

Gian Carlo Peddighe

**LA REGIA MARINA ITALIANA E L'IMPIEGO DEI MOTORI
ENDOTERMICI
LE SCELTE RELATIVE ALLA PROPULSIONE DELLE NAVI
MILITARI COSTRUITE IN ITALIA SINO ALLA 2^a G.M**

VOLUME 2

La disponibilità di motori da parte dell'industria italiana,
le alternative di propulsione navale, l'approccio ai diesel e lo sviluppo di
sistemi ausiliari
... luci e ombre di un'industria in affanno, tra scelte, capacità e possibilità
d'impiego dei motori endotermici:

...i motori Diesel a 2 tempi una scelta o un ripiego?

GUIDA ALLA LETTURA

Due parole sulla struttura di quest'analisi, orientata alla produzione italiana di motori endotermici con particolare attenzione al loro principale impiego in campo navale sino alla 2^aG.M., la propulsione dei sommergibili, pur con richiami all' impiego od al possibile impiego degli stessi su unità di superficie e pur con necessari riscontri con contemporanee od analoghe produzioni straniere.

Per ragioni di "peso" dei files, e relativi limiti di trasmissione, l'analisi è stata suddivisa in due volumi

VOLUME I

Presentazione e commenti

- Parte I, tratta la parte storico evolutiva dei battelli subacquei,
- Parte II, può essere presa e letta come semplice cronaca di evoluzione delle costruzioni italiane,
- Parte III, cerca di fornire alcuni approfondimenti tecnici ad uso anche dei non addetti ai lavori, evitando di inserire un arido glossario ed esibirsi in formule termodinamiche,

VOLUME II

- Parte IV, delinea le applicazioni significative ed il declino del motore a 2 Tempi nella Marina Italiana
- Parte V, tratta dell'occasione mancata per l'adozione della propulsione diesel per le navi di linea della Regia Marina
- parte VI, accenna il contesto socio-politico-industriale dello sviluppo dell'arma sottomarina tra le due Guerre mondiali, e l'approccio italiano a problematiche critiche che spesso erano lontane dalle potenzialità e capacità industriali del Paese,
- la parte VII, tratteggia il contesto evolutivo delle due principali forze subacquee mondiali, US Navy e Reichmarine, con un accenno allo sviluppo ed all' impiego di motori diesel veloci per le unità sottili, settore totalmente disatteso dall' industria italiana.
- La parte VIII, appendice, ai fini ulteriori ricerche richiama passaggi significativi di alcune pubblicazioni, in particolare estratti dagli Annali della Vasca Navale di Roma che sul finire degli anni 30 avrebbe dovuto costituire il massimo Centro per Studi e Ricerche italiano, accomunando la Marina e le sue esigenze a quelle dell'Industria, dell'Università e non ultima la stessa politica

Molti flash, qualche "perla" per evidenziare come si procedesse spesso a tentoni in una materia tanto critica come la propulsione, quali passaggi per rendere fruibile l'approccio anche a neofiti ed appassionati, senza entrare in dettagli tecnici o dimostrazioni che appesantirebbero l'approccio ad una storia che va riscritta, distaccandosi da un'agiografia diffusa tesa ad esaltare il peso della forza sommergibili italiana, tessendovi attorno miti e leggende, non valida per i mezzi, giustificabile solo per i sacrifici umani che hanno riguardato il personale mandato a combattere su mezzi inadeguati.

La presente analisi non è un catalogo della produzione motoristica italiana sino alla 2^a GM, ma vuole essere un approccio alla tipologia delle macchine e sui fattori che ne influenzarono la produzione, sulle svolte nelle loro scelte ed adozioni (non sempre adeguate, con poca innovazione), anche con un occhio al detto di un grande progettista, l'ing. Chiesa della FIAT G.M.: ***l'estetica delle macchine è anche sintomo di efficienza.***

INDICE

VOLUME I

PARTE I

**La diffusione dei motori endotermici ed il motore diesel navale
Il prevalente impiego sui sommergibili
Il contesto globale ed il posizionamento dell'industria italiana
Le possibilità e le capacità nazionali e le interazioni con l'estero
Le prime costruzioni in Italia**

– Il motore diesel: la sua apparizione e le necessità della propulsione navale	Pag.	13
– Considerazioni generali sull' adozione dei motori diesel e sul contributo dell'industri italiana allo sviluppo dei motori a combustione interna	Pag.	16
– Applicazione del motore diesel alla propulsione dei sommergibili	Pag.	20
– Anticipando conclusioni – dai motori a 2 tempi ai motori veloci a 4 tempi.....	Pag.	24
– Dalle torpediniere sommergibili con motori a scoppio ai sommergibili con motori diesel – il quadro italiano.....	Pag.	27
– - 1) Le esigenze dei sommergibili come esperienza produttiva per lo sviluppo del motore Diesel per applicazioni navali.....	Pag.	35
– - 2) Regia Marina Italiana –prospetto adozione motori endotermici per sommergibili, 1900 -1944	Pag.	36

PARTE II

**La produzione in Italia dei motori diesel navali per uso militare.
Cenni sull' impiego dei motori diesel in campo nazionale e rapporti con l'estero
I motori endotermici: lezioni della 1^a guerra mondiale ed inquietudini del dopoguerra
Impiego prevalente dei motori diesel per la propulsione dei sommergibili**

– LA PRODUZIONE IN ITALIA DEI MOTORI DIESEL NAVALI PER USO MILITARE	Pag.	39
– I precedenti della fase pionieristica ed i precursori, sistema Del Proposto.....	Pag.	40
– - Accoppiatoi (Giunti) elettromagnetici	Pag.	46
– - Approntamento al moto e manovra.....	Pag.	47
– Il quadro generale e la competitività dell'industria italiana.....	Pag.	48
– Considerazioni sulla fase pionieristica e la serietà e linearità della politica industriale.....	Pag.	51
– - dal 1905 al primo dopo guerra 1918 – 1922	Pag.	52
– - L' evoluzione e le sue tappe.....	Pag.	55
– LA TRANSIZIONE DALLA FASE PIONIERISTICA: I MOTORI ENDOTERMICI: Lezioni della 1 ^a guerra mondiale ed inquietudini del dopoguerra		
– a) La cantieristica italiana e la sua scarsa propensione alla propulsione delle navi di superficie con motori endotermici.....	Pag.	77
– b) Il pensiero navale nel momento di transizione e dello sviluppo di motori destinati alla propulsione navale (gli aspetti disattesi delle navi di superficie)	Pag.	97
– c) Il consolidamento industriale e la maturità del settore: dal 1923 al 1932, i motori a iniezione diretta e la fine dei motori a iniezione pneumatica		
– - I motori veloci per la Marina Militare e per usi speciali	Pag.	99
– - Iniezione meccanica - iniezione diretta	Pag.	105
– - I motori a quattro tempi a iniezione diretta.	Pag.	109
– - Produzione industriale sostenuta, dal 1932 al 1942 - i motori a iniezione diretta e i motori a doppio effetto, le scelte nazionali e l'autarchia.....	Pag.	110
– - Le applicazioni speciali e le applicazioni diesel elettriche.....	Pag.	114
– - Le applicazioni considerate speciali destinate all' impiego militare.....	Pag.	118
– - L' iniezione diretta e l'adeguamento dei motori veloci a 2T, semplice effetto....	Pag.	118
– - I motori a quattro tempi, seconda fase di evoluzione (senza sbocchi)	Pag.	124

-	-	I miti e la realtà	Pag.	128
-	-	Il mito del "Motore Unico"	Pag.	130
-	-	Mito dello snorkel e sistemi di snorkeling.....	Pag.	137
-	Perché e come:			
-	a)	Politica di guerra e non strategia e pianificazione di guerra.....	Pag.	139
-	b)	Le necessità della Regia Marina e la mancata integrazione industriale in funzione di una strategia nazionale e di una dottrina di impiego.....	Pag.	140

PARTE III

Considerazioni elementari sulla propulsione dei sommergibili Impiego dei motori diesel e dei loro ausiliari

-	Motori e non solo motori		Pag.	144
-	Considerazioni generali sull' adozione dei motori diesel e sul contributo dell'industria italiana.....		Pag.	145
-	Motori diesel, motori diesel leggeri e veloci			
	a)	componenti, accessori ed ausiliari critici degli apparati motori diesel.....	Pag.	145
	b)	accoppiatoi motori e linee assi.....	Pag.	147
	c)	l' inversione di marcia (e l'arresto dei motori).....	Pag.	156
	d)	limitanti della propulsione: vibrazioni, linee d' assi ed eliche.....	Pag.	159
-	Modalità di propulsione		Pag.	163
-	Motore diesel a due o a quattro tempi?.....		Pag.	166
-	Rendimenti e Potenze richieste		Pag.	168
-	Adozione dei motori diesel e motivazioni delle scelte		Pag.	172
-	La funzione del lavaggio nei motori diesel		Pag.	174
-	Pompe di lavaggio nei motori diesel.....		Pag.	176
-	Considerazioni generali sulla sovralimentazione.....		Pag.	178

VOLUME II

PARTE IV

Applicazioni significative e declino del motore a 2 Tempi nella Regia Marina Italiana

-	DURANTE E DOPO (LA 1 ^a GM) - Il diesel per la propulsione delle unità militari la produzione nazionale e la diffusione per applicazioni navali in Italia ed all' estero.....		Pag.	187
-	PRIMA E DOPO (la 2 ^a GM) - il motore diesel leggero a due tempi (il FIAT tipo 400)		Pag.	188
	a)	I motori serie 400: la conduzione.....	Pag.	193
	b)	La conservazione della memoria, un' occasione mancata	Pag.	198
-	PRIMA E DOPO (la 2 ^a GM) - epilogo del motore diesel "leggero" a 2 Tempi		Pag.	199
	a)	La fine della saga navale dei motori 400.....	Pag.	203
	b)	Considerazioni	Pag.	206

PARTE V

L' occasione mancata per l'adozione della propulsione diesel per le navi di linea della Regia Marina

-	Le premesse ed il quadro di riferimento.....		Pag.	208
-	Le ipotesi italiane.....		Pag.	212
-	... molto più di una sola ipotesi.....		Pag.	216
-	Le difficoltà e l' incongruenza delle ipotesi		Pag.	222
-	Il quadro generale e le ulteriori applicazioni italiane.....		Pag.	225
-	Propulsione diesel o propulsione a vapore, le valutazioni di una scelta		Pag.	227
-	Le origini del motore diesel a 2 tempi a doppio effetto e le (non) scelte italiane		Pag.	228
-	Il contesto dei ritardi e delle (non) scelte italiane		Pag.	230

PARTE VI

il contesto socio-politico-industriale dello sviluppo dell'arma sottomarina tra le due Guerre mondiali.

L'approccio italiano a problematiche estranee alle potenzialità e capacità del Paese.

–	Eravamo pronti ad affrontare la guerra con le maggiori potenze navali? e quanto?	Pag.	233
	a) La Regia Marina, storia delle Costruzioni Navali, racconto politico-navale.....	Pag.	234
	b) Personale e tecnologia – le carenze ed i ripieghi.....	Pag.	237
	c) L'innovazione e lo sviluppo tecnologico – le attribuzioni, le responsabilità ed i ripieghi, non le soluzioni	Pag.	240
	d) Politica o strategia?	Pag.	242
	e) La guerra tecnologica, arroganza, miopia, incapacità, speculazione	Pag.	245
	f) Lo spartiacque tecnologico ed il coraggio delle decisioni	Pag.	247
	g) Conclusioni e commenti	Pag.	249

PARTE VII

Il confronto

Cenni di riferimento sullo sviluppo e l'impiego dei motori diesel per la propulsione dei sommergibili in altre Marine sino alla 2^a G.M.

–	La mancanza di un rapporto tecnico e fiduciario con un "alleato" recalcitrante.....	Pag.	255
	a) Le soluzioni tedesche per i battelli subacquei	Pag.	257
	b) Le soluzioni tedesche per la propuls. delle unità sottili di attacco.....	Pag.	269
–	La tradizione e le soluzioni tedesche per la propulsione delle unità di superficie con motori endotermici	Pag.	283
–	Le premesse nell'impiego di motori diesel per navi di linea ed il confronto con l'industria - il parallelo con la situazione e le proposte italiane	Pag.	283
–	L'evoluzione e LA soluzione statunitense.....	Pag.	294
–	Evoluzione della Royal Navy e soluzioni britanniche su cui riflettere	Pag.	316

APPENDICE

La distanza tra paese reale e paese politico, industria e lobby, i tentativi della Regia Marina di sensibilizzare i livelli decisionali

–	Le conoscenze e la preparazione tecnico-tecnologica del Paese, come Regia Marina e come industria	Pag.	320
–	Estratto da: ANNALI DELLA VASCA NAVALE - Volume VIII – 1939 - verbale del 12 aprile 1939 – analisi costruzione di sommergibili	Pag.	321
–	Rapporto Falangola - Comando Sommergibili, in data 9 dicembre 1941, con oggetto: «Esame critico della preparazione della condotta e dei risultati della guerra sub.»	Pag.	327

Note, richiami, sassolini nelle scarpe

–	Le navi, la propulsione, gli interpreti del pensiero navale	Pag.	330
---	---	------	-----

FOTO e TABELLE

–	Foto, schemi e disegni	Pag.	338
–	Tabelle	Pag.	337

BIBLIOGRAFIA

–	Elenco dei testi e dei siti di riferimento	Pag.	339
---	--	------	-----

CONTINUITA'

–	I simboli e la dedizione	Pag.	341
---	--------------------------------	------	-----

Parte IV

Applicazioni significative e declino del motore a 2 Tempi nella Marina Italiana

**Durante e dopo (la 1^a Guerra mondiale) - Il motore diesel per la propulsione delle unità militari
La produzione nazionale e la diffusione del motore diesel per applicazioni navali in Italia ed all' estero**

Sino agli anni '40, e piuttosto a guerra inoltrata, il motore endotermico era riservato per le unità di prima linea solo a sommergibili e unità insidiose, come i MAS, mentre era sempre più diffuso sulle unità ausiliarie e di servizio.

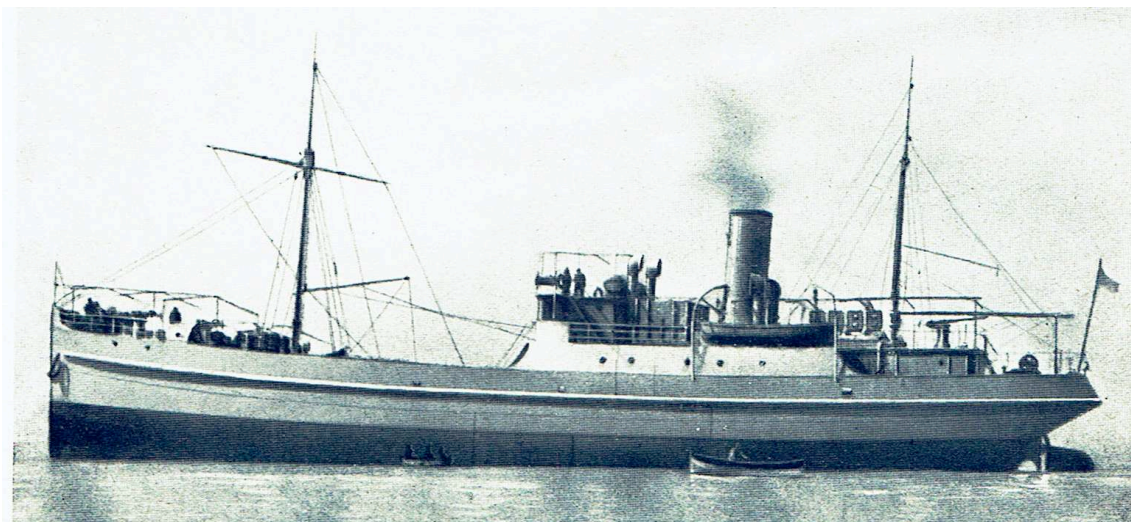


Fig. 144 - ACHERONTE, motocisterna tipo Flegetonte impiegata per la valutazione dell'a.m. "unico" propugnato dall'Ing. Del Preposto (accenno nella parte III). (archivio TOSI)

La Regia Marina, d' altra parte, intendeva valutare a fondo le scelte che l'industria italiana prospettava per la propulsione, e sussistendo certamente diffidenza verso le "nuove" macchine, adottò su larga scala i motori diesel su ogni tipo di unità ausiliaria e soprattutto di uso locale; da una parte questo permise di eseguire prove comparative utilizzando come unità sperimentali unità simili, come il caso delle cisterne nafta citate in altro capitolo, riguardanti gli apparati motori destinati ai primi sommergibili di grande dislocamento (classe Micca) e dovevano riguardare i motori Diesel TOSI e FIAT.

L'impiego delle unità ausiliarie come banco prova per i motori dei sommergibili ritorna nel caso dell'Acheronte impiegata per la valutazione dell'a.m. "unico" propugnato dall'Ing. Del Preposto (accenno nella parte III).

Salvo la nicchia delle "unità speciali" (MAS che continuarono nella linea di motori ad accensione comandata e sommergibili nella linea dei motori ad accensione spontanea, con una sempre più marcata propensione alle soluzioni a 2 tempi) mancò in tal modo una propensione dell'industria a investire in ricerca ed a sviluppare veramente nuove e moderne macchine leggere e di alte prestazioni.

