risultato che il crudo della zona di Hassi Messaoud ha le seguenti caratteristiche:

— densità a 20°C	0,804
— viscosità a 20°C	1,197 Engler
— punto d'infiammabilità	< -15 °C
— potere calorifico superiore	10 900 Cal/kg
— residuo Conradson	0,815 % in peso
— ceneri	0,0016 % in peso
— zolfo	0,215 % in peso
— sospensioni organiche e minerali	0,043 % in peso

Come si può notare, si tratta di un crudo molto leggero ed assente da vanadio e sodio, per cui molto indicato per essere impiegato in turbine a gas senza la necessità di alcun trattamento particolare.

Questi inconvenienti sono stati eliminati con l'adozione, sul circuito di alimentazione del combustibile, di una grossa cassa di decantazione della capacità di 3000 m³ e la sistemazione di un filtro con potere filtrante di 20 micron a monte della cassa di servizio.

b) **Combustibile gassoso.** - La composizione chimica media del peso del combustibile gassoso è la seguente:

Composizione del combustibile gassoso % ₁				
N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈
3,56	2,02	62,8	19,5	9,54

Sono state prese delle precauzioni prima di procedere alla messa in moto delle turbine, allo scopo di assicurarsi che il gas naturale fosse esente da frazioni liquide, come butano e propano, dato il notevole pericolo che altrimenti si avrebbe con l'impiego dei bruciatori adatti per il gas, i quali hanno sezioni di passaggio notevolmente più grandi di quelle occorrenti per il combustibile liquido.

In particolare è stata eseguita una circolazione del gas della durata di 24 ore con una portata di 2000 m³/h attraverso tutto il sistema di regolazione fino all'ingresso dei bruciatori; da questi il gas veniva scaricato e bruciato in una torcia.

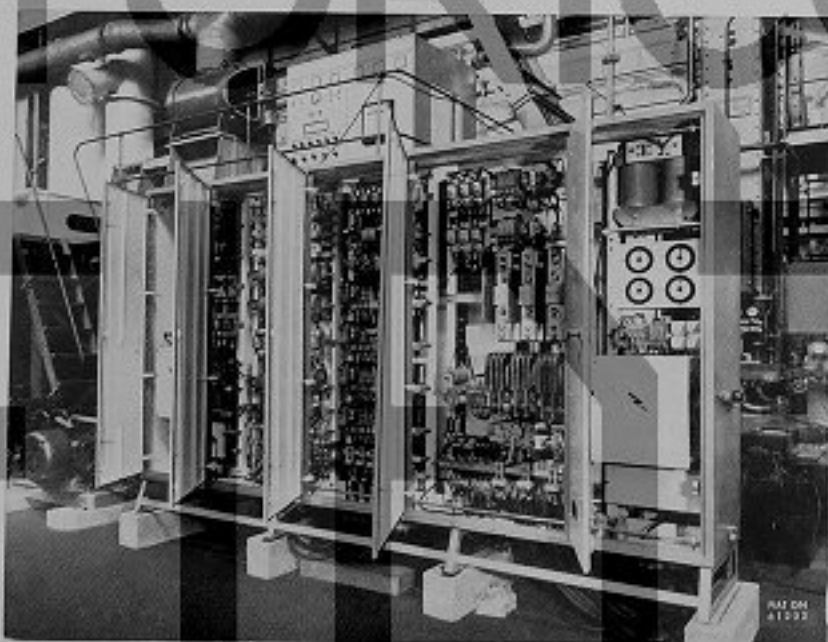


Fig. 10 - Armadio teleruttori comando motori elettrici, elettrovalvole e ausiliari delle turbine FIAT.

La discreta quantità di sospensioni organiche e minerali ha dato qualche noia nel primo periodo di funzionamento, a causa della formazione di depositi nel circuito di regolazione.

Durante questo periodo, come pure in seguito durante la normale marcia delle turbine, non si è avuta occasione di notare accumuli di frazioni liquide in nessuno dei vari separatori predisposti nel circuito del gas.



Fig. 11 - Il trasporto della turbina interamente montata può essere effettuato con mezzi di normale dotazione, date le limitazioni di peso e di ingombro.

7) Prove di collaudo e funzionamento pratico.

L'inizio dell'erogazione di energia della Centrale ha avuto luogo alla metà di Maggio 1960 con entrambe le turbine FIAT in marcia, una alimentata con gas naturale e l'altra con petrolio greggio.

Dopo circa 1000 ore di moto, al principio di Luglio sono state eseguite le prove di carico su una delle due turbine FIAT.

A causa delle condizioni di assorbimento di energia delle varie utenze, la prova di pieno carico si è limitata a sole due ore, durante le quali la turbina ha funzionato nelle seguenti condizioni:

— temperatura aria all'ingresso	34,8 °C
— depressione all'aspirazione	120 mmH ₂ O
— contropressione allo scarico	110 mmH ₂ O
— pressione barometrica	740 mmHg
— temperatura media indicata all'ingresso in turbina	750 °C
— temperatura media di scarico	405 °C
— potenza sviluppata	5215 kW
— potenza riportata alle condizioni contrattuali di 15 °C, 760 mmHg di pressione ambiente e 50 mmH ₂ O di perdite all'aspirazione e scarico	6800 kW
— combustibile	gas naturale

Le prove, effettuate sotto il controllo della Società APAV di Marsiglia, hanno dimostrato la possibilità delle turbine di sviluppare una potenza superiore del 13% a quella contrattuale mantenendo temperature all'ingresso ed allo scarico turbine assolutamente normali. Anche il rendimento del gruppo ha superato notevolmente quello contrattuale del 21,5% raggiungendo il valore del 24%.

Altre prove a carichi ridotti ed a vuoto a velocità variabile, hanno dimostrato la completa efficienza della turbina e del suo sistema di regolazione per cui la SOPEG ha rinunciato alla esecuzione di prove ufficiali sul secondo gruppo.

Nel Luglio 1961 è scaduto il periodo di garanzia contrattuale delle due turbine FIAT ed in questa occasione è stata effettuata una revisione consistente nel sollevamento del coperchio per ispezione delle palettature della turbina e del compressore; inoltre in questa occasione sono state controllate le camere di combustione, ed i cuscinetti della turbina e del riduttore.

Al momento della revisione la prima turbina aveva totalizzato 5000 ore di moto e la seconda 4000.

Dalle ispezioni effettuate non si è riscontrato nulla di anormale e dopo un periodo di arresto per i lavori di revisione limitato a soli due giorni per turbina, esse hanno ripreso il regolare servizio.

Come risulta da quanto detto avanti il servizio pratico delle due turbine è stato completamente soddisfacente; particolarmente apprezzati dai tecnici della Centrale sono stati il sistema automatico di avviamento che permette la messa in moto della turbina in un tempo molto breve e senza alcun intervento manuale da fermo fino al 60% della velocità normale, e la regolarità della marcia a carico, che non richiede alcuna attenzione particolare dal personale di guardia. È risultata di grande utilità per il cliente la possibilità di poter funzionare a combustibile gassoso o a combustibile liquido.

I vari impianti della Centrale hanno pure dimostrato una ottima efficacia ed in particolare il sistema di filtrazione dell'aria aspirata dalle turbine, che lascia prevedere un lunghissimo periodo di funzionamento prima di richiedere il lavaggio della palettatura del compressore.