Nella nicchia dei motori ad accensione comandata ci si avvalse, anche se fino ad un certo punto, di scambi ed economie di scala con l'industria aeronautica, nella nicchia dei motori diesel mancò qualsiasi opportunità del genere, se mai ci fu una certa tendenza a livellare componenti (e pertanto prestazioni) con le produzioni civili, una sorta di tendenza all' "omologazione verso il basso" piuttosto che la più costosa, e soprattutto rischiosa "omologazione verso l'alto".

Non si può parlare d'involuzione della motoristica italiana negli anni '30, ma neppure si può parlare di progressi e di effervescenza del settore nella ricerca di nuove soluzioni (e riguardo alla propulsione dei sommergibili ne fece le spese la possibilità di passaggio a soluzioni diesel elettriche).

L'industria motoristica italiana operava e produceva nel settore mercantile, ma in genere in nicchie protette da incentivi nazionali, e nei confronti della Regia Marina, forse per mancanza di prodotti non fu mai molto propositiva.

Solo dopo l'esperienza dell'ERITREA iniziò un dialogo tra industria e Regia Marina, anche perché cominciò a prendere piede l'ipotesi di conversione di navi di linea a propulsione diesel, visti da un lato gli indirizzi di altre Marine, sia tedeschi che giapponesi, e soprattutto viste le inefficienze e le pessime prestazioni degli a.m. a vapore adottati per le "nuove" navi da battaglia, in particolare le conversioni.

Alcuni impieghi di motori diesel riguardarono nuovi tipi di unità, come le multiruolo TIRSO, SCRIVIA sulle quali si impiegarono Motori FIAT V123.

La Regia Marina fu sempre molto diffidente nell'impiego dei diesel per la propulsione di unità operative di superficie, e nemmeno una serie di esportazioni, con ulteriori possibilità come nel caso dell'Unione Sovietica, servì a modificare quella che più che una tendenza era diventato uno stato mentale

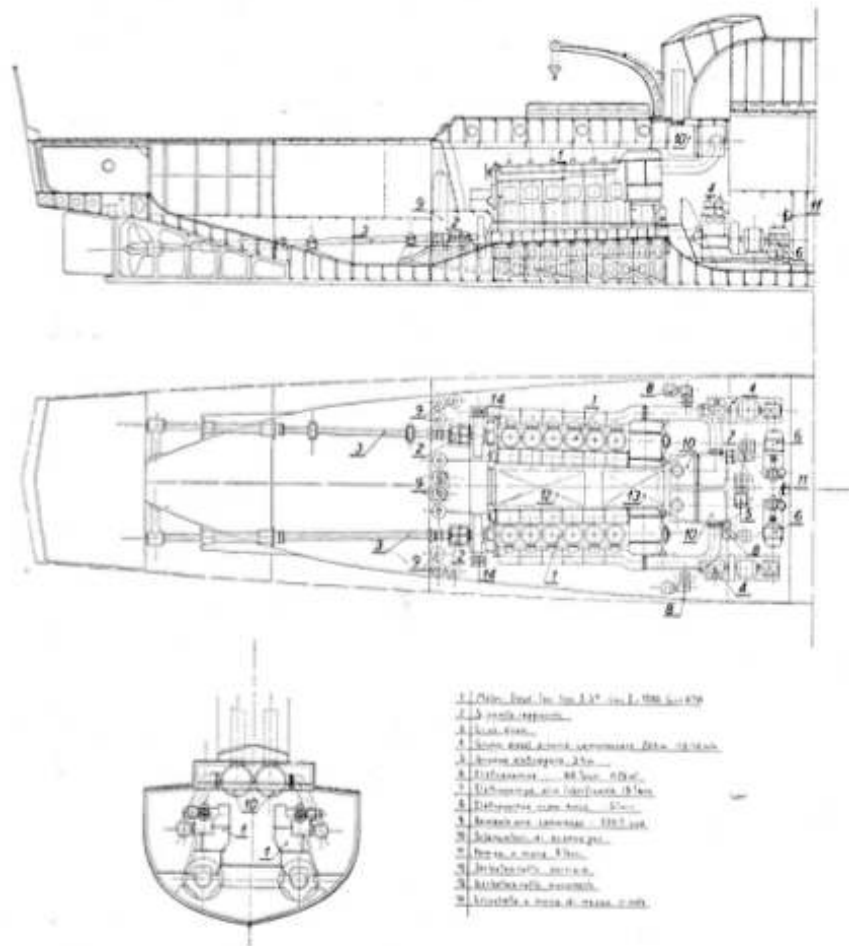


Fig. 145 – sistemazione dell' a.m. con due Diesel TOSI destinato ai grandi guardacoste (vere proprie corvette) costruiti per l'Unione Sovietica (Archivio TOSI)

L'interesse della Regia Marina sino agli anni '40 si concentrò nel caso delle unità di superficie su motori a due tempi di piccola potenza.

Per gruppi elettrogeni di bordo e propulsione di piccole navi vennero ridisegnati e trasformati per iniezione diretta gli esistenti motori da 200 e 260 mm di diametro e venne introdotto il diametro di 360 mm; i motori da 200 mm vennero in seguito abbandonati, a favore di motori a 4 tempi, di tipo veloce, simili a quelli per autotrazione, che ebbero largo impiego come gruppi elettrogeni su tutte le unità della RM e poi della MMI.

Il ritorno d'interesse della Regia Marina per la propulsione diesel fu emergenziale, un'economia di scala relativa ai motori 407 da 1750HP che consentivano una velocità appena accettabile per le nuove corvette Anti Sommergibili da costruire in grande serie, ma allo stesso tempo permettevano di installare un apparato motore combinato, con motore elettrico ausiliare per la marcia silenziosa in fase di scoperta AS

È da notare un ritorno d'interesse, anche sotto gli aspetti della sperimentazione, con la scelta di motori diesel sovralimentati per la nuova unità di supporto di altura/salvataggio PERSEO (poi PROTEO); nell'ambito delle pur scarse forniture tedesche furono ordinati 2 motori diesel KRUPP UDJ 6, 4 tempi 6 cilindri sovralimentati, che con una soluzione del tutto inusuale per la cantieristica italiana erano collegati tramite giunto Vulcan-Tosi K240 e riduttore a un unico asse.

I motori, del 1942, furono sostituiti nel 1992

**PRIMA E DOPO (la 2^a Guerra mondiale) - IL MOTORE DIESEL LEGGERO A DUE TEMPI FIAT TIPO 400
La serie 400 come punto di arrivo della produzione nazionale dei motori a 2 tempi e della diffusione del
motore diesel per applicazioni navali in Italia**

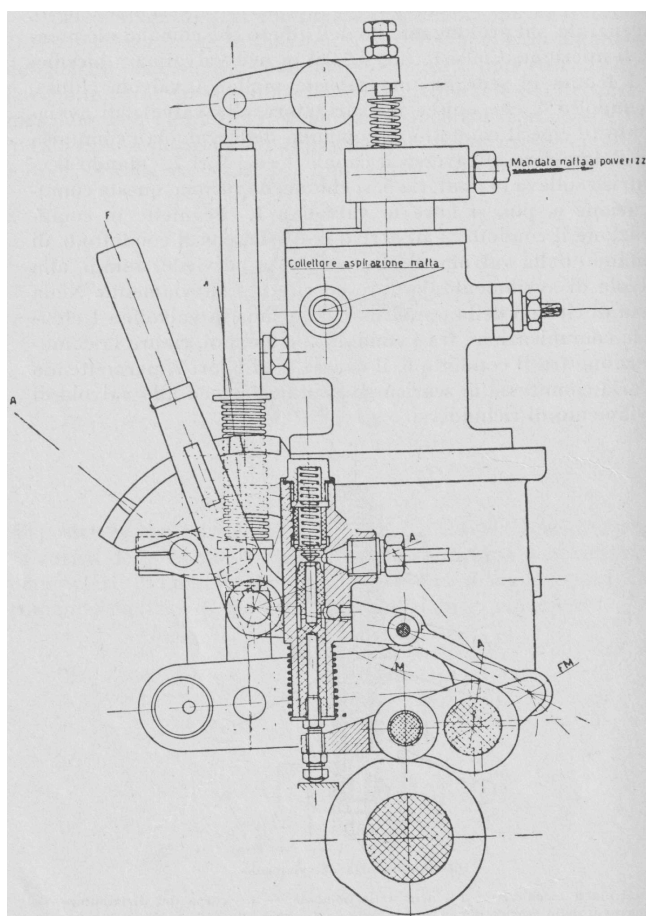
Questi motori segnarono la standardizzazione nella Regia Marina dell'iniezione meccanica (o diretta) del combustibile: su questa base non costituivano una vera evoluzione, non costituivano una pietra miliare dell'innovazione nella motoristica ma rispondevano ad un economico criterio di riprogettazione dei precedenti modelli, con migliorie pur nelle limitazioni metallurgiche e di lavorazione dell'industria italiana, anche in un'ottica di standardizzazione e sostituzione di apparati motori già installati, per migliorare le prestazioni di alcune classi di sommergibili ed offrire alternative per la propulsione di unità leggere.

Dimensioni e pesi assicuravano la possibilità di sostituzione di macchine precedenti ed ovvi vantaggi di incremento della potenza installata ed incremento dell'autonomia.

Rispetto ai modelli descritti in precedenza, è importante notare come - con un diametro dei cilindri di 400 mm e corsa degli stantuffi di 480 mm, nonostante le minori dimensioni geometriche - la potenza per cilindro sia rimasta di 250 HP, successivamente portata, con ulteriore messa a punto, a circa 280 HP per cilindro, alla velocità di rotazione di circa 450 giri mm.

I motori tipo 400, con varie licenze, vennero costruiti praticamente sino agli anni '70: una macchina non di avanguardia ma rispondente ad esigenze di semplicità e facilità di manutenzione, relativa leggerezza a velocità non eccessiva, facilità di condotta senza eccessive sofisticazioni sui combustibili.

Il confronto fra i disegni rappresentanti le sezioni di questo motore e quelli dei motori delle serie precedenti, consente di rilevarne le differenze costruttive.



*Fig. 146 – Meccanismo comando di avviamento e pompa di iniezione motore FIAT MS 407 (monografia FIAT MS407)
Simbolo non solo del consolidamento dell'iniezione meccanica e finalmente della semplificazione dei comandi, ma
anche simbolo importante nella vita di bordo: mettere le mani su quella leva per un motorista significava aver
raggiunto una sufficiente preparazione e un riconoscimento di affidabilità (far parte dei "bravi")*

Sia per esigenze di guerra e scarsità di materiali, sia per facilitare la produzione in serie, la struttura del motore fu ridisegnata abbandonando rispetto alle serie precedenti l'acciaio fuso, costruendo il basamento in acciaio saldato ed i cilindri in ghisa, risultata più resistente dell'acciaio fuso alle corrosioni nella camera d'acqua.

Per scaricare i cilindri da sforzi di trazione, il collegamento fra basamento e cilindri era ottenuto mediante tiranti di acciaio che, sempre per ragioni di alleggerimento, non erano passanti ma avvitati nella parte superiore del basamento.



Fig. 147 - Smg " Faà di Bruno" dotato di 2 motori FIAT MS 407 - Altri battelli della classe avevano motori costruiti da CRDA su licenza

Tra le nuove caratteristiche è risultato indovinato il disegno del basamento, in un sol pezzo, con montanti verticali a forma di U, che consente di sfruttare nel modo più razionale le caratteristiche del materiale e le esigenze di una struttura saldata.

È interessante rilevare che, grazie alla notevole semplicità adottata nel disegno, è stato possibile ricavare questo basamento completamente mediante unione di piatti e lamiera saldate, escludendo l'acciaio fuso anche dalle traverse inferiori.

La coppa olio, di pezzo col basamento, ha consentito di realizzare una maggior compattezza e rigidità complessiva.

Il sistema di chiusura dei cappelli dei cuscinetti di banco è stato ottenuto mediante un traversino premuto su appositi scontri esistenti sui montanti.

Eccellente si dimostrò il dispositivo di raffreddamento dello stantuffo e buona la soluzione per l'ammissione e lo scarico dell'olio; tale dispositivo riproduceva e migliorava quello già precedentemente adottato nei motori Q 450 ed è quello che, appunto in seguito all'esperienza fatta sui motori veloci, venne adottato ed è conservato tuttora per i motori mercantili di tutti i tipi fino alle massime potenze. Il sistema a ginocchiera, semplice e poco costoso in termini costruttivi, per quanto efficiente aveva però conseguenze non irrilevanti di fumosità, scintillio e rischi d'incendio negli scarichi, lamentato da unità subacquee e più dalle unità di superficie, tanto da rendere "tipico e normale" il fenomeno dell' incendio al fumaiolo.

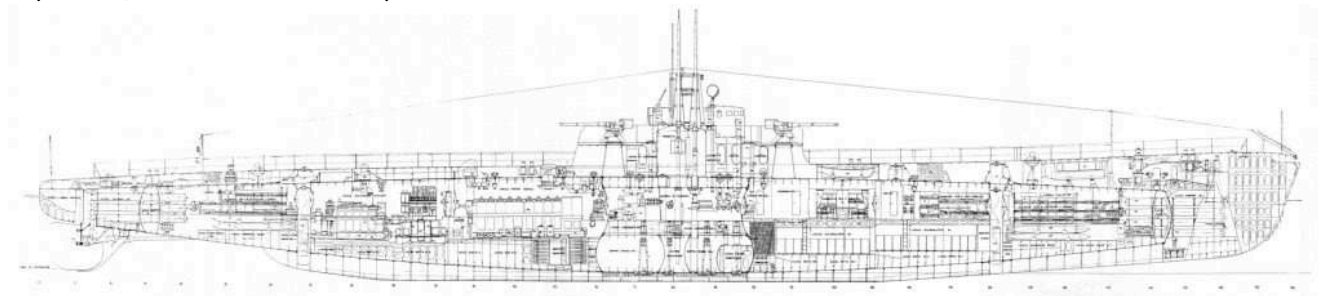


Fig. 148 – Sez. longitudinale del sommergibile " Caracciolo, dotato di 2 motori MS 409.

Tranne la differenza del materiale del corpo del cilindro (ghisa con tiranti di acciaio, anziché tutto acciaio fuso) la costruzione dei cilindri e delle testate riproduceva quella dei motori precedenti tipo 450.

Erano state migliorate le valvole automatiche di ammissione nel cilindro. Fu modificato il profilo dello stantuffo e la forma della camera di combustione per le esigenze dell'iniezione meccanica; fu migliorato il raffreddamento dello stantuffo conservandone però invariata la struttura fondamentale.

Il mantello di guida fu alleggerito impiegando lega di alluminio per la costruzione.

Notevole semplificazione riguardò, rispetto ai precedenti motori, i dispositivi della distribuzione; soppressa l'iniezione pneumatica e il relativo compressore, l'asse a camme comandava soltanto due gruppi di pompe del combustibile e i dispositivi pneumatici per il comando delle valvole di avviamento.

Venne soppresso l'albero verticale che comandava la distribuzione nei precedenti motori, sostituendolo con comando diretto mediante ingranaggi cilindrici.

In un'ottica d'incremento delle prestazioni, un motore tipo 400 fu utilizzato nel 1942 per le prime ricerche sulla sovralimentazione spinta dei motori a 2 tempi eseguite dalla FIAT Grandi Motori nello stabilimento di Torino.

Mancando in quel tempo adeguate conoscenze e soprattutto esperienze da parte della FIAT su pompe volumetriche rotative e meno sui gruppi turbosoffianti (anche se per rimanere in campo nazionale la TOSI aveva comunque adottato da tempo il sistema Buchi/EscherSwiss), sul modello di quanto altrimenti proposto per grandi impianti mercantili pensò di alimentare i motori con pompe d'aria indipendenti, aumentando i consueti valori di pressione e portata di lavaggio in un regime di vera sovralimentazione; fu tal modo possibile realizzare potenze maggiori dell'ordine di grandezza del 20 / 25 %, dimostrando così che il motore era suscettibile di ulteriori sviluppi, in condizioni di poter sopportare in modo soddisfacente prestazioni termiche e meccaniche molto superiori, e questo malgrado le limitazioni imposte sia dal disegno già di per se stesso leggero sia dalla scelta di materiali non di eccelsa qualità, obbligata dalle condizioni del paese, per sanzioni, autarchia, vicende belliche.

Gli eventi bellici non hanno permesso, in quel tempo, la realizzazione e la produzione del motore sovralimentato, com'era in progetto per nuovi sommergibili di cui si era iniziato lo studio.

La tecnica della sovralimentazione consentì successivamente di aumentare senza difficoltà le prestazioni di questo tipo di motori, ottenendo potenze dell'ordine di 360 HP/cil.

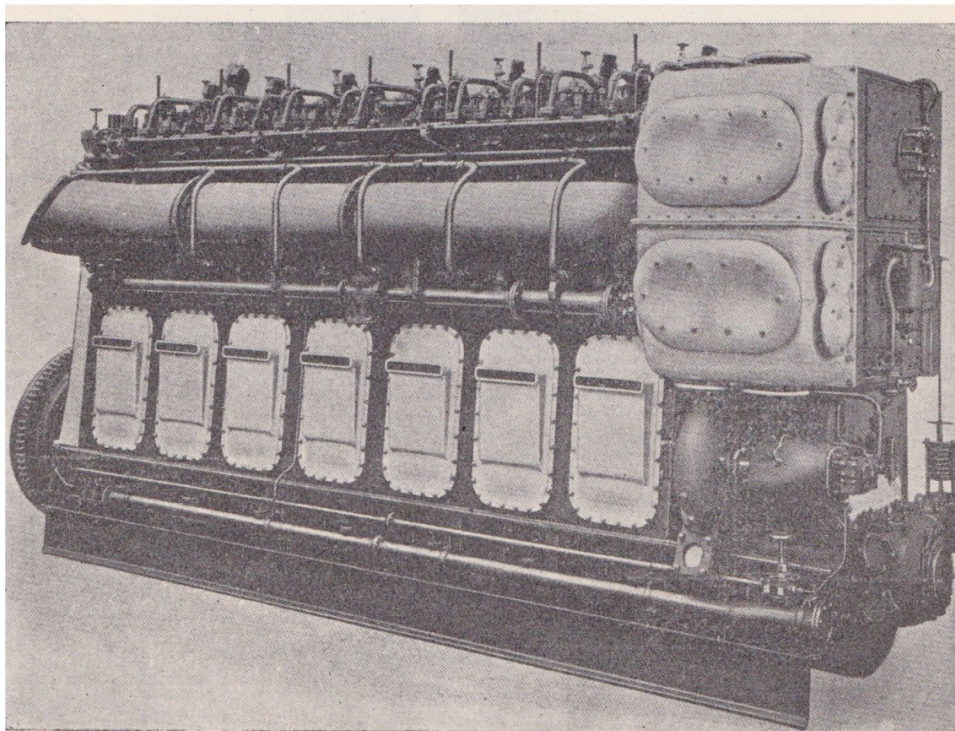


Fig. 149 - Motore 407MS. Vista prodiera, lato collettore di scarico con le pompe di lavaggio in primo piano (bollett. FIAT GM)

I motori 407 erano destinati inizialmente a sostituire, nei sommergibili di media crociera, i motori 426; con lo stesso ingombro, per effetto della soppressione del compressore, fu possibile sostituire un motore da 1500 HP con uno da 1750 HP.



*Fig. 150 - Personale al posto di manovra sul GIADA, serie Platino, vista verso pp Motori FIAT MS 407- (USMM)
Non molta differenza tra le soluzioni per le corvette AS ed i sommergibili*

Allo stesso modo nella successiva versione, i motori a 9 cilindri tipo 409, destinati ai sommergibili di grande crociera, risultano intercambiabili, con la potenza di 2250 HP, coi precedenti motori 458 della potenza di 2000 HP.

Al momento della progettazione delle nuove corvette AS dei programmi di guerra, la soluzione propulsiva già adottata per i sommergibili costieri apparve la più conveniente, non solo immediatamente disponibile ma in grado di assicurare, con la sistemazione di un banco di batterie, la marcia silenziosa in fase di scoperta AS

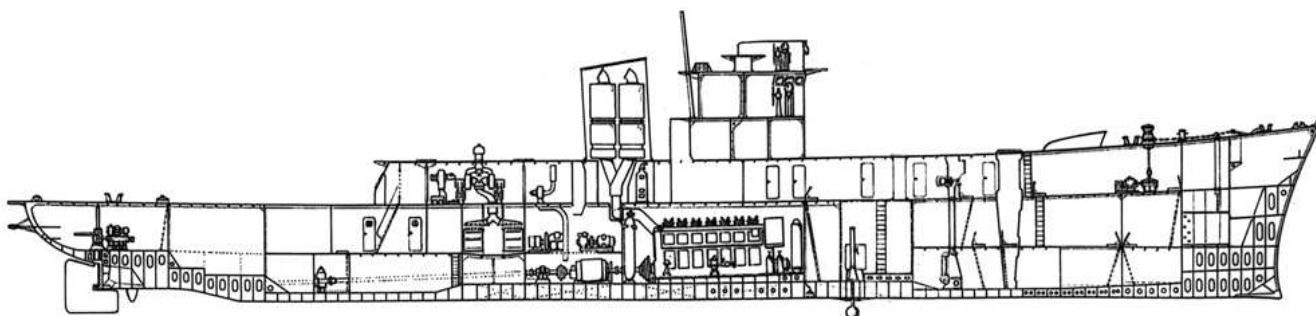


Fig. 151 - Sistemazione Apparato Motore Corvette classe "Ape/Gabbiano, dotata di 2 motori M 407 come propulsione principale e di motori elettrici per la marcia silenziosa in caccia AS.

Sulle corvette i due motori erano sistemati affiancati, in un solo locale, simmetrici, ciascuno con i collettori di scarico a murata, in modo da permettere l' ispezione costante dei motori da una passerella sistemata a centro nave, tra i due collettori di lavaggio, collegata ai pulpiti di comando a poppavia, spartani ed assolutamente manuali, con gli operatori posizionati su una piccola passerella sistemata sopra i rispettivi volani e viratori, tra il motore stesso e la paratia posteriore del locale AM dove erano addossate le 6 bombole di aria compressa a 60 kg/cmq per l' avviamento dei due motori.

a) I motori serie 400: la conduzione (competizioni e gare di destrezza del posto di manovra).

La messa in moto dei motori Diesel si effettuava con aria compressa, prelevata dalle citate bombole alla pressione di ca 60 Kg/cm²: il motore sotto la spinta dell'aria compressa, funzionava come un motore ad aria fino al raggiungimento della velocità necessaria per il riscaldamento dell'aria alla temperatura di accensione del combustibile. Una volta lanciato il motore si escludeva l'aria a metà dei cilindri ai quali s'iniettava il combustibile; quando questi cilindri funzionavano a combustibile si toglieva l'aria anche all'altra metà e subito si iniettava gasolio anche ad essi.

Per invertire il senso marcia occorreva fermare il motore, scostare l'albero di distribuzione ed avviare nuovamente ad aria (con grande tormento torsionale delle macchine, perché non c'era né tempo né modo di frenare l'elica durante le operazioni di inversione).

Facile a dirsi, complicato in fase di manovra, soprattutto alla scuola comando dove i "nuovi" dovevano esercitarsi prima con le prese in banchina e poi all'ormeggio di poppa in banchina: sessioni stressanti non solo per i motori (era comunque una situazione di eccezionale stress termico e meccanico che convalida la robustezza di quelle macchine) ma anche per il personale a cui poteva (e succedeva) essere attribuita la colpa di un'errata manovra o un ritardo nell'avviamento nel cambio di marcia che portasse l'unità abbrivata indietro a sedersi in banchina: era motivo di orgoglio (e di sicurezza) avere teams capaci di reagire in tempi incredibilmente brevi, tenendo presente che a seconda della bravura e capacità marinai dei comandanti in sessione si arrivava nel corso di una mattina a fare centinaia di avviamenti, e spesso con una macchina da avviare avanti ed una indietro; la competizione a bordo era tra macchina di dr e macchina di sn, e la trasmissione degli ordini – *con il telegrafo di macchina e confermata a voce, portavoce perché non c'era linea telefonica* - era di massima concitazione e senza possibilità di incomprensioni.

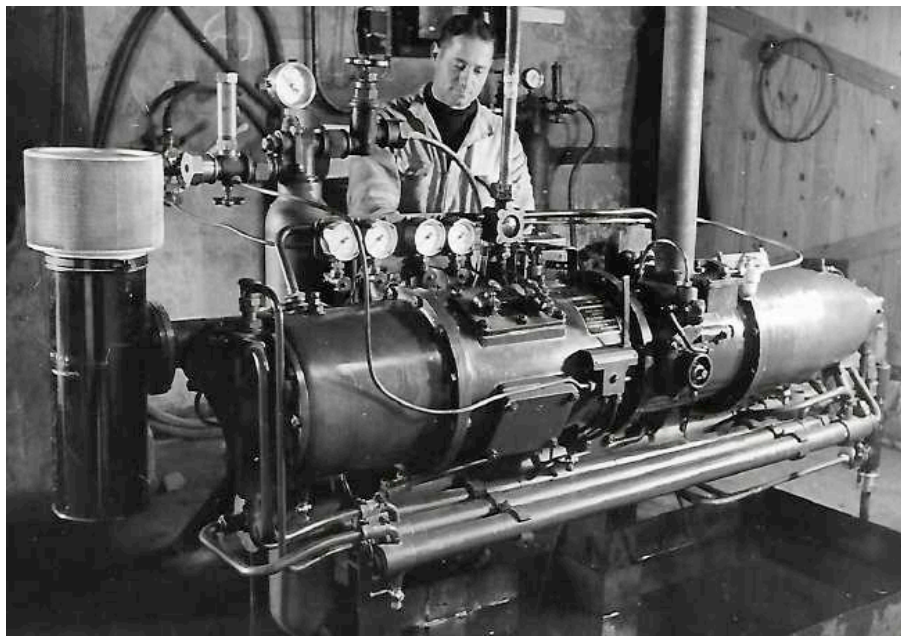


*Fig. 152- Personale al posto di manovra sul pulpito di un motore MS407 sulle corvette classe APE negli anni '60. Spesso la rapidità e la frequenza delle manovre di arresto, inversione ed avviamento davano luogo a vere e proprie gare di abilità tra il personale dei due motori affiancati
Le condizioni di vita a bordo non erano certamente di grande conforto, e meno in macchina*

In questi apparati motori e su queste macchine, non solo in guerra ma nelle difficili sessioni della scuola comando si formarono generazioni di motoristi di eccezionale capacità e bravura,

Il fattore critico per le corvette della classe Ape/ Gabbiano era la disponibilità di aria compressa per le manovre di avviamento ed inversione dei motori: l'abilità del personale era determinante, quanto il

compressore d' aria come apparato ausiliare fondamentale, critico, soprattutto nelle lunghe sessioni della Scuola Comando; per sicurezza, nell' uso pratico, i D.M. per precauzione avevano collegato , tramite valvola riduttrice, il circuito aria compressa di avviamento motori con il circuito aria siluri, ad alta pressione utilizzando potendo così impiegare un compressore MOTOFIDES/JUNKER a pistoni liberi, destinato al circuito siluri, posizionato nel contiguo locale della centrale elettrica ed ex locale motori elettrici di manovra.



*Fig.153 – Compressore Junkers a pistoni liberi alle prove in officina
Meravigliosa ed affidabile macchina che trasse d' impaccio in molte occasioni critiche (foto g.c. F. Mattesini)*

Si ritiene che accorgimenti precauzionali analoghi siano stati adottati anche su alcuni sommergibili, dove però le operazioni di avviamento potevano risultare molto più agevoli, facendo trascinare ciascun MTP dal corrispondente motore elettrico di propulsione.

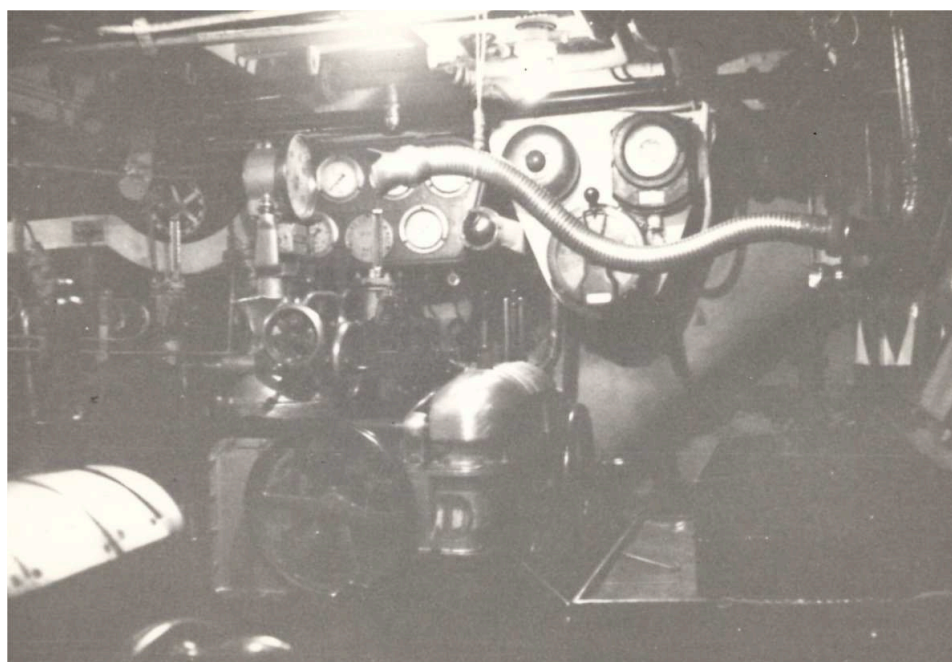
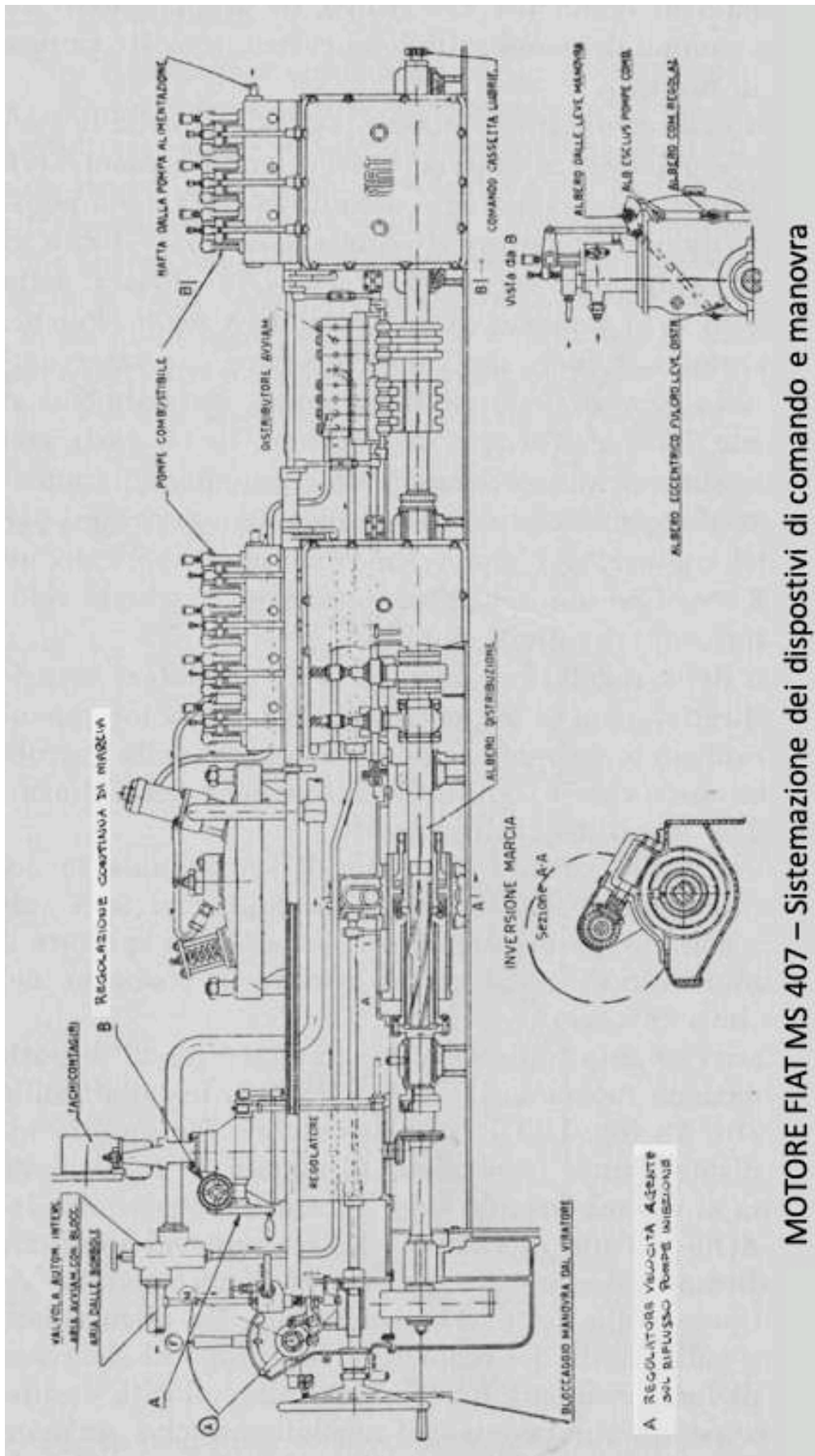


Fig. 154– Il pulpito di comando dei motori MS407 guardando dal motore di sn verso quello di dr, leggermente verso Pr, con la scarsa strumentazione disponibile – come detto l'azione era esclusivamente manuale, locale, nel un pulpito all' estremità Pp. dei motori – Alla dr del pulpito è visibile il telegrafo di macchine ed il grande campanello che doveva soverchiare il rumore dei motori ed in primo piano il tubo snodabile di ottone del portavoce di plancia



MOTORE FIAT MS 407 – Sistemazione dei dispositivi di comando e manovra

Fig. 155 – Lo schema di comando e manovra tipico delle unità con propulsione diesel di costruzione italiana
 Nello specifico anche la palastra dove per quasi 25 anni si formarono le generazioni di motoristi della MMI
 (elab. autore da: F. Lupetti -Macchine Marine – Marinaccd 1962)

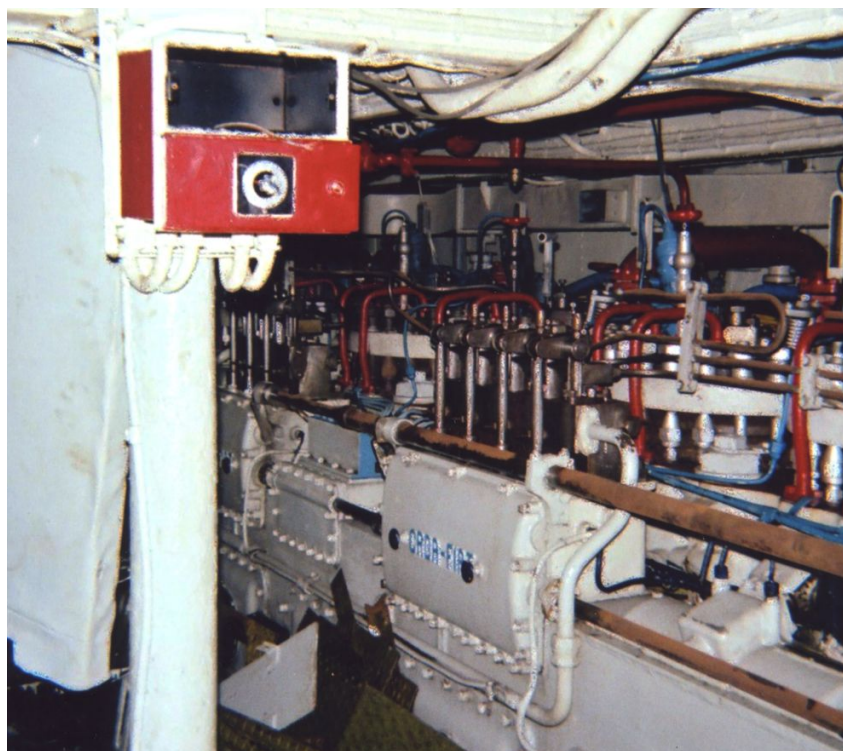


Fig. 156 - vista dalla passerella centrale dell'A.M. della corvetta Chimera, F 549, motore 407MS di costruzione CRDA, lato collettore di lavaggio, pompe iniezione in primo piano (A. Benedetti).