Anche il circuito dell'acqua di raffreddamento è risultato molto efficace in quanto, con temperature ambiente di 45 ÷ 48 °C, l'acqua all'ingresso dei refrigeranti si è sempre mantenuta alla temperatura di solo 23 ÷ 25 °C.

Concludendo questa breve descrizione della Centrale di Haoud el Hamra desideriamo mettere ancora in evidenza la ottima adattabilità delle turbine a gas, particolarmente nelle installazioni richieste dallo sfruttamento dei campi petroliferi, sia per generazione di energia elettrica che per il comando diretto di compressori e di pompe. Dato inoltre che questi campi sono situati generalmente in zone desertiche e disagiate, le turbine a gas FIAT che richiedono un minimo di fondazioni e di accessori e che possono funzionare anche all'aperto, senza alcun bisogno d'acqua, con personale di condotta ridottissimo o addirittura eliminato per mezzo di telecomandi e con necessità di manutenzione minima, rappresentano certamente una soluzione molto vantaggiosa.

Dott. Ing. LUCIANO MASSAGLIA.

A BORDO DELLA MOTONAVE TRAGHETTO AUTO "APPIA,"

In occasione dell'entrata in servizio della Min^{na} Appia, l'Ing. Luigi Paoletti, Capo dei Servizi Tecnici della Soc. di Navigazione Adriatica, ha illustrato, in un articolo pubblicato sul numero di giugno 1961 della Rivista Tecnica Italiana, alcuni aspetti di questa costruzione.

Siamo lieti di riportare, per cortese concessione dell'Autore, l'articolo sul nostro Bollettino, dato che molte caratteristiche di questa nave costituiscono una certa novità in questa categoria di costruzioni navali. La nave viene osservata piuttosto dal lato funzionale e dell'utente che non da quello dell'architetto navale, cosa questa che riteniamo possa interessare molti lettori di questa nostra pubblicazione.

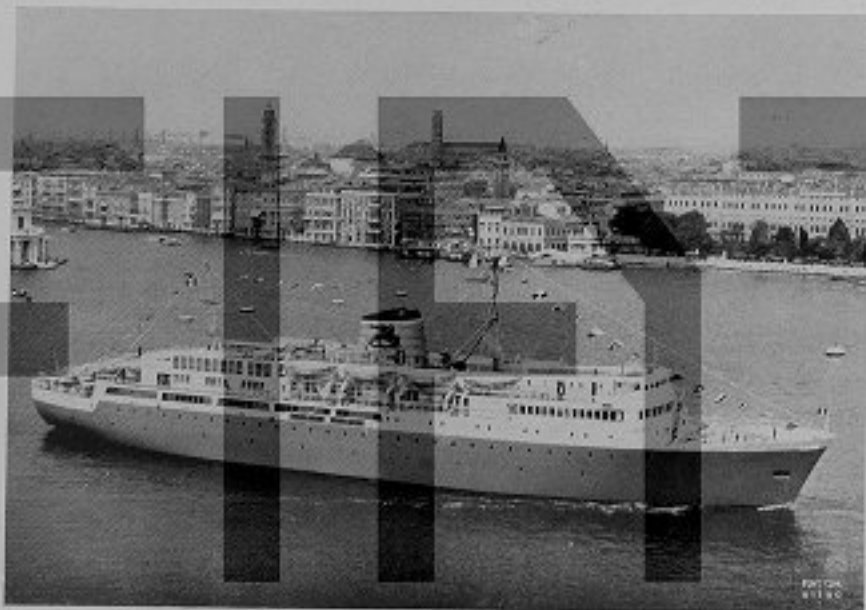
Notiamo che per la propulsione di questa nave è stato impiegato un apparato costituito da due motori FIAT 606 T di costruzione C.R.D.A. Questo stesso tipo di motore, nella versione a 7 ed a 5 cilindri, è stato scelto dalla Soc. Adriatica di Navigazione per altre navi descritte nel nostro Bollettino (numeri 3-1956 e 2-1959). Esso è previsto anche per altre nuove navi (traghetto) destinate a congiungere l'Italia continentale con la Sardegna, e per altre navi da passeggeri per servizi nel Mediterraneo. Per non ripetere quanto già pubblicato, riassumiamo, al termine dell'articolo, le caratteristiche principali del motore, invitando i lettori che desiderassero conoscere ulteriori particolari, a consultare i Bollettini citati.

Premesse.

Il successo avuto in questi ultimi anni dai car ferry, navi traghetto automobili e passeggeri, negli stretti e nei canali dei mari del Nord Europa, ha suggerito ad alcuni Armatori — malgrado le maggiori distanze in gioco e

rimessa, senza necessità di particolari mezzi di carico per l'imbarco delle macchine, quali picchi e gru, non sempre graditi dai passeggeri proprietari delle macchine stesse.

Le Autorità italiane ed il governo greco, la Hellenic



quindi malgrado le maggiori difficoltà da risolvere — di estendere anche al Mediterraneo l'impiego di queste navi di tipo speciale, dove le automobili con passeggeri possono salire direttamente a bordo in una apposita auto-

Mediterranean Lines Co. e la Società di Navigazione Adriatica di Venezia hanno per primi affrontato questo problema studiando una linea di collegamento tra l'Italia e la Grecia.

Si è ritenuto che i vantaggi di una breve e rapida traversata, di 140 miglia da Brindisi a Jgoumenitza, di 265 miglia da Brindisi a Patrasso, a bordo di un comodo car ferry, possano rappresentare una forte attrattiva per i passeggeri ed in particolare per i turisti motorizzati, diretti in Grecia, sinora costretti ad utilizzare per i loro viaggi in automobile costose trasferte su navi del tradi-



Fig. 2 - Il portellone abbattibile di poppa, della portata di 26 t, che consente l'accesso diretto degli autoveicoli.

zionale tipo passeggeri o effettuare un lungo viaggio terrestre lungo le strade non sempre comode della penisola balcanica.

Concluso un accordo tra le due parti interessate, la Hellenic Mediterranean Lines Co. ha assicurato questa linea nell'estate del 1960 con la motonave car ferry "Egnatia ...". L'Adriatica di Navigazione si affianca ora alla predetta Società con la nuovissima motonave car ferry "Appia ...".

Settimanalmente un treno speciale partirà da Milano per Brindisi con carrozze letto e carri per il trasporto di automobili al seguito dei viaggiatori, integrando così con il Nord Europa questa Linea che consentirà il formarsi di una corrente turistica di grande interesse.

La nave "Appia ..." è stata varata il 25 settembre 1960 dallo scalo maggiore di levante del Cantiere Navale Breda di Venezia Marghera, con un peso in quel momento di

2600 t. Madrina al varo l'Onorevole Maria Jervolino. Nella seconda metà del mese di maggio di quest'anno sono state effettuate le prove in mare, nelle acque di Venezia.

Caratteristiche.

L' "Appia ...", attualmente forse la più grande nave del suo speciale tipo in servizio sui mari, ha le seguenti dimensioni principali e caratteristiche:

Lunghezza fuori tutto	122,50 m
Lunghezza fra le perpendicolari	110,00 m
Larghezza massima fuori ossatura	19,00 m
Immersione a pieno carico	4,85 m
Altezza al ponte autorimessa	6,65 m
Altezza al ponte di coperta	11,55 m
Stazza lorda	8026 t. s. l.