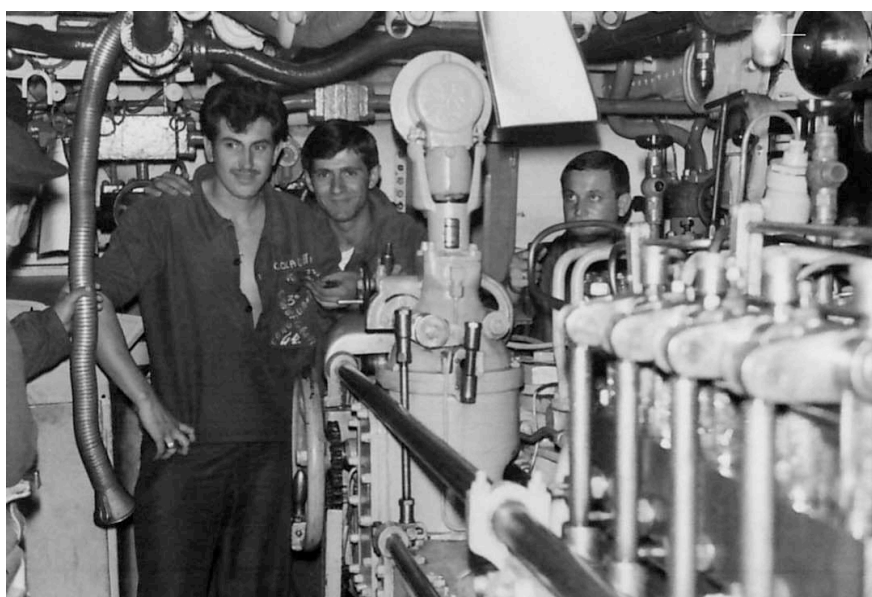


Fig. 157 - Il pulpito di comando dei motori MS407 guardando Pp, ancora nei primi anni '70 in primo piano a ds il gruppo pompe iniezione ed a sn il mitico portavoce flessibile a spirale di ottone della comunicazione con la plancia, dimostrazione una volta di più della scarsa strumentazione disponibile – L' atteggiamento "felino" dei motoristi dice molto delle qualità e prontezza necessarie.

I motori tipo 400 sono stati costruiti in due versioni, rispettivamente con 7 e 9 cilindri, con componenti assolutamente intercambiabili e la produzione della versione 409 è continuata ben addentro la decade dei '60 sia per unità militari sia per costruzioni mercantili (come i traghetti della Tirrenia); la lunga vita delle corvette Classe Ape/Gabbiano la Marina Militare è stata certamente beneficiata dalla continuità e disponibilità di ricambi.

Nel corso della pluridecennale evoluzione dei motori navali a due tempi, precedentemente descritta, si ottennero, nelle successive serie, notevoli vantaggi nel rendimento termico e nel consumo del combustibile, sceso dai 240 - 250 gr/HP/hr corrispondente ai primissimi motori, ai 200 gr/HP/hr per i motori tipo 420 e 450, sino ai 170 gr/HP/hr per il motore 400.

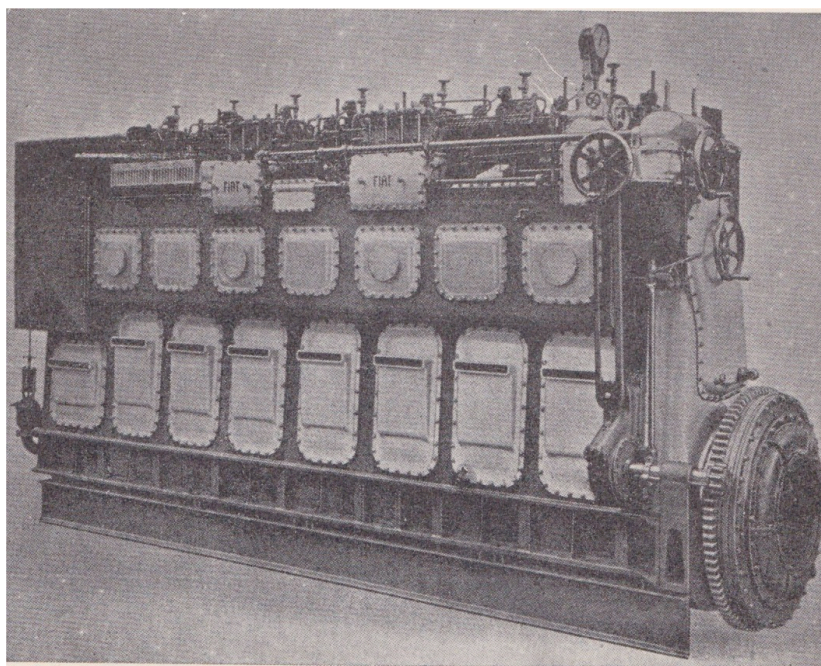


Fig. 158 – vista poppiera del Motore MS407 con la disposizione dei comandi, esclusivamente manuali, assolutamente locali, in un pulpito all' estremità pp. dei motori (bollett. FIAT GM) - In primo piano l' ingranaggio del viratore tanto richiamato in tema di accoppiatoi e facilità di collegamento alla linea d' assi (bollett. FIAT GM)

Analoghe e forse maggiori diminuzioni percentuali si sono avute nei consumi dell'olio di lubrificazione, considerando che l'eccessiva erogazione di olio provocava accumuli nei collettori e nelle corvette il pericoloso effetto dell'incendio delle silenziose, a livello fumaiolo, una vera e proprio eruzione vulcanica, fonte di qualche preoccupazione ma anche di molti aneddoti.

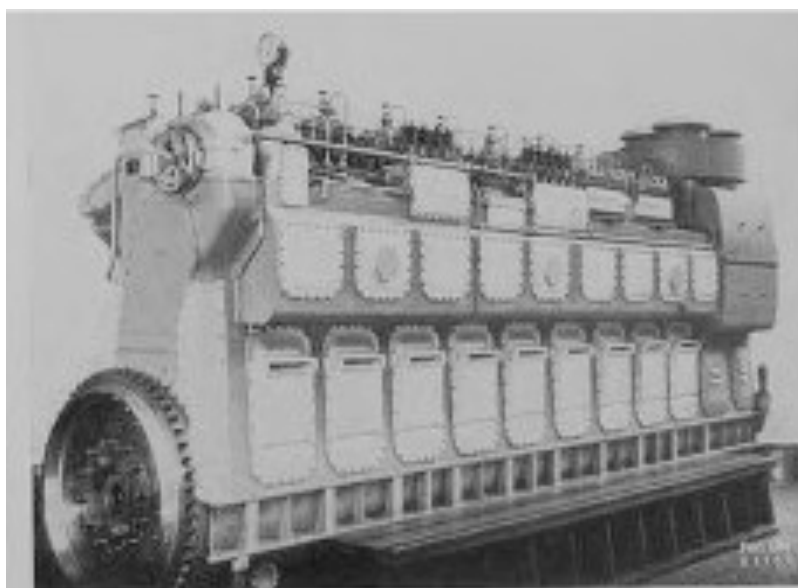
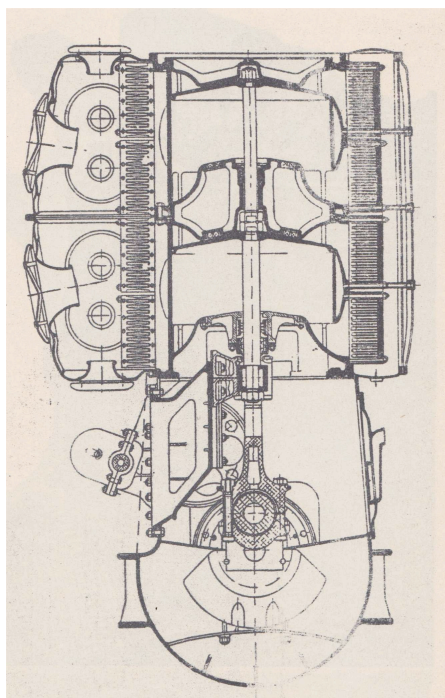


Fig. 159- Motore 409 T. Vista laterale lato lavaggio e volano - Questo tipo di motore è stato installato sui sommergibili classe Ammiragli e nel dopoguerra sulle corvette classe " Albatros". (bollett. FIAT GM)

Molto importante, ed unica, la sicurezza al moto degli apparati motore delle corvette classi Ape ed Albatros come concezione e sistemazione, e dei relativi motori 407 e 409: gli apparati motori avevano una completa dotazione di elettro ausiliari (circolazione, lubrificazione, nafta) ma in assetto funzionavano con pompe trascinate ed i motori non avevano alcun collegamento elettrico; in caso di avaria e black-out dell' unità il moto e la manovrabilità, sia in marcia AV che in marcia AD erano sempre assicurati

Le buone caratteristiche costruttive e di funzionamento del motore 400 erano anche accompagnate da un aspetto che, a occhio tecnico, è del tutto gradevole. Non è sempre facile realizzare una macchina che possa

essere considerata soddisfacente anche dal punto di vista estetico, e soprattutto poco complicata nell' ambiente di bordo.



*Fig. 160 – sezione delle pompe di lavaggio FIAT a doppio effetto con evidenziate le valvole automatiche a libretto, di tipo diverso da quelle TOSI, di cui agli schemi del precedente capitolo sui sistemi di lavaggio (bollett. FIAT GM)
In ambedue i casi si trattava di dispositivi molto rumorosi ...*

In questi motori il disegno della struttura, la semplicità degli organi della distribuzione, la buona disposizione data alle pompe del combustibile e ai dispositivi di manovra, ha permesso di realizzare una struttura semplice e di mantenere tutta la parte esterna del motore priva di quegli accessori minori, tubolature, ecc. che in molti casi non solo diminuiscono il valore, che potremmo chiamare estetico, della macchina, ma complicano enormemente la vita di chi deve operare a bordo in spazi ristretti.

b) La conservazione della memoria, un'occasione mancata



Fig. 161- Motore 407, vista laterale lato lavaggio, volano e comando, pompa aria a dr – Probabilmente l'ultimo esemplare rimasto, era quello utilizzato per decenni come motore didattico a Mariscuole La Maddalena; ancora a fine 2015 giaceva abbandonato presso le scuole stesse, in attesa di essere ceduto come rottame – probabilmente si è persa l'opportunità di un recupero museale unico e neppure troppo costoso.(g. c. M. Mascellani)

PRIMA E DOPO (la 2^a Guerra mondiale) –L’ EPILOGO DEL MOTORE DIESEL “LEGGERO” A DUE TEMPI Installazione ed impiego dei motori tipo 400 (l’alternativa dei motori Tosi tipo E6 e K6)

Questi motori sono stati inizialmente progettati, e costruiti, per essere montati a bordo di sommergibili. I motori 407 sono stati i più diffusi, montati sui sommergibili classe Marcello/Cappellini; i motori 409 sono stati montati sui sommergibili di grande crociera classe Ammiragli e sui tre sommergibili classe Calvi di disegno OTO.

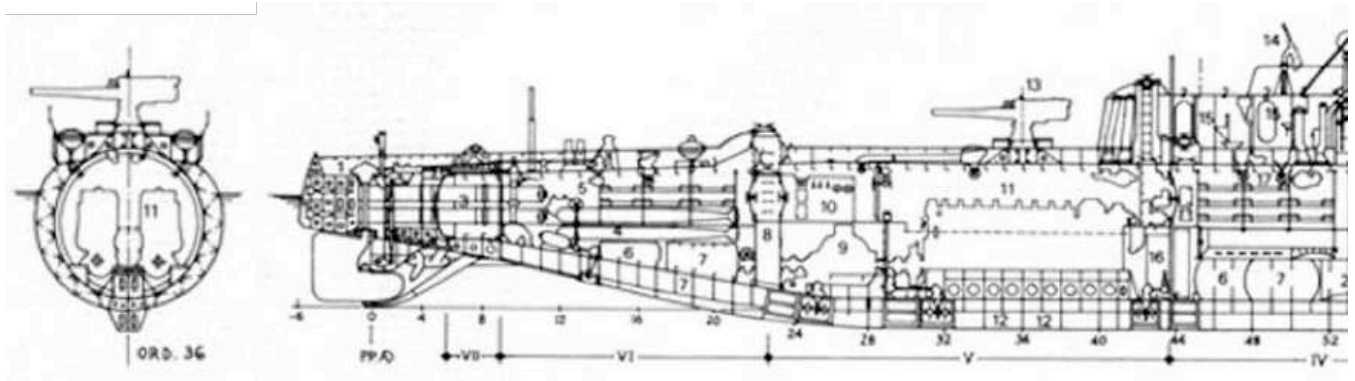


Fig. 162 – Sezione longitudinale e sezione trasversale dell'a.m. del sommergibile Calvi con motori MS 409 da 2200 HP. Su alcune unità di altre classi questi motori sostituirono gli originali M 458

Sino alle costruzioni belliche continuarono, senza nessuna standardizzazione, forniture sia di motori TOSI che FIAT, con la maggior parte dei motori TOSI imbarcata sui sommergibili costruiti dallo stesso gruppo TOSI

Per quanto riguarda la produzione FIAT (e licenziatari) la maggior quantità dei motori serie 400, rivelatisi meno costosi e particolarmente rustici ed affidabili, fu prodotta durante il periodo bellico per applicazione su navi di superficie; 50 motori tipo 407 furono costruiti direttamente dalla FIAT mentre, sotto licenza, Ansaldo e C.R.D.A. hanno prodotto la maggior parte di queste installazioni.

Le corvette previste erano 62, ma soltanto una parte poté essere terminata e consegnata alla Regia Marina prima dell'armistizio, mentre un gruppo fu completato dopo ed entrò in servizio nella Marina tedesca. Negli anni 60 ancora 22 unità erano ancora in servizio con la Marina Militare, ampiamente rimodernate nell'allestimento e nella componente guerresca, mantenendo l'apparato motore termico originale e sbarcando la componente di propulsione silenziosa, da tutte le unità i banchi batterie anche se su alcune venne mantenuta la dinamo calettata sull'asse elica (con rari casi di impiego della stessa per l'alimentazione elettrica di bordo, che su tali navi rimase sempre a corrente continua) .

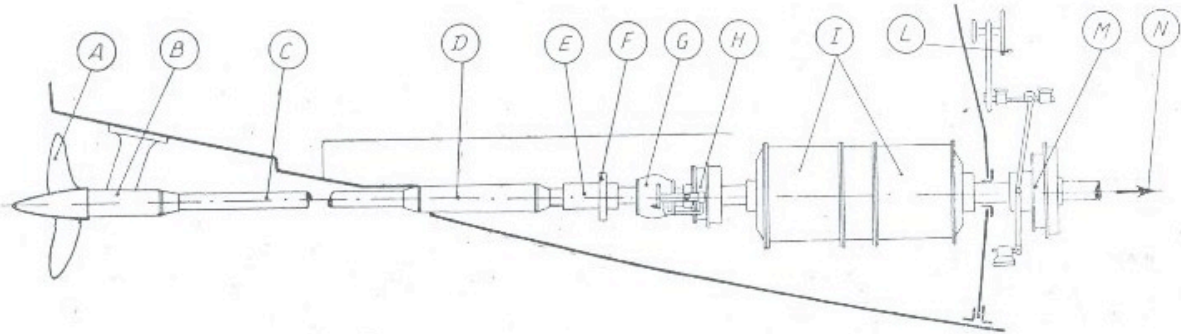
Queste unità, rapidamente progettate secondo l'esperienza già acquisita nel primo periodo bellico e dotate delle più moderne attrezzature italiane e tedesche dell'epoca per la caccia ai sommergibili, con motori Diesel della potenza complessiva di circa 3500 HP, potevano raggiungere una velocità massima, con un dislocamento di circa 700 t, appena superiore a 18 nodi.

L'apparato motore era costituito da due motori principali FIAT M 407 accoppiati alle linee d'asse a mezzo di "giunti" meccanici Pomini, nella loro ultima versione, semplici e di grandissima affidabilità.

Su ciascun asse, a valle degli accoppiatoi, era calettato un motore elettrico per la navigazione silenziosa a velocità ridotta durante la ricerca subacquea.

Le unità erano dotate di un banco di batterie con una sistemazione analoga a quella dei sommergibili, che venivano caricate dal motore elettrico di propulsione in funzione dinamo, sia in navigazione sia in porto, con le stesse procedure dei sommergibili.

La potenza totale, sui due assi, sviluppata dai 2 motori diesel M407 risultava di circa 3500 HP.



LEGGENDA

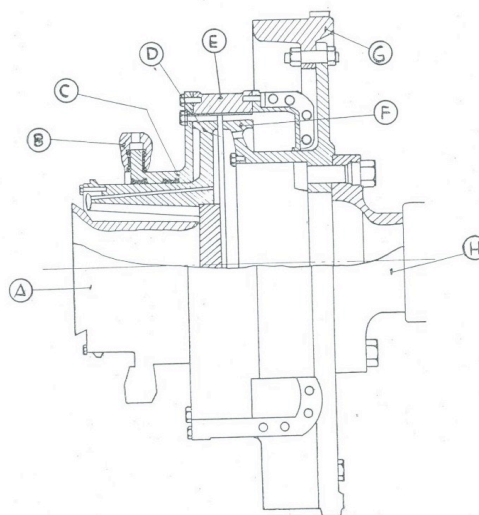
- A. Elica.
- B. Braccio dell'elica.
- C. Albero " "
- D. Astuccio dell'albero.
- E. Accoppiato fisso.
- F. Freno a nastro.

- G. Cuscinetto reggisplinta.
- H. Giunto a denti di poppa.
- I. Motore elettrico.
- L. Manovra del giunto a denti.
- M. Giunto a denti di prora.
- N. Al motore termico.

Fig. 163 – schema tipico della sistemazione della linea d' assi, a poppavia del MTP – schema comune a sommergibili e, con maggiore lunghezza della linea assi, alle corvette classe Ape/Gabbiano (Vannelli/Di Meco - Macchine Marine)

Grazie anche a tale apparato motore le corvette, pur con qualche limite sulla velocità massima, risultarono perfettamente idonee ai compiti di caccia A.S. per cui erano state progettate, dimostrando buone qualità marine ed evolutive, tanto da essere annoverate fra le unità scorta più riuscite a livello mondiale.

In termini di approntamento rapido al moto va sottolineato che le unità, sommergibili e corvette tipo Ape, potevano uscire in mare ricorrendo all' apparato motore elettrico, mentre l'avviamento dei motori termici, sia con unità già in movimento, sia con unità in banchina, poteva avvenire eventualmente scollegando l'elica e trascinando il motore diesel senza ricorrere all' avviamento ad aria compressa. Oltre che l'approntamento rapido, questa soluzione, nelle varie combinazioni di collegamento della linea d' assi, facilitava enormemente le operazioni di manutenzione in banchina degli a.m.



LEGGENDA

- A. Asse motore elettrico - B. Manovra accoppiamento - C. Collare di manovra - D. Ruota dentata fissa - E. Campano mobile dentata - F. Ruota dentata fissa - G. Volano M.T. - H. Asse M.T.

Fig. 164 – il Giunto POMINI, nella variante più diffusa, risultato di molte modifiche per sopperire alle criticità iniziali. La semplicità e l'affidabilità dei giunti era uno degli elementi chiave per l'esercizio di questi a.m. – sul mercato italiano la TOSI offriva una variante su licenza dei giunti Vulcan, ma la loro installazione non venne prese in considerazione né per i sommergibili né per le costruzioni di superficie di guerra (Vannelli/Di Meco - Macchine Marine – MARINACCAD 1963)

Già durante la guerra, con la costruzione delle corvette della classe Ape/Gabbiano in corso, i cantieri OTO di Livorno svilupparono un progetto molto più complesso di unità scorta, AS450 che, pronto per le prime impostazioni di unità a fine del 1942 dopo aver completato le prove alla Vasca Navale di Roma

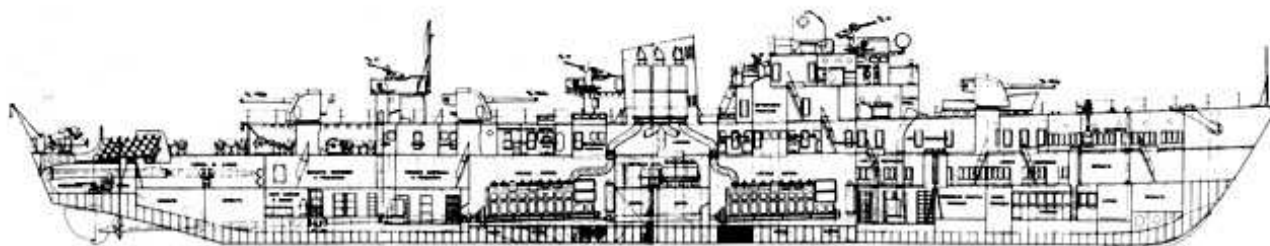


Fig. 165 - sezione longitudinale unità scorta tipo AS450

Fm Collezione Mancini, E. Bagnasco Storia Militare

Si trattava di una soluzione propulsiva basata su quattro motori FIAT della serie 400, 407 migliorati, sistemati a coppie in due locali non continui in modo da assicurare buone condizioni di sicurezza e sopravvivenza.

Il peso di motori ed ausiliari e la complessa soluzione su quattro linee d' assi (accoppiamento diretto, tramite i soliti giunti Pomini, di ciascun motore) comportò la rinuncia della propulsione ausiliaria elettrica, con banco di batterie, per la fase di ricerca idrofonica, tipica delle precedenti corvette AS.

Ragionando a posteriori ed in astratto c'è da chiedersi perché neppure in questo caso sia stata presa in considerazione l'ipotesi di propulsione Diesel elettrica, né si sia presa in considerazione l'installazione di giunti Vulkan ed eventualmente riduttori/accoppiatori, macchine già disponibili ed offerte sul mercato italiano dalla Tosi.

La potenza massima prevista, su quattro motori, era di 10.800 Hp a 450 giri/min., con una potenza massima continuativa di 9200 HP a 430 giri/min.

La potenza massima consentiva una velocità di 24 nodi al dislocamento di 1260 tonnellate (metà carico, in particolare combustibile limitato a 10 T) e ben 20 nodi, allo stesso dislocamento, con 4600 HP, ossia due soli motori alla massima potenza continuativa; in pratica l'unità disponeva di due apparati motori identici, separati, con la possibilità di navigare a 16 nodi, velocità economica di crociera, con un solo apparato motore in funzione.

I bassi consumi, 24 Kg/miglio, assicuravano un'elevatissima autonomia, oltre 15000 mg a 16 nodi con il carico massimo di combustibile di 360 T.

Queste ottime prestazioni, e la riduzione dell'equipaggio, privavano sull' alternativa di apparato motore a vapore, tradizionale, che sarebbe risultato più leggero anche se di consumi estremamente più elevati.

Si trattava comunque di un progetto, come piattaforma (meno come armamento e dotazioni), all' altezza dei tempi con dimensioni e forme di scafo che ritroveremo sulle più avanzate costruzioni degli anni 60, ed è del tutto inspiegabile che le soluzioni previste, forme di scafo, sistemazioni generali, soluzioni propulsive, non siano state prese in considerazione per le nuove unità scorta del primo programma navale del dopoguerra

Con queste corvette, comprese quelle la cui costruzione ed entrata in servizio avvennero nel primissimo dopoguerra, terminò l'era delle navi militari con impianti elettrici in corrente continua, ricordando che per questa caratteristica le corvette classe Ape/Gabbiano erano chiamate anche "topaie" per essere infestate da roditori, che proliferavano malgrado le costanti misure di derattizzazione, fenomeno analogo a quello sofferto dalle Ferrovie nel momento della diffusione della trazione in corrente in continua; l' adozione a bordo della corrente alternata e la latente presenza di alte frequenze eliminarono quasi totalmente le sgradevoli colonie, fonti di tanti fastidi e pericoli ma anche di molti aneddoti.

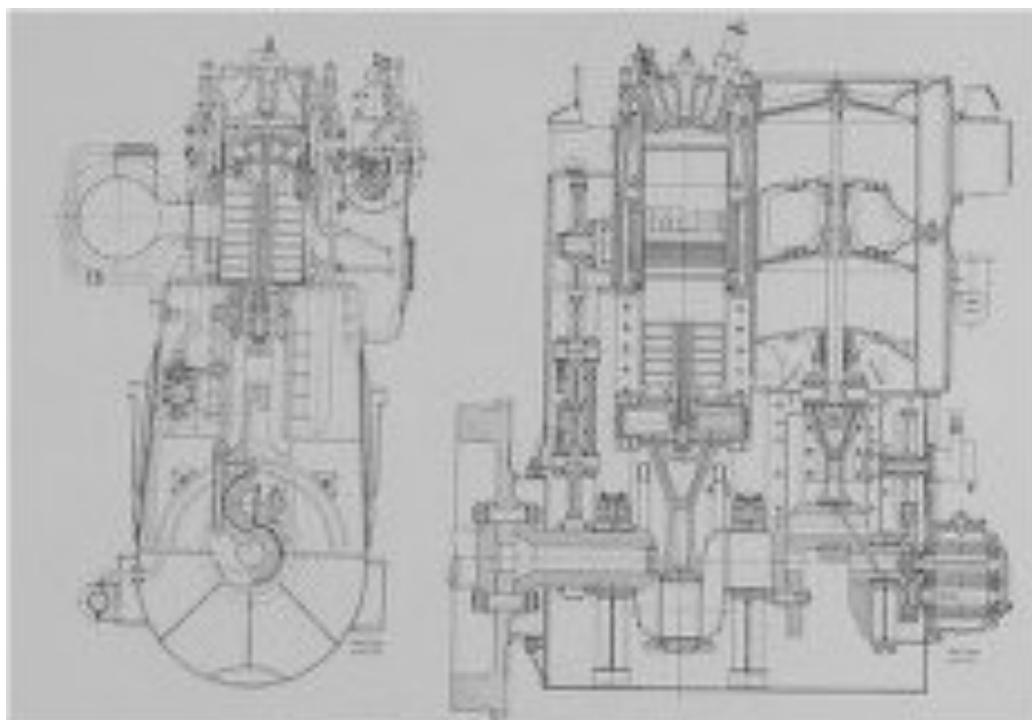
L' affidabilità di tali motori in operazioni di guerra e nella successiva intensa fase di dragaggio delle acque nazionali risultò tanto soddisfacente, che la produzione di tali macchine continuò e negli anni 50 furono

selezionati per essere adottati per le prime costruzioni off-shore della NATO, le corvette su progetto Ansaldo sulle quali, per ottenere maggiore potenza, furono impiegati i motori tipo 409 T.

Si trattava delle corvette tipo Albatros sulle quali, per carenza culturale e insipienza progettuale dei cantieri che risparmiarono persino sui giunti di accoppiamento, senza l'opportuna vigilanza ed intervento degli organi tecnici MMI, si soffrì molto la manovrabilità nonché le difficoltà di prove motori in banchina; dovevano essere effettuate solo a bassi giri, con elica in moto, visto il collegamento rigido dell'asse, rinforzando comunque gli ormeggi e con rischio per l' equipaggio in coperta oltre che per le unità affiancate.

Le successive corvette per l'esportazione adottarono nuovamente i giunti di accoppiamento.

Furono costruite 8 navi di questo tipo di cui, originariamente, 3 per la Marina Militare Italiana, 4 per la Marina Militare Danese ed 1 per la Marina Militare Olandese, poi restituita all'Italia (Linx poi Aquila).



*Fig. 166 - Sezione longitudinale e trasversale del motore tipo 409 T. (bollettini tecn. FIAT)
Diametro cilindri 400 mm - Corsa dello stantuffo 480 mm - Potenza 2250 HP a 435 giri/min.*

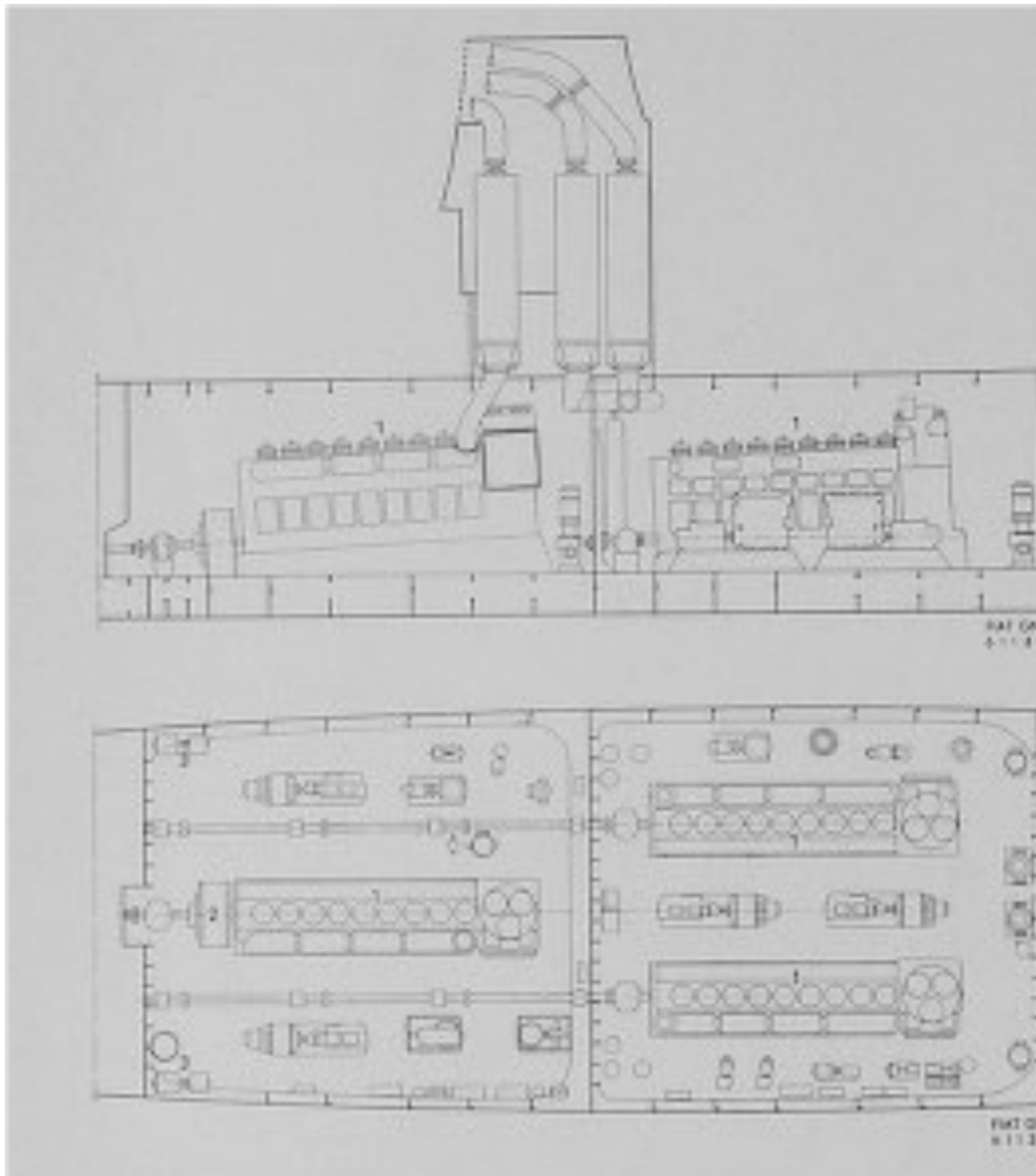
Su queste nuove corvette, quasi un'involuzione per quanto riguarda l'apparato motore rispetto alla precedente classe Ape/Gabbiano, si adottarono per la prima volta su unità minori italiane, nuovi standard per l'impianto elettrico, 440V / 60Hz.