Elenco dei ponti:

Ponte inferiore
 Ponte autorimessa (ponte principale)
 Ponte intermedio
 Ponte di coperta
 Ponte delle imbarcazioni (ponte di passeggiata)
 Ponte di comando (ponte lido)

Due eliche
 Due motori da 2750 Cv a potenza normale
 Corrispondente velocità d'esercizio: 17 nodi
 Equipaggio: 118
 Passeggeri: 835
 Totale: 953
 Automezzi: 120

Le sue eccezionali dimensioni sono una diretta conseguenza del tema stabilito al momento dell'impostazione del progetto. Si è trattato infatti di realizzare una nave in grado di trasportare circa 850 persone e 120 automobili in traversate diurne e notturne, dall'Italia alla Grecia; quindi è stato necessario progettare una nave traghetto che fosse dotata anche di un notevole numero di cabine con posti letto.

Il percorso complessivo di 265 miglia verrà compiuto alla velocità di 17 nodi; la traversata da Brindisi a Patrasso, comprese le soste a Corfù ed Jgoumenitza, richiederà circa 20 ore.

Il piano generale sommario è stato studiato dal Servizio Tecnico dell'Adriatica tenendo tra l'altro presenti: la necessità di consentire imbarchi e sbarchi di autopullman nei porti intermedi senza provocare interferenze con gli altri automezzi già imbarcati, la necessità di creare un razionale movimento di persone tra i vari ponti con l'esclusione assoluta di traffico sul ponte automezzi (ponte principale), la necessità di separare il traffico dell'equipaggio da quello dei passeggeri ed infine la convenienza di realizzare una buona ubicazione di alloggiamenti della massima capacità per un gran numero di passeggeri.

Il cantiere costruttore ha sviluppato il progetto architettonico e costruttivo superando non poche e non comuni difficoltà.

La prima esigenza ed in parte il quarto punto sono stati risolti prevedendo sul ponte principale, interponte autorimessa, una lunga galleria centrale, da poppa sin-

Una galleria entro il cofano macchina ha integrato questo piano di traffico, consentendo il movimento dell'equipaggio dalla zona prodiera del ponte inferiore alla zona poppiera dello stesso ponte e viceversa. L'equipaggio, sottufficiali e comuni, è infatti alloggiato tutto, con i relativi servizi, sul ponte inferiore risolvendo in tal modo



Fig. 3 - Il ponte autorimessa capace di ospitare 120 automezzi.

quasi al centro nave, larga 5,96 m e dell'altezza netta di 4,15 m. In tale galleria con facile manovra dal portellone di poppa trovano posto sei autopullman delle massime dimensioni dei servizi internazionali.

Con ciò è stato anche possibile sistemare a murata a destra ed a sinistra, sopra un ponte intermedio all'altezza netta di 2,24 m dal ponte principale, complessivamente 58 cabine a quattro cuccette di cui si parlerà in seguito.

La seconda esigenza, relativa al movimento dei passeggeri e dell'equipaggio tra i vari ponti con esclusione assoluta del ponte auto, è stata affrontata con una razionale distribuzione per settori verticali delle scale passeggeri e delle scale di servizio.

Per un rapido sfollamento ai ponti superiori dei passeggeri scesi dalle macchine sul ponte auto, sono state create due scale a poppa a murata a destra ed a sinistra, un ampio scalone al centro a proravia del cofano motori ed un'altra scala verso prora, di diretto accesso al saloncino dei passeggeri di ponte, realizzato nella zona prodiera del ponte intermedio. Dal ponte intermedio, analogamente, lo scalone di centro e due scale a poppavia sono disponibili per il movimento passeggeri al ponte di coperta.

l'esigenza relativa alla sua separazione dagli alloggiamenti dei passeggeri.

L'equipaggio ha, a sua disposizione esclusiva, più scale di servizio racchiuse in garitte per il traffico con i ponti superiori, sia nella zona prodiera sia in quella poppiera.

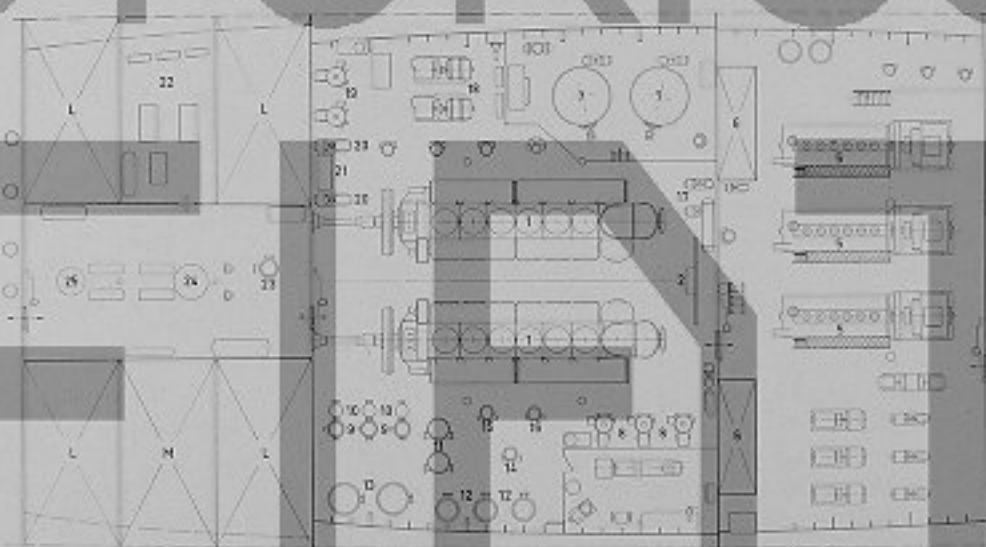
Inoltre, il deposito biancheria sul ponte inferiore a proravia è stato collegato da un montacarichi con i sovrastanti ponti — ed in particolare con il ponte auto — per i rifornimenti e sbarchi diretti a mezzo di furgoncino. Analogamente, a poppavia, un montacarichi dal ponte auto può servire sia la sottostante cambusa sia la sovrastante cucina passeggeri sul ponte di coperta. Dalla cucina passeggeri due montavivande possono servire il retrobar della piscina sul ponte lido. Una ampia scala di servizio collega infine, a fianco del montacarichi di poppa e dei montavivande, la cambusa al ponte inferiore con la cucina passeggeri al ponte di coperta.

Ricognizione sommaria.

Così accennati rapidamente i criteri informativi del progetto e la soluzione raggiunta, prepariamoci ad effettuare una ricognizione a bordo.