Alle prove, sviluppando una potenza totale di 5250 HP, raggiunsero la velocità di 21 nodi.

Mentre nell'immediato dopoguerra la Tosi fu assente dal mercato navale italiano per quanto riguarda i diesel veloci a due tempi, i motori della serie 400, in particolare i 409, trovarono ampie applicazioni in Italia ed all'estero sia in campo mercantile, come sui traghetti Tirrenia della riuscita e longeva classe Regioni, sia su unità speciali da lavoro, nel campo mercantile e industriale: draghe fluviali ed alcuni gruppi elettrogeni in Argentina, gruppi elettrogeni per centrali elettriche in caverna, per il Ministero della Difesa.

Successivamente furono costruite, sempre su progetto Ansaldo, due corvette per conto della Marina Militare Indonesiana, sempre con motori 409, che nel disegno finale hanno corretto e migliorato alcuni aspetti delle corvette tipo Albatros segnando il ritorno ad una filosofia operativa, di manovra ed andatura silenziosa, più efficace, in continuità con le corvette tipo Ape.

L'apparato motore di queste navi era inusuale, su tre assi, con tre motori 409 T, costruiti dall'Ansaldo su licenza, sistemati in due locali separati.



- Legenda:
- | | |
|---|---|
| 1 | - Motori FIAT Ansaldo tipo 409 T |
| 2 | - Giunto elettromagnetico |
| 3 | - Gruppi convertitori per giunto elettromagnetico |

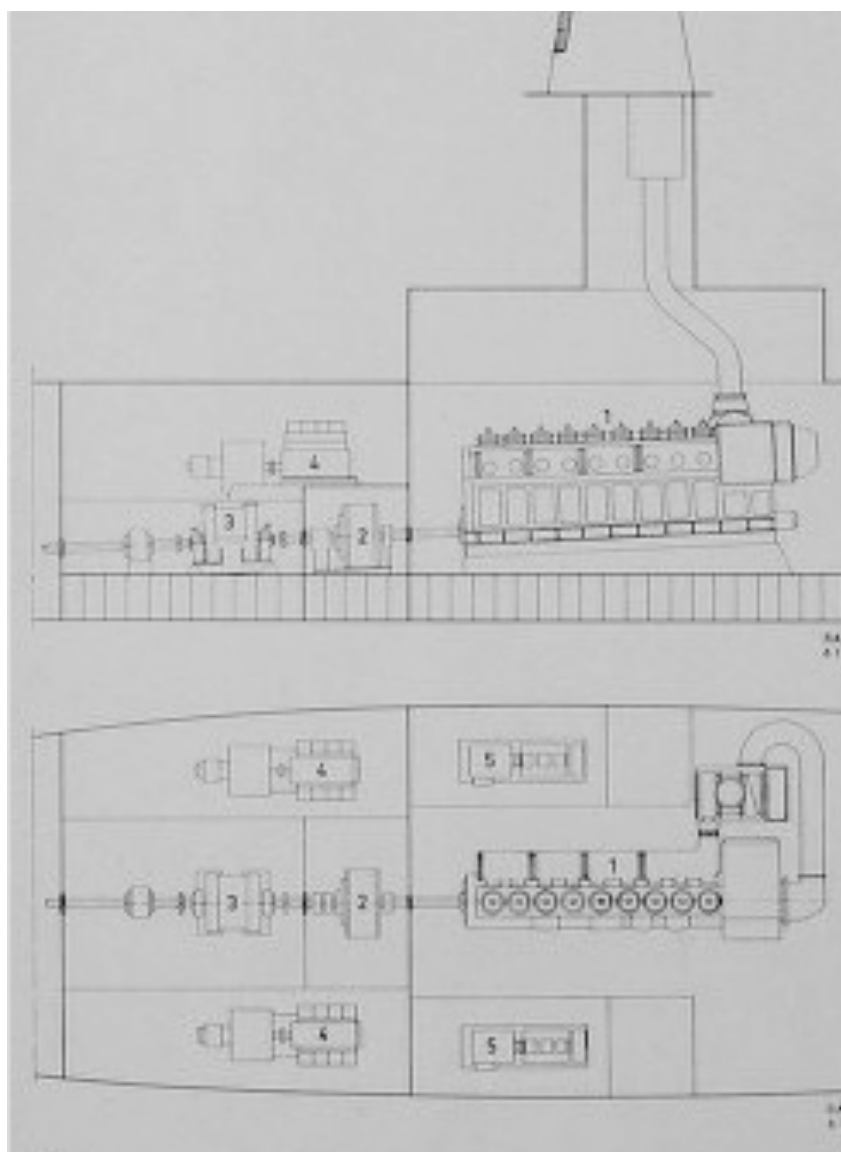
Fig. 167 – L' inusuale sistemazione dell'Apparato Motore delle corvette Indonesiane classe " Pattimura „,„
Sezione longitudinale e pianta in corrispondenza del locale macchine.

a) La fine della saga navale dei motori 400

Come esempio delle difficoltà ed errori che caratterizzarono la cantieristica italiana tra gli anni 50 e 60, con perdita di credibilità e penalizzando le esportazioni, nel novero infinito delle “navi di carta”, come punto finale della saga dei motori 400, quando erano già impostate le navi del secondo programma navale ed erano già stati ordinati i nuovi diesel veloci a 4 tempi della serie 300, ad inizio anni 60 la Sezione Progetti Navali Ansaldo proponeva sul mercato ancora un particolare tipo di corvetta - definita classe SDS (*Seaward Defence Ship*). - rapidamente replicabile in produzione di massa, destinata alla sorveglianza e difesa delle coste, di dimensioni il più possibile ridotte, *per operare in zone di mare con particolari difficoltà di manovra (sic, quando poi si proponeva un'unità monoelica !!!)*.

L' apparato motore proposto riguardava un'unità monoasse (e quindi l'antitesi della manovrabilità), con un solo motore termico/asse, il motore sovralimentato FIAT - Ansaldo 409 TS, collegato all'elica a mezzo di un giunto elettromagnetico.

Tale configurazione, nelle sue opzioni di funzionamento, non rispondeva ad esigenze operative, in quanto non era prevista né permetteva andature silenziose, ma veniva proposta come possibilità di assicurare la propulsione anche in caso di avaria dell' unico motore principale, oltre che per facilità di manovra alle basse andature; era previsto un motore elettrico, calettato sulla linea d'asse, a valle di un giunto elettromagnetico.



- Legenda:
- 1 -Motore FIAT Ansaldo tipo 409 TS
 - 2 -Giunto elettromagnetico
 - 3 -Motore elettrico di propulsione
 - 4 -Gruppi elettrogeni per propulsione elettrica
 - 5 -Gruppi elettrogeni nave

Fig. 168 - Apparato motore per corvette tipo SDS (Seaward Defence Ship). Sezione longitudinale e pianta in corrispondenza del locale macchine.

Una proposta inadeguata, in contrasto con la stessa affidabilità del motore proposto, a dimostrazione quanto gli errori di guerra fossero radicati nella distanza e dell'incomunicabilità tra progettisti, costruttori ed operatori.

Eppure, pur senza alcuna innovazione, minimamente si sarebbe potuto riproporre più semplicemente la soluzione a due assi delle corvette classe Ape Gabbiano, in termini di attualità e con i possibili aggiornamenti, soluzione che in termini di affidabilità, sicurezza e manovrabilità sono state il massimo per questo tipo di unità.

Non esisteva banco batterie ed il motore poteva essere solo alimentato direttamente da due gruppi elettrogeni in corrente continua e poteva, eventualmente, essere impiegato come dinamo trascinata dal

motore principale di propulsione per fornire energia ai diversi servizi della nave, escludendo così l'impiego dei gruppi elettrogeni.

Il sistema di apparato motore così "studiato" (... *eufemismo* ...?), avrebbe presentato secondo i progettisti il grande vantaggio di impiegare il motore elettrico per manovre in superfici d'acqua ristrette, alla minima velocità, con possibilità di comando diretto dalla plancia (*l'unica vera innovazione* ...).

La potenza massima sviluppata dal motore Diesel sarebbe stata di circa 3200 HP (*quindi un'ulteriore evoluzione e potenziamento del motore serie 400, che l'avrebbe consentito*) e quella del motore elettrico di circa 300 HP; nei due casi, con dislocamento di 680 t, si prevedeva di raggiungere velocità massime rispettivamente di 18 e 10 nodi.

Un esempio negativo, che deve far riflettere anche sulle progettazioni e sulle procedure e capacità dei cantieri della fine anni 30, primi anni 40, già in pieno conflitto; la maggior parte della dirigenza e del personale negli anni 50 era ancora la stessa ...

Progettazione e promozione del prodotto slegate tra loro e quel che è peggio lontane da valutazioni ed ottimizzazione di un "sistema nave" e considerazioni operative; il concetto rimaneva – e sommariamente – quello dello scafo galleggiante capace di muoversi, lasciando le altre scelte e responsabilità alla committenza.

Un modo di procedere che un po' casualmente metteva insieme aspetti positivi e consolidati, considerazioni di apparente risparmio costruttivo dello scafo (una sola linea d' assi ma complicazioni impiantistiche e duplicazioni) condite con inadeguate valutazioni operative, che coincise nel segnare la fine della saga navale dei motori 400 e la perdita di spinta e di credibilità di una generazione di progettisti, fattori che portarono alla successiva sparizione dell' Italia dal mercato navale, per quasi due decenni.

Stiamo evidentemente citando una soluzione anacronistica, assolutamente inadeguata per le dottrine e le esigenze operative dell' epoca, sia per la soluzione monoelica sia per le velocità massime raggiungibili (a dimostrazione del ricorrente distacco dei progettisti dalla realtà, spesso attestati su posizioni datate): peccato infatti, come ulteriore esempio, che, nella solita confusione dell' epoca, i progettisti - gli stessi che avevano realizzato le turbonavi Andrea Doria e Cristoforo Colombo con circuiti e sistemi elettrici in corrente continua - non fossero neppure aggiornati sulla avvenuta standardizzazione delle unità militari su corrente alternata, circuiti a 440v 60Hz, in bassa tensione e servizi a 110V.

Oltre ai sommergibili rimasti in servizio, le ultime unità in c.c., a 120 V. della Marina Militare furono le sempre citate corvette classe Ape/Gabbiano, chiamate con affetto "topaie" (*anche per le conseguenze indotte - sui roditori - dall'uso della corrente continua, come ben si rileva dalle esperienze delle Ferrovie dello Stato*). Su queste unità, per le esigenze degli apparati e dell'armamento imbarcato nel refitting degli anni '55 - '60, funzionanti su circuiti in corrente alternata 60 Hz ed in alcuni casi a 400 Hz, erano stati installati gruppi di conversione e stesi circuiti dedicati, con evidenti complicazioni ed appesantimenti.

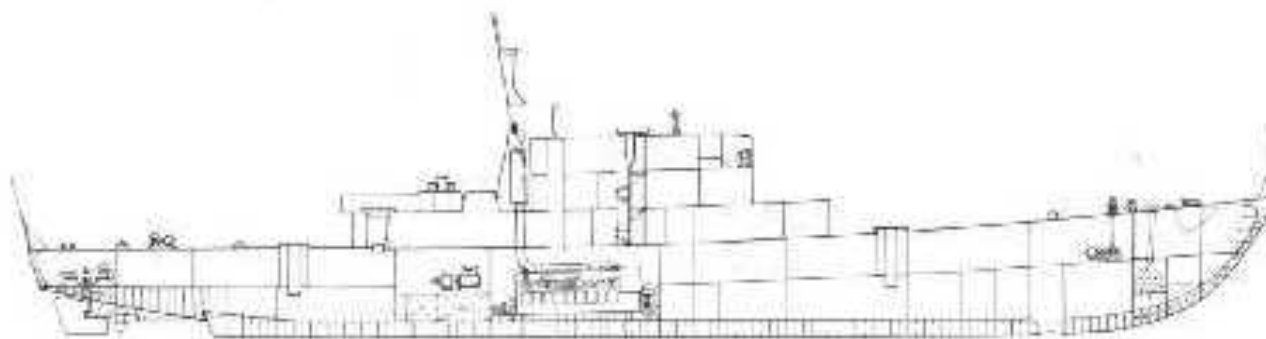


Fig. 169 - Sistemazione Apparato Motore delle 4 Corvette classe " Albatros „, dotata di 2 motori tipo 409 T. (riguarda anche le unità costruite per le marine olandese e danese)

b) Considerazioni:

I motori 400, come tutti quelli della serie precedente, insieme alle più ridotte serie dei Motori Tosi, macchine per molti versi meno "rustiche", costituivano nell'ambito delle capacità industriali italiane ed il mercato dell'epoca della loro costruzione le migliori soluzioni possibili dal punto di vista della leggerezza, non esistendo a quel tempo la possibilità di costruire con un peso inferiore macchine della potenza richiesta.

La produzione FIAT prevalse sempre quantitativamente su quella TOSI per il minor costo, anche in termini di materiali pregiati e minori oneri di regolazione e manutenzione.

Le soluzioni FIAT, comprese quelle della migliore serie, 400, non erano all'avanguardia, all'altezza dei progressi tecnologici mondiali del momento, soprattutto statunitensi, in particolare per quanto riguarda i motori per i sommergibili, ma costituirono la miglior opzione italiana del momento, che comunque rispose alle esigenze della guerra e del dopoguerra.

Risultati ancor più apprezzabili considerando la scarsità di materiali pregiati.

Sotto quest'aspetto essi furono rapidamente superati nell'ottica delle nuove costruzioni dei programmi postbellici della Marina Militare, in quanto era possibile realizzare unità di grande potenza con pesi notevolmente inferiori, motori a 4 tempi con sovralimentazione, collegati a riduttori, per non parlare delle successive evoluzioni a turbogas, ed oggi ai moderni apparati diesel/turboelettrici ormai di impiego generalizzato.

Per continuare la linea della produzione nazionale di motori diesel, passando da 2 tempi a 4 tempi, a partire dagli anni 60 del secolo scorso erano stati motivo di attenzione i nuovi tipi di motore con elevate caratteristiche, generalmente nella configurazione a V, realizzati dall'industria italiana dopo che i motori tipo 400 erano usciti di produzione; pur risultando macchine valide, purtroppo realizzate in serie ridotte, non dimostrarono in servizio pratico le stesse buone qualità di sicuro funzionamento, né affidabilità "equivalente con le dovute distanze" a quella che questi vecchi motori dimostrarono di possedere, anche nell'affetto di una generazione di motoristi navali.

I motori 400, rimasti in produzione per oltre 25 anni ed ancora offerti sul mercato agli inizi degli anni 60, furono purtroppo il risultato di una scarsa evoluzione, il prodotto di una strategia industriale miope e focalizzata sulle semplici possibilità nazionali, ma avevano un potenziale di crescita inesplorato che avrebbe potuto generare un ulteriore ricaduta economica ed occupazionale, superiore ancora al già importante contributo fornito.

Lo stesso non si può dire per la produzione dei motori diesel veloci a 4 tempi entrati in produzione, TOSI e FIAT, agli inizi degli anni 60: non furono il risultato di una strategia industriale e di mercato, non si guardò sufficientemente a quanto avveniva e si offriva sul mercato internazionale, ma furono realizzati come effetto di un'assegnazione politica di commesse, aiuti di stato imposti a carico della Marina Militare che pur si dibatteva in difficoltà di bilancio, ed i risultati sono noti.

Parte V

L' occasione mancata dell'adozione della propulsione diesel per le navi di linea della Regia Marina

Le premesse ed il quadro di riferimento

Per poter comprendere meglio la storia navale, studiando i mezzi e non le loro azioni, si rischia spesso di sconfinare (magari piacevolmente) nel poco calpestato campo dell'archeologia industriale.

In quest' occasione verificando dati sulla produzione italiana di motori endotermici, sono affiorati dagli archivi FIAT GM dati purtroppo non completi né dettagliati di un programma poco noto di propulsione diesel per le navi di linea italiane, corazzate e portaerei.

Un programma che, almeno come filosofia di pensiero navale ed aspirazioni della regia Marina, si ricollega al lungo dibattito immediatamente successivo alla 1^a Mondiale, già richiamato nella parte II.

Un tardivo passaggio dal campo delle proposte concettuali e delle ipotesi ad un programma di realizzazione avviato con le prime fasi costruttive e l'accantonamento di motori diesel destinati a rimpiazzare apparati motore a vapore.

Non solo un ripensamento, un recupero di tendenze ma probabilmente l'influenza delle costruzioni tedesche degli anni '30, e le valutazioni delle prime evidenze operative delle stesse.

Il tentativo di adottare la propulsione diesel per le unità maggiori non risale al riarmo della Germania dopo la denuncia del trattato di Versailles ma un preciso programma già in atto per le nuove navi da battaglia ed a realizzazioni già molto avanzate prima dello scoppio della 1^a Guerra Mondiale.