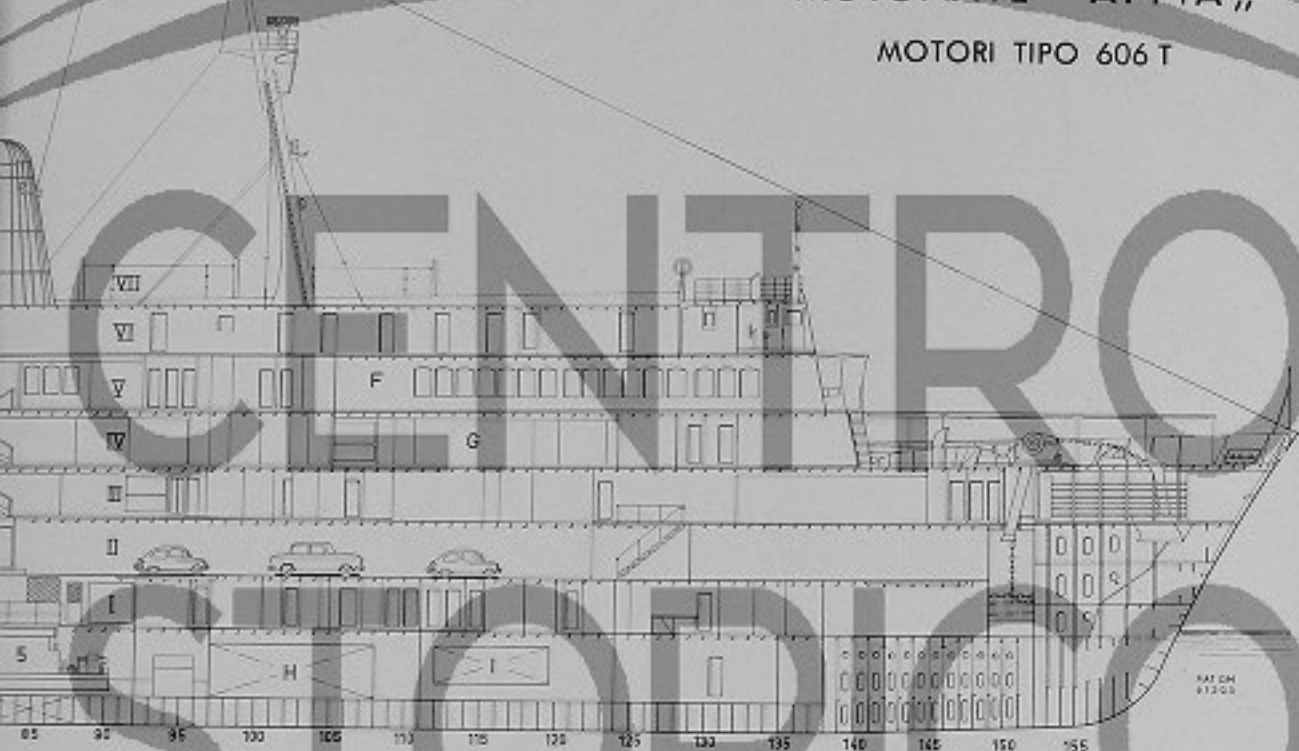
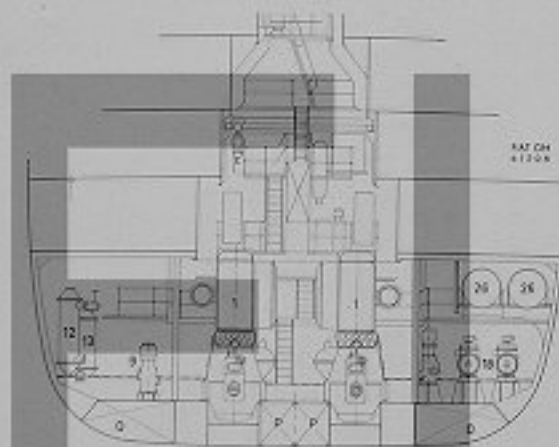
PIANTA SUL PAGLILO SALA MACCHINE



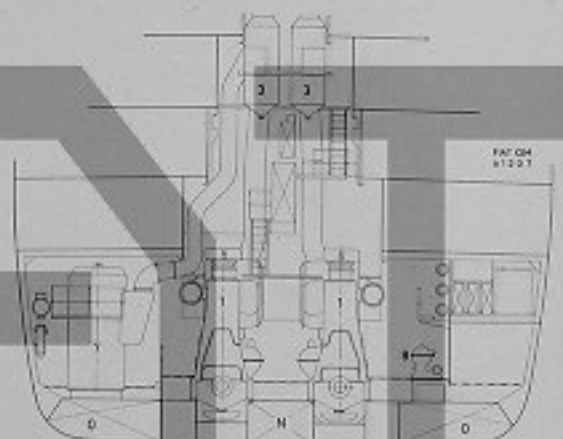
- | | |
|--|--|
| 1 - Motori di propulsione FIAT-CRDA tipo 608 T | 13 - Refrigeranti acqua dolce MM.PP. |
| 2 - Quadro sosta di manovra | 14 - Elettropompa acqua dolce e salata |
| 3 - Calderina recupero gas "Dieselox" | 15 - Elettropompa acqua dolce MM.PP. |
| 4 - Parascintille MM.PP. | 16 - Elettropompa acqua salata MM.PP. |
| 5 - Diesel alternatori (450 V - 60 Hz ~) | 17 - Elettropompe spinta nafta |
| 6 - Cassa nafta decantazione MM.PP. | 18 - Elettrocompressori |
| 7 - Calderise a nafta | 19 - Depuratori olio |
| 8 - Depuratori nafta | 20 - Elettropompe circolazione polverizzatori MM.PP. |
| 9 - Elettropompe olio lubrificazione MM.PP. | 21 - Cassa acqua dolce circolazione raffreddamento |
| 10 - Filtri olio con stagno permanente | 22 - Macchinaria frigorifero |
| 11 - Filtri olio autopulenti a 3 carichi | 23 - Elettropompa d'emergenza servizio sentina |
| 12 - Refrigeranti olio MM.PP. | 24 - Serbatoio lavafino acqua lavante |

MOTONAVE "APPIA"

MOTORI TIPO 606 T

SEZIONE SULL'ORDINATA N. 66
VISTA DA PRUASEZIONE SULL'ORDINATA N. 72
VISTA DA POPPA

- 25 - Serbatoio idrofero acqua potabile
- 26 - Serbatoio aria avviamento MM.PP.
- A - Locale macchinie
- B - Specchio di poppa abbattibile
- C - Sala da pranzo
- D - Sala di soggiorno
- E - Bar lids
- F - Salone panoramico
- G - Cabine
- H - Deposito nafta
- I - Cassa acqua
- L - Cassa deposito acqua lavanda



- M - Deposito viveri
- N - Cassa innesto olio
- O - Cassa zavorra
- P - Pezzetti olio lubrificante
- I - Ponte inferiore
- II - Ponte auto
- III - Ponte infermedio
- IV - Ponte di coperta
- V - Ponte passeggiata
- VI - Ponte di comando
- VII - Ponte alo



Fig. 4 - Le 58 cabine del tipo W.L. sono state realizzate secondo una concezione interamente nuova.

Dalla banchina, osservando l' " Appia " si notano le gradevoli linee esterne della nave che ricordano, più che le caratteristiche massicce comuni a tutte le navi traghetto, le linee di una normale nave passeggeri: è questa la prima impressione che dà l' " Appia " ai passeggeri in arrivo sottobordo.

Il passeggero, entrato a bordo direttamente con la sua macchina dal portellone abbattibile a poppa, della portata di 26 t, che alzato forma lo specchio di poppa a tenuta stagna, prima di salire ai ponti superiori noterà l'illuminazione dell'interponte garage a lanali antideflagranti a luce miscelata (incandescente ed a vapori di mercurio) e la distribuzione razionale dei semafori, comandati da un quadretto manovrato dall'Ufficiale addetto all'imbarco.

Un passeggero più attento avrà anche modo di osservare, sul ponte autorimessa, due piattaforme girevoli del diametro di 4,50 m, una al centro nave ed una a pravia, che possono facilitare la manovra delle macchine, per quanto ciò non sia necessario data la larghezza della autorimessa. In corrispondenza della piattaforma centrale, la murata a dritta ed a sinistra è munita di ampi portelloni per l'eventuale imbarco e sbarco di automobili con nave affiancata alla banchina.

Il ponte propriamente detto dell'autorimessa, ponte principale e ponte delle paratie stagne della nave, è in lamiera striata trattata con pittura antisdrucchiolo ed è in grado di sostenere un peso, 1300 kg/m^2 , che sale a 6 t per ruota nella zona della galleria degli autopullman.

Desti in realtà impressione l'imponenza della autorimessa e la ben visibile robustezza strutturale della nave.

Saliti sul ponte intermedio dalle scale di poppa o dallo scalone centrale, i passeggeri individueranno facilmente nel vestibolo al centro nave l'Ufficio di ricezione, dove riceveranno chiarimenti e guida alle cabine loro assegnate. A fianco dell'Ufficio ricezione è il negozio, utile certamente per gli automobilisti ora in sosta obbligata a bordo.

Su questo ponte a murata sono sistemate le 58 cabine tipo W.L., della cui concezione è responsabile il Servizio Tecnico dell'Adriatica. Trattasi di cabine che si discostano radicalmente dalle tradizionali cabine di bordo, con un disegno ed una realizzazione che ricalcano contemporaneamente sia l'arredamento di uno scompartimento normale a sei posti di un comune vagone ferroviario, sia l'accoppiamento di due cabine di un vagone letto. Infatti di giorno la cabina è costituita da due divani affrontati, a tre posti, in velluto nylon grigio, comodamente distanziati tra loro; di notte questi divani, ognuno costituito da tre poltrone affiancate e ripiegabili, scompaiono in basso con pronto movimento: dalle pareti vengono abbattute 4 comode cuccette da $1,86 \times 0,80 \text{ m}$ con doppio materasso in gomma piuma. La manovra viene effettuata in 40 sec. Separato dalla cabina da una tenda in nylon, l'antilocale della stessa cabina ha a destra un lavandino, a sinistra un armadio a due ante che contiene anche le cinture di salvataggio.

Queste cabine, dotate di un ampio finestrino, secondo l'idea dell'Armatore dovrebbero suggerire ai clienti con il piacevole soggiorno, la sosta in cabina anziché la consueta immediata emigrazione nelle sale di soggiorno.

Lo stesso criterio è stato seguito, per quanto possibile, nelle 55 cabine di tipo tradizionale, interne ed esterne. Ad esempio, in una a tre posti (del gruppo di 40 cabine, a 2, 3 o 4 posti sistemato sul ponte di coperta a pravia ed a poppavia) un comodo divano del tipo a scomparsa, una comoda poltrona ed una scrivania formano di giorno un gradevole angolo di riposo, senza l'impaccio dei letti, rialzati entro le pareti.



Fig. 5 - Di notte le cabine tipo W.L. possono essere trasformate mediante il ribaltamento di 4 comode cuccette.

Il disegno classico con due letti bassi fissi è stato mantenuto solo per le 8 cabine di lusso, con bagno privato, sistemate sul ponte di coperta a prora a sinistra e aventi l'accesso dal vestibolo principale con un corridoio indipendente. In questo caso l'ampia superficie assegnata ha consentito di realizzare un'ottima soluzione.

Tutte le cabine hanno le pareti ed i soffitti rivestiti di laminato plastico. L'esperienza della Società Armatrice è stata messa a disposizione del Cantiere per lo studio dei particolari costruttivi, che ancora oggi rappresentano il punto debole di questi nuovi materiali. Pannelli in compensato da 8 mm con rivestimento plastivimel da

panoramica a tutti i passeggeri, il cavallino del ponte in questa zona è stato abbassato ed è stata studiata una distribuzione delle poltrone a "lisca di pesce", per utilizzare la visione oltre che dai finestrini del frontale del cassero anche dagli ampi finestrini laterali, sfruttando così pure la curva del bolzone.



Fig. 6 - Il ponte delle imbarcazioni. A sinistra è visibile il salone panoramico, dotato di grandi finestre che consentono ai passeggeri un'ampia visibilità.

1,5 mm compound incollati a robusti telai, pannelli da 10 mm ad incastro, fissati con viti a soffitto ed a murata dove è necessario lo smontaggio, hanno permesso di risolvere il problema costruttivo con risultati soddisfacenti. Le murate sono termicamente isolate con uno strato di 25 mm di lana di vetro. Le porte sono mantenute in posizione aperta mediante arresti magnetici.

Un impianto di segnalazioni luminose è a disposizione delle cabine, con 150 punti di chiamata e 10 controlli centralizzati nei locali di guardia del personale di camera.

I 419 posti letto disponibili nelle cabine corrispondono in media ai posti occupati su 120 automobili imbarcate in autorimessa. Per dare posto anche a circa 200 passeggeri degli autopullman, in un salone definito panoramico situato a proravia sul ponte di passeggiata (ponte delle imbarcazioni) sono state sistemate 200 poltrone in velluto nylon verde del solito tipo a schienale abbattibile usato sugli aerei delle traversate transcontinentali, ritenuto sufficientemente comodo per una sola traversata notturna.

Ogni poltrona ha in dotazione, in un cassetto sotto il sedile, una cintura di salvataggio.

Per consentire, nel limite del possibile, una visione

A disposizione dei passeggeri vi sono appositi locali igienici ed un ampio guardaroba.

Infine, sul ponte intermedio a prora è stato realizzato un saloncino per passeggeri di ponte, che si presumono numerosi in questa rapida ed economica linea di collegamento tra Italia e Grecia.

Il locale è stato arredato con divani, poltroncine e tavoli in legno pagholz per 100 passeggeri, che a mezzo di una propria scala possono accedere direttamente nella zona loro assegnata sul ponte di coperta senza interferire con l'ambiente dei passeggeri di classe.

Completano gli alloggiamenti una sala da pranzo sul ponte di coperta, per 150 passeggeri distribuiti intorno a tavoli a 2 e a 4 posti, una sovrastante ampia sala di soggiorno per 133 posti completa di un bar con servizio grill-room ed infine sul ponte lido una spaziosa piscina anch'essa dotata di bar con servizio grill-room. Si presume che le esigenze alimentari dei passeggeri potranno essere soddisfatte con pasti serviti in 2 turni e con i servizi di grill-room.

Cucina e riposto passeggeri sono sistemati sul ponte di coperta al centro sinistra.



Fig. 7 - Il salottino delle cabine di lusso.

Dal ponte lido il passeggero può infine accedere al ponte sole, a poppavia del fumaiolo, sul tetto della tuga più alta, destinata agli alloggiamenti, cabine e mensa degli Ufficiali.

In tale tuga sono inoltre piazzate la Stazione R.T., ad onde medie e corte da 300 W integrata da radio-telefono, e a prora la Sala Nautica e la Timoneria.

Nell'intercapedine del doppio pannello di separazione tra sala nautica e timoneria sono state collocate le apparecchiature dell'ecometro e del solcometro, entrambi con indicazione ottica istantanea e registrazione grafica, il centralino dell'impianto ordini ed allarmi che serve 71 altoparlanti distribuiti in tutta la nave, il centralino chiusure porte stagne, due telefoni magnetofonici e un telefono della rete normale di bordo su 20 apparecchi.

Gli strumenti di lettura sono sistemati tutti ordinatamente su un unico piano, con una buona rappresentazione estetica oltre che funzionale.

Una girobussola, lo specchio di riflessione della bussola normale, il doppio telegrafo di macchina e lo schermo da dodici pollici del radar completano le principali attrezzature di navigazione in plancia.

Alcuni dati tecnici.

Ultimata questa prima ricognizione, riprendiamo il nostro giro scendendo questa volta ponte per ponte e completando la nostra esposizione con qualche dato tecnico.