Quando la Regia Marina con un certo ritardo rispose alla costruzione da parte francese di Dunkerque e Strasbourg (impostate nel 1932) con un affrettato piano di potenziamento della linea di corazzate, rivisto poi in considerazione dell'aggravarsi della situazione in Mediterraneo, nella stessa Regia Marina Italiana esistevano molte riserve sui programmi di modernizzazione, soprattutto la affrettata ricostruzione delle due corazzate tipo Cavour che avevano intralciato persino la costruzione delle prima serie delle n.b. da 35000T; le riserve, malgrado i correttivi introdotti, riguardarono a maggior ragione i successivi interventi sulle due corazzate tipo Doria; non secondaria era l' influenza su altri programmi ed istanze che parte della Regia Marina chiedeva (e progettava) : le portaerei, per le quali (almeno dal 1932) prevedeva la propulsione diesel, riconoscendo che anche con tali motrici si potevano assicurare le velocità richieste: peccato che l' industria italiana non potesse offrire soluzioni adeguate, almeno come sistema.

Le complesse e costose ricostruzioni delle corazzate misero in luce enormi carenze – apparato motore peggio che l'armamento - per le quali sarebbe stato da aspettarsi che le specifiche tenessero conto almeno dei parametri minimi del relativo "stato dell'arte", comprese autonomie e consumi (che, in relazione ai rifornimenti, era una delle voci che più preoccupavano all' epoca).

Autonomie insignificanti per i consumi – molto alti - registrati per questi a.m., che risultarono di circa 19,5 T/hr per andature sui 20 nodi, di 48 T/hr per andatura a 28 nodi (*consumi registrati alle prove, in condizioni ottimali, sotto ogni punto di vista, dai materiali e combustibili usati alle condizioni meteo marine - le prove si effettuano in calma piatta*) quindi decisamente migliori di quelle che si sarebbero poi registrate in condizioni operative, dovendosi inoltre considerare le sempre più scadenti qualità del combustibile.

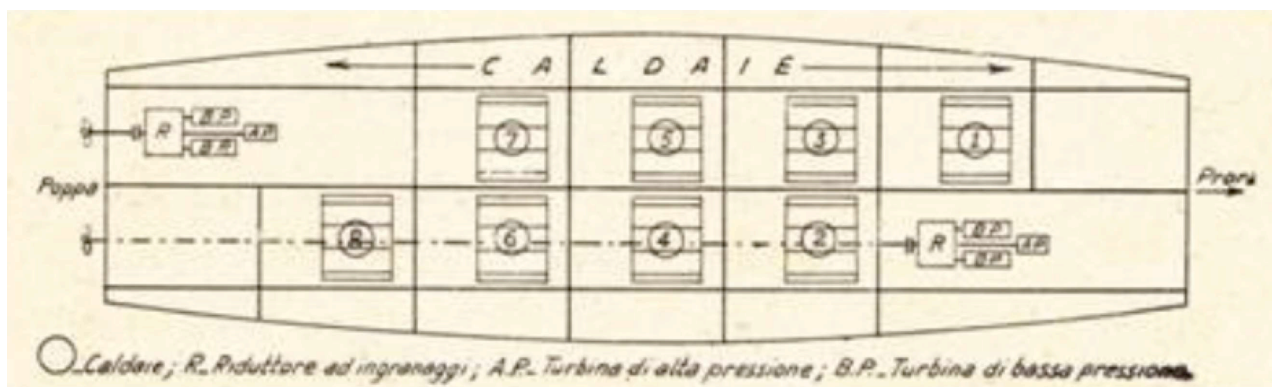


Fig. 170 - Corazzate classe Doria rimodernate da 29000 T di dislocamento a p.c. a 27 n entrate in servizio dopo ricostruzione a fine 1940

Schema A.M :Turbine Belluzzo – Caldaie Regia Marina / Yarrow -85.000 HP
(Vannelli - Di Meco. Macchine Marine. Marinaccad 1964)

Se esistono alibi sino agli inizi degli anni 30, si può affermare che dopo il 1935 i riferimenti fossero noti, e buone le conoscenze dello stato dell'arte, così come sufficienti le informazioni su quanto veniva adottato tanto da potenziali avversari quanto da possibili "alleati".

Preoccupante che in relazione agli apparati motore a vapore, con macchine costruite ed installati ex novo, si dovesse addirittura parlare di involuzione, di regressione, non solo rispetto alle costruzioni straniere ma persino – seppur leggera - rispetto alle altre costruzioni italiane dello stesso periodo (*gli incrociatori Tipo Abbruzzi*).

Per i tipi DORIA, influenzati dal progetto delle LITTORIO, di cui mutuavano alcuni parametri, si correggevano alcune deficienze riscontrate nel precedente ammodernamento (ricostruzione) delle CESARE/CAVOUR ma pur sempre ci si trovava di fronte, a causa di un "ciclo vapore" superato ed inadeguato, ad un gigantismo ed appesantimento dell'apparato motore ed una dilatazione eccessiva degli ingombri, senza alcun vantaggio su consumi ed autonomie.

Si trattava di soluzioni, propugnate da cantieri e costruttori di macchine, lontane da quelle che ormai da anni, quasi un decennio, erano state le scelte delle altre Marine, e lontani addirittura dai parametri e dalle conclusioni degli studi condotti dalla stessa R.M., e noti da tempo ai Cantieri sia per la collaborazione in enti quali la Vasca Navale di Roma (vero centro di ricerca della R.M), sia per le esperienze maturate all'estero con i più importanti studi navali, non ultimo Gibbs&Cox.

Erano all' attenzione di tutte le Marine e note, a maggior ragione con un potenziale alleato, le scelte della Marina tedesca, con gli apparati motori forniti dalla M.A.N. per le tre "corazzate tascabili" tipo Deutschland.

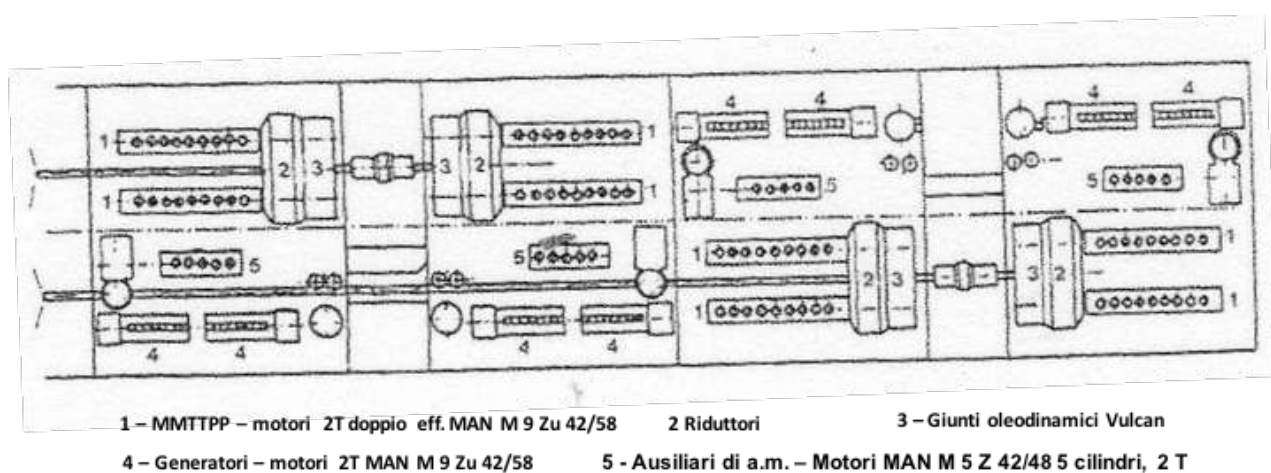


Fig. 171 - Schema di riferimento apparato motore classe Deutschland, 1935 – esistevano certe differenze tra le tre unità (Elaboraz. autore da base U. Breyer)

Particolare poco noto al riguardo, non solo la MAN promuoveva l' esportazione dei propri motori, dei quali pubblicizzava ampiamente l' applicazione militare, ma il Gruppo Caproni, incumbente in tutte le lobbies e forniture, ne era licenziatario, attraverso l' Isotta Fraschini.

Si trattava di apparati motore della potenza complessiva, su due eliche, di 54.000 HP: ciascuno era costituito da due gruppi di quattro motori veloci, collegati agli assi per mezzo di giunti idraulici tipo Vulkan e di riduttori ad ingranaggi.

Ogni gruppo di 4 motori era disposto, per ragioni di compartimentazione, in tre locali adiacenti, contenenti anche tutti i necessari ausiliari; come buona pratica, anche se inusuale per l'epoca, due apparati motori assolutamente indipendenti.

Ad ogni coppia di motori di propulsione corrispondeva un motore diesel indipendente che azionava tutti gli ausiliari (pompe aria di tipo centrifugo, pompe acqua, olio, ecc.).

Ogni motore principale, di tipo a due tempi a doppio effetto, aveva 9 cilindri di 450 mm di diametro e 580 mm di corsa; a 450 giri dava la potenza max. di 7100 HP; in tal modo in totale, tenendo conto dei rendimenti della trasmissione, si avevano sulle eliche circa 54.000HP a 250 giri.

Contrariamente a quanto spesso si afferma la soluzione propulsiva delle Deutschland non era d' altra parte alcuna novità, ma l'evoluzione finale (sotto ogni aspetto) di indirizzi e di politiche costruttive che sin dal 1910 nella Marina tedesca puntavano in termini concreti alla propulsione diesel per le navi da battaglia, evoluzione sospesa non per la sconfitta ma ancor più per i termini del trattato di Versailles.

Non certo un segreto giacché sulle riviste dell'epoca la MAN a fini pubblicitari faceva ampio riferimento all' adozione dei propri motori sulle nuove corazzate.

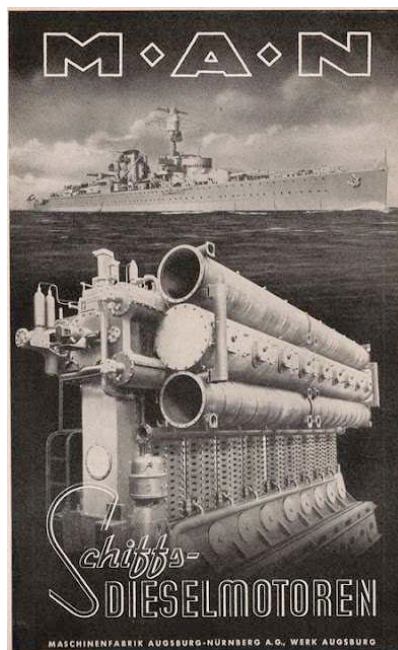


Fig. 172 – Pubblicità della MAN esplicita sull' adozione per la classe Deutschland

Ai tempi della loro costruzione e della specifica adozione i motori suscitarono molto interesse, anche se sul tema dei motori a doppio effetto sono importanti fattori evidenziati in altro capitolo di questa ricerca.

Ancora una volta occorre fare riferimento anche all' inspiegabile disinteresse italiano nel primo dopoguerra, industria in primo luogo e Regia Marina a seguire, sulle prede belliche e sullo stato dell'arte dell'industria e della Marina tedesca alla fine della prima guerra mondiale (e non solo riguardo alla propulsione); come si riferisce nell' apposita e specifica analisi, da parte dell'industria italiana (al contrario di quanto avvenne in altri paesi) non era stata condotta una minima analisi, con conseguente acquisizione di conoscenze, né sulle unità incorporate come preda bellica né sulle condizioni dei trattati che riguardavano le costruzioni tedesche in corso, il loro stato di avanzamento, le prospettive.

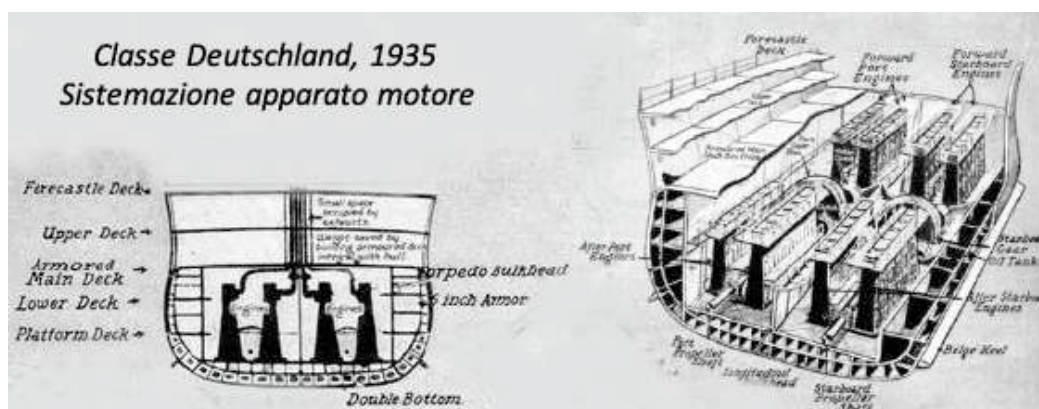


Fig. 173 - Sistemazione apparato motore della classe Deutschland apparso sulla rivista Popular Mechanics a dimostrazione che la tendenza verso la propulsione diesel delle corazzate era materia di ampio dibattito

Le motrici erano costituite da motori diesel veloci a doppio effetto, con un peso inferiore ai 10 kg/HP, ed il peso totale di tutto il macchinario installato a bordo, compresi ausiliari, tubolature, linee d'assi ed eliche, ecc. risultava intorno ai 22 kg /HP.

La vera novità, non solo come innovazione, era l'affidabilità, con il collegamento di quattro motori veloci per mezzo di giunti idraulici tipo Vulkan e di riduttori ad ingranaggi.

I giunti, lo stesso problema che analizziamo sotto altri aspetti sui sommergibili italiani, furono la chiave di volta, la soluzione verso la propulsione diesel, ma furono anche la più grave mancanza del settore motoristico per tutta l'industria italiana.

I risultati di questi apparati motori furono considerati soddisfacenti, tanto che la Marina tedesca si orientò sui motori Diesel per successive costruzioni, sia di unità di linea sia navi minori.

Grandi potenze ottenute con prestazioni molto elevate di macchine abbastanza sollecitate, specialmente come velocità di stantuffo, e quindi non del tutto paragonabili a quelle degli impianti noti per precedenti esperienze produttive mercantili, ma comunque, e per la prima volta, vicine alle capacità, portata ed esperienza dell'industria italiana.

Industria italiana alla quale mancavano i numeri, mancava la visione di sistema e mancava di fatto la capacità innovativa e propositiva: un'industria chiusa e reattiva ad ogni innovazione, con continui richiami al protezionismo ed all' intervento governativo, ponendosi in tal modo quasi in opposizione alla Regia Marina, un vero dialogo tra sordi, con il "terzo" che alla fine imponeva una soluzione di comodo.

In tema di propulsione in generale, e nello specifico di navi di linea, è del tutto anomalo che di fronte alle note criticità delle unità italiane in merito a consumi ed autonomia, con apparati motore a vapore di concezione superata e di prestazioni limitate, non sia mai stata valutata alcuna soluzione di propulsione mista, vapore – diesel, già consolidata nella Marina tedesca e presa in considerazione nella Marina giapponese per le nuove costruzioni.

Sulla propulsione Diesel per le navi di linea la Regia Marina, come accennato era comunque attenta, se non preparata come nel caso dei troppo spesso rigettati progetti delle portaerei, ma non trovò mai sponda nell' industria.

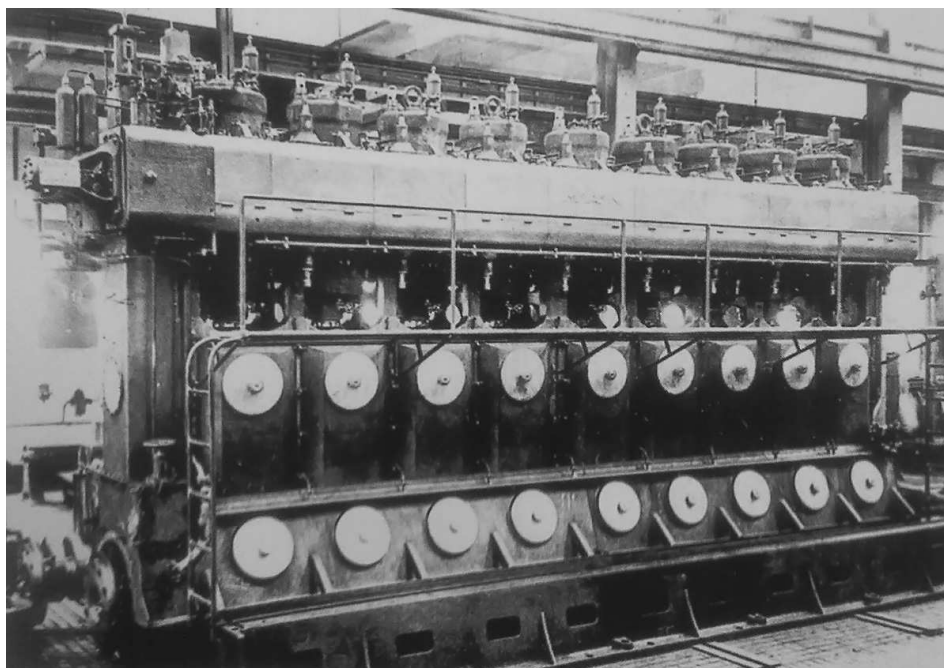


Fig. 174 - Il motore MAN M9Z 42/58 che costituiva il MTP delle unità della classe Deutschland. La foto riprende la parte frontale con gli iniettori del carburante sovrastanti e sottostanti ciascun cilindro.