Sul ponte lido, dove ancora ci troviamo, la piscina ha le dimensioni di 8,25 x 6,40 x 2,10 m ed è dotata di una mastra esterna che circonda un bagnasciuga. Tale bagnasciuga aumenta le dimensioni della piscina stessa sino a 11,90 x 9,00 m.

Proiettori subacquei rendono lucente la massa liquida; l'invaso della piscina è pitturato in azzurro con vernice epossidica; la mastra di contorno è rivestita in mosaico di ceramica color rosso Adriatica, mentre il pavimento del ponte lido in questa zona è completamente rivestito

in quarzite. La piscina è dotata di spogliatoi, docce e servizi igienici. Nella zona ridossata, l'ampio fronte del banco bar è rivestito in laminato plastico bianco; le pareti del locale bar sono rivestite con pannelli decorati da tessuti in bleu e oro melaminizzati. Tavoli in plastica bianca e poltroncine arredano l'ambiente, che è schermato con finestroni ed ha soffitto in ondulux.

L'Armatore pretende di aver risolto il problema di tener lontano dal ponte lido il fumo e la fuliggine dei gas combusti dei motori e delle caldaie ausiliarie non solamente con i captatori di fuliggine inseriti nei condotti di scarico, ma anche avendo creato una barriera di vento a mezzo dell'aria viziata dell'autorimessa, estratta da quattro elettroestrattori ed incanalata a mezzo di condotte nel fumaiolo di poppavia. È una non trascurabile barriera di complessivi 120 000 m³/h ora di aria, effluente alla velocità di 13 m/s, che d'altra parte assicura al ponte auto 24 ricambi all'ora, più che sufficienti anche nei momenti più critici, cioè all'imbarco ed allo sbarco delle macchine.

Scendiamo lungo le scale esterne poppiere del ponte lido per ritrovarci sul ponte delle imbarcazioni. Dalle passeggiate, larghe 4,10 m e ricoperte di legno teak calalato con gomma sintetica, entriamo nella sala soggiorno.

Lo studio dell'arredamento di questa sala, del salone panoramico a prora, dello scalone principale, dei vestiboli e della sala da pranzo, è stato effettuato dai fratelli Arch. ed Ing. Rossi di Firenze.

Le particolarità del servizio che la Motonave sarà chiamata a svolgere per la brevità del percorso, il rapido succedersi dei passeggeri ed il carattere prettamente estivo del servizio stesso, hanno suggerito, pur nell'impiego dei materiali di uso ormai tradizionale, un carattere di lineare freschezza, della maggior funzionalità in rapporto alle esigenze di impiego e di probabile usura, di omogeneità della decorazione ed anche qualche particolare accorgimento, con l'impiego di stoffe melaminizzate

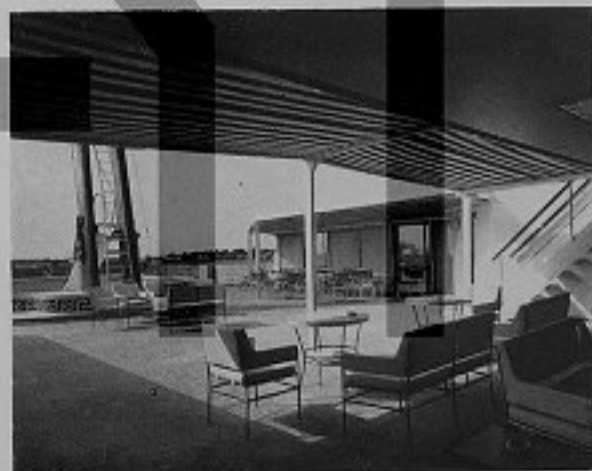


Fig. 8 - Il ponte lido dotato della piscina e del servizio bar.

a colori vivaci per la formazione di elementi decorativi di maggior forza e risalto.

I pannelli decorativi di carattere fine settecento, a parete ed a soffitto, sono opera del prof. Carraro. Essi sono melaminizzati, su fondo dello stesso colore delle circostanti pareti, per un più morbido inserimento nel tono generale dell'ambiente.

nelle singole stazioni, cioè con regolazione centrale pneumatica.

Tale regolazione per zone, scelta raggruppando locali esposti a uguali effetti termici interni e climatici esterni, è stata adottata per semplificare al massimo l'impianto.

Le caldaie ausiliarie di bordo, ciascuna della produzione oraria di 1400 kg di vapore, a 7 atmosfere, ali-



Fig. 9 - La galleria centrale di transito, sopra il piano serrette testate cilindri dei motori principali. L'apparato di propulsione è costituito da 2 motori FIAT tipo 606 T.

I mobili in genere sono stati realizzati con l'impiego di materiali classici quali legno mogano ed ottone; la loro linea è studiata per rispondere alle esigenze di funzionalità non disgiunta dalla essenziale funzione decorativa.

I pavimenti sono in gomma dello spessore di 5 mm su sottofondo in plastigum.

I particolari costruttivi dell'arredamento dei saloni e delle cabine sono stati curati anche nei più minuti dettagli. Ciò è del resto visibile pure nei particolari dell'allestimento e nell'insieme della costruzione della nave e dev'essere citato a titolo di merito del Cantiere.

I soffitti di questi saloni, come i soffitti di tutte le cabine passeggeri ed Ufficiali, hanno pannelli forellati per la realizzazione del moderno sistema di condizionamento a pioggia.

Il condizionamento si estende naturalmente anche a tutti gli alloggiamenti equipaggio sul ponte inferiore.

Una centrale frigorifera su 2 elettrocompressori, della potenzialità complessiva di 650 000 frigororie, alimenta 11 condizionatori che servono altrettante zone della nave. La regolazione è ottenuta a mezzo di master e submaster

mentano i condizionatori per la termoventilazione invernale. Provvedono inoltre ai servizi ausiliari, quali i caldaie a vapore delle cucine passeggeri ed equipaggio, i riscaldatori e depuratori nafta e gli scambiatori di calore per il servizio acqua calda della rete di bordo.

A proposito del servizio acqua lavanda dei bagni privati, delle docce nei locali pubblici e dei 223 lavandini di bordo, è interessante notare che l'impianto di distribuzione è stato realizzato col sistema isostatico, a pressione uguale per tutti i ponti, sistema che permette notevole economia d'acqua lavanda ed evita l'inconveniente delle violente proiezioni d'acqua dai rubinetti dei lavandini dei ponti più bassi.

Chiusa questa digressione, riprendendo il nostro giro dal punto in cui eravamo rimasti sul ponte di passeggiata, a poppavia del vestibolo trasversale che limita a poppa la sala di soggiorno notiamo, a sinistra nave, il locale della radiodiffusione musica il cui centralino alimenta 140 altoparlanti, distribuiti in tutti i saloni ed in tutte le cabine.

Nello stesso locale è sistemato l'impianto telecinema

costituito da telecamera o proiettore cinematografico a circuito chiuso in grado di trasmettere il programma ai 14 televisori di bordo.

L'impianto consente anche la ripresa di spettacoli all'aperto e la ricezione in porto, ed in mare entro certi limiti, dei programmi televisivi di banda I e banda III



Fig. 10 - La sala da pranzo può ospitare 150 persone.

delle stazioni nazionali terrestri: sull'alberetto di poppa è visibile l'antenna di ricezione.

Dal vestibolo dove siamo possiamo ora scendere direttamente, dalla scala che è a dritta nave, al sottostante ponte di coperta, nel vestibolo a poppavia della sala da pranzo.

L'illuminazione della sala da pranzo, così come quella della sala di soggiorno, è stata ottenuta sistemando più serie di lampade a luce fluorescente con schermo in perspex opalino incassate nel rivestimento a soffitto.

Di giorno l'illuminazione è integrata da ampi finestroni nelle pareti di tuga che danno sulle passeggiate e sono coperti da tende di nylon e tende alla veneziana.

Dalla sala da pranzo passiamo a dare un'occhiata indiscreta alla riposteria e cucina. L'attrezzatura principale comprende due focolai elettrici, ognuno a 12 piastre da 2700 W più un bagnomaria da 4 kW e tre forni da 4 kW, cinque pentole a vapore per complessivamente 270 litri, una bistecchiera a due piastre da 6 kW ciascuna.

Oltre i reparti cucina fredda, la pasticceria, la macelleria, notiamo, tra le attrezzature che consentiranno il massimo snellimento del servizio mensa, un reparto lavatura pentole, la macchina lavapiatti, la macchina pelapatate, la lupa scarico rifiuti ad espulsione idraulica.

Nel settore della riposteria, presso il doppio ingresso alla sala da pranzo vi è un banco distribuzione vivande che nei ripiani inferiori è munito di cinque giostre per il contenimento dei piatti puliti in una zona fredda ed in una zona calda.

Gli elettrodomestici di cucina e riposteria assorbono

complessivamente 180 kW. Il forno del pane, sistemato sul ponte inferiore, assorbe 22 kW.

Dalla cucina stessa, oppure dalla galleria di dritta, potremo entrare nel vestibolo principale ove l'Ufficio Informazioni del Commissario di bordo è a disposizione per qualsiasi richiesta di notizie. Un quadro rappresentante, con una interpretazione personale dell'artista Carraro, una sezione longitudinale della nave potrà chiarire o confondere a questo punto le nostre idee.

Nello stesso vestibolo, sullo stesso fronte dell'Ufficio Informazioni, è sistemato a destra l'Ufficio controllo e vidimazione passaporti, a sinistra l'Ufficio servizi doganali.

Converrà sul momento lasciare alle nostre spalle gli alloggiamenti passeggeri e per la più vicina scala di servizio, del resto molto comoda, scendere dalla cucina al ponte auto, entro il cofano. Avremo così raggiunto la zona cruciale del traffico dell'equipaggio, denominata nel gergo di bordo la « piazza del Popolo ».

Da questo lato, a prosecuzione della scala proveniente dalla cucina, si può scendere di una ulteriore rampa giù al ponte inferiore nella zona equipaggio e servizi di poppa, dove oltre alle mense ed alla cucina equipaggio si trovano sistemate la cambusa, il forno del pane, i contenitori vino e gas inerte e le sette celle frigorifere viveri della capacità complessiva di 90 m³.

Attraversando l'ultima porta stagna poppiera ci troviamo nel locale macchina del timone: l'impianto è costituito da una timoneria elettroidraulica a quattro torchi con un momento torcente massimo, a 35° a 17,2 nodi, di 30 t.m. su due elettropompe a portata variabile di cui una in servizio e la seconda di riserva, provviste di intervento automatico.

La superficie del timone, del tipo semicompensato, è di 11,6 m², con rapporto 1/41 della superficie di deriva, che dovrebbe assicurare all'« Appia » buone doti di manovrabilità senza disturbare troppo l'agevole governo in navigazione.

Risalendo al ponte auto, nella « piazza del Popolo » a destra ed a sinistra troviamo due porte tagliafuoco di entrata nell'autorimessa e sulla parete prodiera il vano di accesso alla galleria centrale di comunicazione tra zona equipaggio di poppa e zona equipaggio di prora. Lateralmente a questa galleria si presentano due porte di entrata al locale Apparato Motore.

Apparato motore.

Siamo giunti finalmente nella zona vitale della nave. I due motori Diesel di propulsione sono del tipo FIAT 606 T costruiti su licenza dalla FMSA-CRDA di Trieste. Sono motori a due tempi, semplice effetto, con 6 cilindri del diametro di 600 mm, corsa 800 mm, iniezione diretta del combustibile. Il raffreddamento dei cilindri è effettuato ad acqua dolce, gli stantuffi sono raffreddati ad olio, i polverizzatori ad acqua dolce con le rispettive pompe indipendenti. Potenza nominale di ogni motore

3240 Cv a 215 giri/min, corrispondente fattore di carico $\mu = 28,7$; prevista potenza di esercizio 2750 Cv a 208 giri/min per motore.

Tre elettropompe verticali provvedono al servizio acqua dolce e mare di raffreddamento: della portata di 300 m³/h cad., una per l'acqua dolce, una per acqua di mare e la terza intercambiabile.

Il servizio di lubrificazione è disimpegnato da tre elettropompe verticali a 2 velocità della portata ciascuna di 150 e 110 mc/h; una per il motore di destra, una per il motore di sinistra e la terza intercambiabile.

Il raffreddamento dell'olio di lubrificazione avviene attraverso tre refrigeranti ad acqua di mare, con fascio tubiero in cupronichel, della superficie refrigerante di 120 m² ciascuna; i due refrigeranti per l'acqua dolce, anch'essi con fascio tubiero in cupronichel, hanno ciascuno una superficie refrigerante di 90 m².

Sui condotti di scarico sono inseriti due economizzatori Diesecon che producono ciascuno 285 kg/h di vapore; essi sono stati studiati anche per ottenere un buon effetto silenzioso. All'altezza del piano delle serrette in corrispondenza delle testate dei cilindri è stata rilevata una intensità dei rumori pari a 95 decibel che sul piano di stiva a pagliolo si riduce a 80 decibel, grazie anche all'isolamento acustico delle pareti (cofano paratie e murate) che sono state rivestite sino a 60 cm oltre la linea di minimo galleggiamento con 70 cm di lana di vetro ricoperta di intonaco forato.

Con la potenza normale sarà mantenuta la velocità di esercizio di 17 nodi, prevista nello studio preliminare e confermata dai risultati delle prove di autopropulsione effettuate all'Istituto Esperienze di Architettura Navale - Vasca di Roma - su più modelli di carena studiati accuratamente dal Cantiere costruttore. Alle prove in mare, con la potenza di 3000 x 2 Cv, è stata ottenuta la velocità media oraria di 17,5 nodi. Le prove alla potenza massima hanno superato le previsioni.

Tre gruppi Diesel alternatori da 595 kVA ciascuno, 450 V - 60 periodi a 514 giri/min, in grado di fornire a pieno carico 1420 kW con fattore di potenza 0,80, alimentano l'impianto elettrico.

Detti alternatori, provvisti di eccitazione statica, sono in grado di garantire l'avviamento di grossi motori con rotore in cortocircuito controllando la variazione di tensione in meno di un decimo di secondo. La distribuzione dell'energia elettrica avviene con sistema radiale composto, attraverso un quadro principale, un quadro emergenza, 3 sottostazioni primarie sistemate in zone tagliafuoco diverse, 23 sottoquadri forza e 43 centralini luce.

Il quadro elettrico principale distribuisce l'energia elettrica a tutti i circuiti della nave attraverso 4 sistemi di sbarre, protetti da altrettanti interruttori automatici di gruppo.

Una centrale di emergenza dotata di un gruppo Diesel-alternatore da 90 kVA ad avviamento automatico può provvedere all'alimentazione dei servizi indispensabili alla

navigazione, nonché dei servizi incendio e chiusura delle porte stagne.

L'impianto forza macchine e scalo funziona ad una tensione trifase di 440 V - 60 periodi ed è costituito da circa 150 motori elettrici in prevalenza con rotore di cortocircuito.

In questo numero sono compresi anche i 40 motori elettrici della piccola forza motrice per ripostere e cucine che funziona a 220 V trifase. Per l'alimento del servizio di piccola forza motrice sono stati impiegati 8 trasformatori trifasi collegati a triangolo per una potenza complessiva di 380 kVA.

Nell'impianto di piccola forza motrice sono compresi tutti gli apparecchi di navigazione, nonché 210 kW di elementi riscaldanti e focolai elettrici.

L'impianto luce, costituito da oltre 3000 punti luce, provvede alla illuminazione totale della nave e di tutti i suoi servizi. In prevalenza è stata impiegata luce fluorescente colore soft-white, mentre la luce ad incandescenza è, per la maggior parte, adibita al servizio di emergenza. Questo servizio è comunque garantito per oltre mezz'ora da una batteria al nichel-cadmio da 270 A/h. Tutta la luce è alimentata a 125 V da 5 terne di trasformatori monofasi connessi a triangolo per una potenza complessiva di 380 kVA. Le segnalazioni e gli allarmi sono alimentati in corrente continua a 24 V attraverso adatto gruppo raddrizzatore al silicio, ma la continuità di servizio è ugualmente garantita, anche nel caso di mancato alimento della rete normale, da 4 batterie di accumulatori al cadmio-nichel da 80 A/h ciascuna.



Fig. 11 - Un lato della accogliente sala soggiorno.

Per l'esecuzione dell'impianto elettrico sono state impiegate circa 70 t di cavi per uno sviluppo di circa 90 km. Tutti i cavi sono armati, isolati in gomma o sterling e ricoperti da una guaina di cloruro di polivinile.

L'impianto di stabilizzatori a pinne retrattili, costruito dalla Nuova San Giorgio su licenza Denny Brown, è

situato nel compartimento stagno a proravia del locale elettrogeni.

Ha le seguenti caratteristiche: superficie di ognuna delle due alette 4,15 m²; larghezza dell'aletta 1,44 m; lunghezza dell'aletta 2,90 m; massimo angolo di lavoro per la parte principale dell'aletta 20°; massima forza verticale al massimo angolo di inclinazione a 17 nodi 26 t; riduzione del rollio da 22° a 2°.

L'impianto attuale presenta notevoli modifiche e migliorie rispetto a precedenti impianti: tra l'altro la regolazione anziché essere meccanica è elettrica, la servopompa ha il by-pass automatico e non manuale. La testa stabilizzatrice è costituita da un gruppo giroscopico e da un asservimento idraulico con cinque funzioni di controllo.

Nelle gallerie assi, a poppavia del locale motori principali di propulsione, oltre le stazioni idrofore dei servizi acqua igiene ed acqua lavanda calda e fredda è sistemato l'impianto centrale automatico per l'alimentazione delle 916 testine a spruzzo della rete antincendio Grinnel ripartita in 10 sezioni.

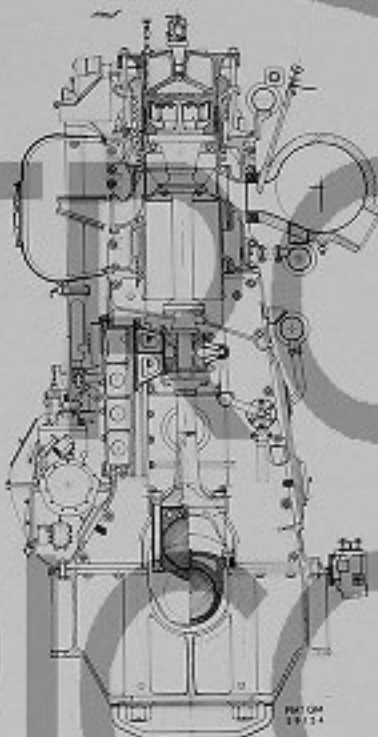
La tubolatura generale anti-incendio è invece alimentata da tre elettropompe della portata oraria di 75 t e dotata di 50 idranti. La nave è suddivisa, da divisioni tagliafuoco verticali, in più zone per ogni ponte; il ponte automezzi costituisce una zona orizzontale di divisione tagliafuoco. Le porte tagliafuoco sono complessivamente 58, del tipo con chiusura a gravità.

Le 10 paratie stagne dividono la nave in undici compartimenti stagni. Undici porte stagne, di cui cinque a piano stiva e sei sul ponte inferiore, sono azionate dal ponte di Comando con comando centralizzato a manovra oleodinamica. In più, ciascuna porta stagna può essere comandata sul posto, dai due lati della paratia, oppure da sopra il ponte delle paratie che corrisponde al ponte dell'autorimessa. Le lance di salvataggio, del tipo Flemming, sono in poliestere armato con fibra di vetro. Gli apparecchi di salvataggio sono in plastica fusa corazzata con resine rinforzate.

Concludiamo la descrizione di questa nave per diversi aspetti singolare nel campo delle moderne costruzioni navali precisando che lo scafo e l'apparato motore sono stati costruiti sotto il controllo dei Periti del Registro Italiano Navale e dell'American Bureau of Shipping, in accordo con le regole per l'ottenimento della più alta classifica.

Dott. Ing. LUIGI PAVIA.

IL MOTORE 606 T



Il motore FIAT tipo 606 T è a ciclo Diesel, due tempi, semplice effetto, ed è costituito da 6 cilindri in linea aventi diametro di 600 mm. La corsa degli stentuffi è di 800 mm e la potenza nominale di 3240 Cv a 215 giri/min. Il motore è direttamente reversibile ed accoppiato alla linea d'asse senza interposizione di riduttori.

Le caratteristiche costruttive dei motori 606 T, come in genere quelle dei motori 600 T, sono quelle dei nostri motori a 2 tempi con teste a croce.

I motori 600 T sono stati progettati specificamente per la propulsione di navi passeggeri e per quelle applicazioni in cui, pur volendo conservare i pregi del motore con teste a croce e separazione fra i cilindri e la camera del biellismo si richiedono ingombro in altezza e peso limitati.

Per queste caratteristiche hanno incontrato favorevole accoglienza nel campo amatoriale. Attualmente ventiquattro motori sono in servizio o in corso di costruzione nelle versioni da 5 a 10 cilindri, senza sovralimentazione oppure sovralimentati.

In copertina: La centrale di Rasad el Hamra nel Sahara Francese che fornisce l'energia elettrica per l'azionamento della stazione di pompaggio dell'oleodotto per le installazioni di estrazione del petrolio e per i centri ausiliari.



ERRATA CORRIGE

BOLLETTINO TECNICO N. 1-1961

Pag. 7 colonna di sinistra

Le righe 11 e 13 vanno modificate come segue:

N. 50 motori tipo 407 sono stati costruiti dalla FIAT, ed altri 66, sotto licenza, dall'Ansaldo e dai CRDA per queste applicazioni.

Pag. 7 colonna di destra

Le righe 6-7 vanno modificate come segue:

accoppiati alle linee d'asse a mezzo di giunti meccanici.

Pubblcazione trimestrale - Direttore responsabile: Dott. Ing. LUCIANO TRABUCCO

Registrato al Tribunale di Casale Monferrato in data 16 Marzo 1955 con il N. 49

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo IV



CENTRO
STORICO
FIRET