I collettori di lavaggio e scarico erano sistemati simmetrici sul lato opposto - L' elemento caratteristico – da confrontare anche con i successivi motori FIAT, sono le valvole rotanti collegate su un asse tra luci di scarico e collettore di scarico per evitare problemi di ritorno di fiamma nei collettori

Notevole la leggerezza della struttura in elementi saldati collegati con tiranti imbullonati su tutta la lunghezza del basamento che derivavano dall' esperienza acquisita con i motori diesel per i grandi dirigibili.

Non si può quindi di scarsa preveggenza della Regia Marina ma di chiusura dell'industria che per tale soluzione avrebbe dovuto probabilmente orientarsi verso incroci di forniture e serie collaborazioni industriali (comprese quelle acquisizioni di licenze che furono il tallone di Achille dello sviluppo tecnologico italiano). La Regia Marina ? tra avere e non avere le navi accettò soluzioni che forse non le erano confacenti.

Gli stessi limiti e le stesse conseguenze della propulsione elettrica (*diesel elettrica per i sommergibili ed eventualmente turboelettrica per le grandi unità di superficie*) che avrebbe potuto sopperire ad altre carenze e criticità delle nostre nuovi costruzioni, tra le quali la mancanza di spazio (ben più critica dell'esponente di peso) per l'eccessivo ingombro degli apparati motori, vincolati a "caratteristiche povere" del vapore.

Le ipotesi italiane

L'industria italiana si limitò ad approfittare (o tentare di approfittare) dei relativamente recenti "successi", produzione di motori diesel a doppio effetto, settore nel quale l'Italia, con la FIAT, era entrata in ritardo per sopperire proprio alle deficienze dei motori a doppio effetto di costruzione tedesca montati sui VULCANIA al momento della loro costruzione, nel 1926.

Nel campo dei motori leggeri di media/grande potenza, la FIAT era appena reduce dalla positiva esperienza della RN ERITREA e stava godendo di un notevole portafoglio ordini per motori di questo tipo subito accettati dalla marina mercantile, seppur in soluzioni costruttive di tipo più pesante, nel quadro di importanti sovvenzione governative e malgrado altre valutazioni negative che si riportano a conclusione di questa ricerca.

La Regia Marina grazie alle prove dell'ERITREA si rese immediatamente conto delle potenzialità del motore diesel anche per unità maggiori e di linea grazie alla possibile costruzione di analoghi motori di maggiore potenza, fissando come meta finale la costruzione di un apparato motore di potenza complessiva compresa fra i 120.000 e i 150.000 HP.

Erano in corso gli studi ed i progetti per le nuove costruzioni, e non volendo interferire con la costruzione delle LITTORIO, i cui a.m. erano già ordinati, si pensò di sperimentare la propulsione diesel nella ricostruzione delle due DORIA: sarebbe logico pensare che solo dopo questi studi si sia pensato anche ad un retrofitting delle due Cavour, i cui piani infatti riportano particolari che sarebbero stati disponibili solo ad un livello avanzato di sviluppo delle motrici.

Il progetto preliminare, cautelativo mentre era in costruzione un motore sperimentale destinato alle prove al banco, prese in considerazione macchine eroganti unitariamente appena sotto i 20.000 HP e venne sviluppato in tempi relativamente ridotti partendo dai dati ricavati da un motore sperimentale monocilindrico di 650 mm di diametro e 860 mm di corsa, costruito ad hoc, che fu provato a lungo in officina per fornire gli elementi per successiva costruzione di un motore a 8 cilindri.

La proposta della FIAT concettualmente valida per la tipologia dei propulsori, mancava evidentemente di ogni supporto da parte dell'industria navale in quanto a sistemazione generale e prescindeva da ogni ipotesi/concetto di sistema, tralasciando completamente (ci sarebbe da chiedersi se deliberatamente) ogni seria soluzione di trasmissione della potenza agli assi elica, collegamento dei propulsori con giunti/riduttori al pari di com'erano evolute le applicazioni tedesche.

Una sistemazione dell'a.m. talmente complicata da non renderla attraente: avrebbe comportato notevoli (ed inaccettabili) cambi allo scafo delle corazzate, prevedendo un apparato motore di 138.000 HP di potenza totale, erogata però su ben 6 assi/elica, optando - come vedremo a continuazione - per la conduzione diretta delle eliche senza ricorrere a riduttori, la stessa superata soluzione delle navi tedesche di oltre un ventennio prima, agli albori della motoristica (un gap tecnologico insostenibile ma soprattutto imperdonabile).

Un problema di fornitura (e costruzione) meccanica, certamente complicata per la qualità e novità delle lavorazioni necessarie, che in una tipica prassi italiana era scaricato ed addirittura amplificato su altri attori/fattori, a monte, creando una complicazione praticamente insormontabile di scafo e di eliche.

Un' ipotesi quasi infantile, *1 motore = 1 elica ...*

L' iniziale ipotesi propulsiva partiva dalla appena avviata realizzazione, da parte della FIAT, di un prototipo a 8 cilindri che erogava la potenza massima di 18.000 HP a 290 giri con un peso di circa 200 t (dettagli riportati a continuazione).

La soluzione proposta, data la disponibilità di spazio, prevedeva di fatto tre apparati motori completi ed indipendenti in tre locali separati, soluzione che apparentemente avrebbe avuto benefici effetti su unità che avevano seri problemi di compartimentazione e protezione subacquea; la proposta FIAT non considerava peraltro la peculiarità delle unità italiane per le quali era stato adottato, a torto od a ragione, il sistema di protezione subacquea a cilindri assorbitori tipo Pugliese, la cui presenza condizionava i volumi interni .

Le unità motrici, in questa prima proposta, non erano identiche: i motori del locale di poppa, destinati alla navigazione di crociera, erano previsti con lavaggio di aria tramite soffianti rotative di tipo rotativo assiale direttamente accoppiate ai motori, risultando con questo totalmente autonomi.

Una vera novità, che sostituiva le tradizionali soluzioni FIAT, che andavano dalle pompe d' aria alternative, a doppio effetto, direttamente accoppiate in testa ai motori, pesanti e con forti implicazioni dimensionali, alle più recenti motopompe indipendenti.

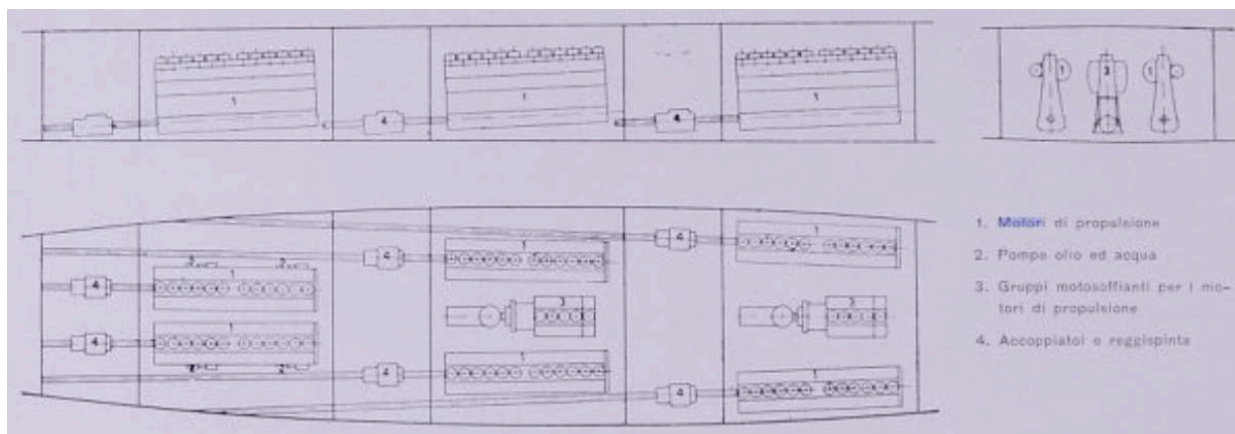


Fig.175 - corazzate cl. Doria rimodernate da 29000 T di dislocamento a p.c. e possibile velocità oltre 30 n ipotesi di ricostruzione con motori diesel FIAT a doppio effetto

Schema A.M : 6 Motori FIAT ad accoppiamento diretto su ciascuna elica – ca 138.000 HP (Archivio storico FIAT)

I motori dei locali centrali e prodieri erano invece previsti con soffianti assiali, mosse da motori indipendenti, permettendo così di ottenere una maggiore potenza.

Fra i locali dei motori principali erano previsti locali intermedi per gli ausiliari e giunti di accoppiamento, presumibilmente meccanici ma non è noto di quale tipo, che avrebbero permesso di disinnestare quei motori che non sarebbe stato utile utilizzare (non si è trovata traccia se qualcuno avesse considerato il fenomeno del trascinarsi e resistenza delle eliche e se si fossero studiate le procedure di ingranamento e sgranamento...).

I motori principali e quelli delle soffianti erano tutti del tipo a due tempi a doppio effetto, con 12 cilindri di 650 mm di diametro e 860 mm di corsa; la potenza di ogni cilindro, con aria fornita da pompe esterne, era di 2000 CV a circa 290 giri, con possibilità di sovraccarico di circa il 10 %.

Con questo la potenza del complesso risultava, come detto sopra, di 138.000 CV di cui 42.000 dal locale di poppa (motori azionanti le pompe d'aria) e 48.000 CV da ognuno degli altri due locali.

Questo progetto, era evidentemente favorito dalle rilevanti dimensioni dei locali già destinati all' a.m. a vapore che avrebbero permesso la sistemazione di macchine aventi notevole ingombro in altezza; trattandosi di un progetto settoriale, di parte, non fu preso neppure in considerazione che le economie di volume ancor più che di peso sarebbero state utili per migliorare altre caratteristiche dell'unità (come invece preconizzavano i pensatori degli anni 20, in una visione di sistema).

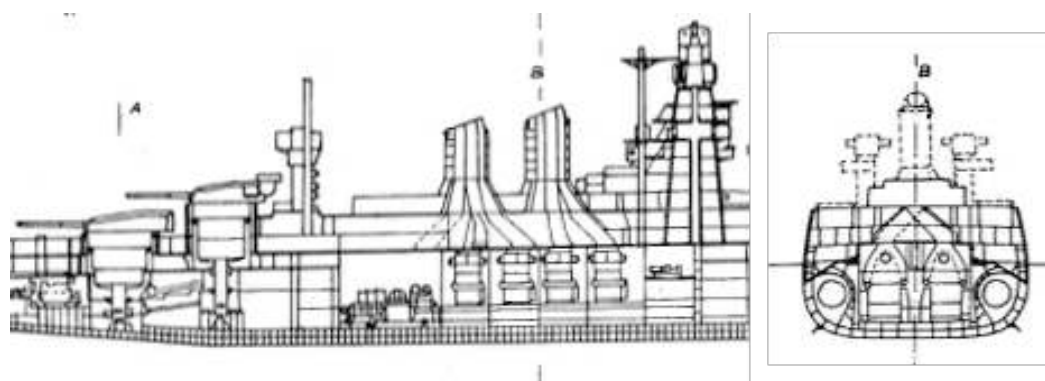


Fig. 176 - *Schema a.m. a vapore corazzate cl. Doria rimodernate da 29000 T di dislocamento a p.c. e velocità 27 n*
Sistemazione generale apparato motore a vapore – sono evidenti la compessità e gli ingombri di questo sistema di propulsione e si possono intuire le economie a favore di altre caratteristiche che si sarebbero potute realizzare con l'adozione di un a.m. diesel - (rielaboraz. da A. Nani, Le navi di Linea, 1961)

Nell' errata ottica di unica ed esclusiva sostituzione di un tipo di a.m. con altro si riteneva di realizzare a qualsiasi costo un impianto più semplice di quello adottato nelle navi tedesche, sopprimendo giunti elastici e riduttori, e riuscendo a mantenere il peso totale entro limiti del tutto accettabili; peccato che nella tipica mancanza di integrazione e coordinamento si sia dimenticato che in tal modo andasse praticamente ridisegnato e riprogettato lo scafo, una delle poche componenti sulle quali si voleva economizzare e mantenere nella ricostruzione.

Dal punto di vista meccanico/motoristico quest'apparato motore risultava, nel tempo in cui è stato progettato, avere peso e ingombro dello stesso ordine di grandezza di un apparato motore a vapore di equivalente potenza, ma con l'innegabile vantaggio di una minore vulnerabilità e di una notevolissima riduzione dei consumi di combustibile, specialmente ad andatura di crociera, migliorando in questo modo l'autonomia dell'unità, una dei veri punti dolenti italiani.

Il problema in ogni caso rimaneva, almeno per quanto riguarda le proposte FIAT, sugli accoppiamenti, che non erano stavi evidentemente un ostacolo né per i tedeschi né per i giapponesi che propendevano per la propulsione diesel con più motori accoppiati su una sola linea d'assi.

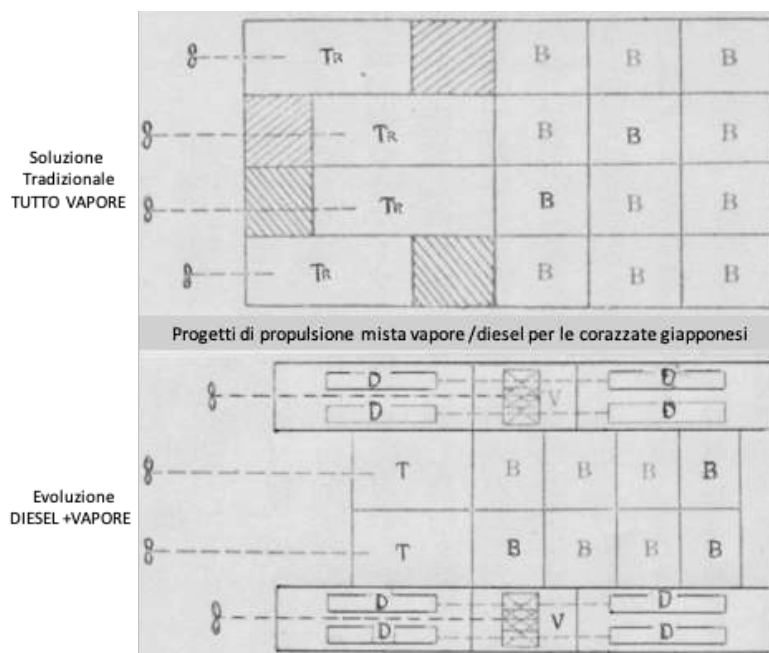


Fig. 177 - *Ipotesi giapponese di apparato motore combinato, per grande unità a 4 assi, con propulsione diesel sugli assi esterni per andature di crociera ed approntamento rapido al moto – è probabile che da parte giapponese fossero previsti motori due tempi a doppia azione prodotti dalla Kampon, che intratteneva una solida collaborazione di licenza con la M.A.N. Giapponesi e tedeschi credevano molto in tale ipotesi propulsiva, per i bassi consumi e le grandi autonomie (gli stessi tedeschi la valutarono dopo gli imprevisti che portarono all' abbandono delle soluzioni turboelettriche) – (rielaboraz. autore)*

Esisteva certamente un problema alternato di coordinamento/incompatibilità tra le industrie italiane e la scarsa possibilità della Regia Marina di inserirsi in materie che erano regolate direttamente a livello governativo; le criticità per i motori diesel erano relative alla sovralimentazione ed agli accoppiatoi, un quadro desolante quanto difficilmente comprensibile: mentre la FIAT era stata l' unico fornitore italiano a spingersi sulle grandi potenze, la TOSI aveva – seppur su licenza - esperienza su sovralimentazione ed accoppiatoi idraulici.

È mancata poi, ad ogni livello (sia quello operativo della R.M. sia quello industriale) qualsiasi apertura verso apparati motori "misti", probabilmente nell' eterna logica di dare la priorità alla velocità massima, quasi indipendentemente dai consumi (e le Littorio, ma non solo, ne sono una tragica evidenza)

Pur di fronte a ipotesi propulsive evidentemente difficili (in particolare per l'iniziale e strampalata proposta su 6 assi), si continuarono studi e prove per ottenere maggiori potenze: la FIAT costruì, ormai già in tempi di guerra ma segno del perdurante interesse della R.M., un motore monocilindrico sperimentale di 720 mm di alesaggio e corsa di 960 mm che erogò la potenza di 2800 HP/Cilindro, corrispondente a motori di 22500 HP di potenza unitaria.

Era previsto di costruire su questa base un motore a 12 cilindri, sempre per unità navali, della potenza massima di oltre 33.000 HP.

Questa soluzione permetteva di confermare come meta finale la costruzione di un apparato motore più compatto di potenza compresa fra i **120.000 e i 150.000 HP su quattro eliche**.

Non si sa se fosse stata considerata nuovamente l' ipotesi di adottare giunti idrodinamici e riduttori, in quando con motori di maggior potenza e diminuendo il numero delle macchine non solo si sarebbe potuto mantenere il peso totale entro limiti accettabili, ma si sarebbe potuto riconsiderare la soluzione su due eliche permettendo una "semplice" sostituzione dell' a.m. relativamente rapida e con evidenti ulteriori vantaggi su altre componenti e sistemazioni nave; sarebbe difficile comprendere come e perché non venisse considerata.

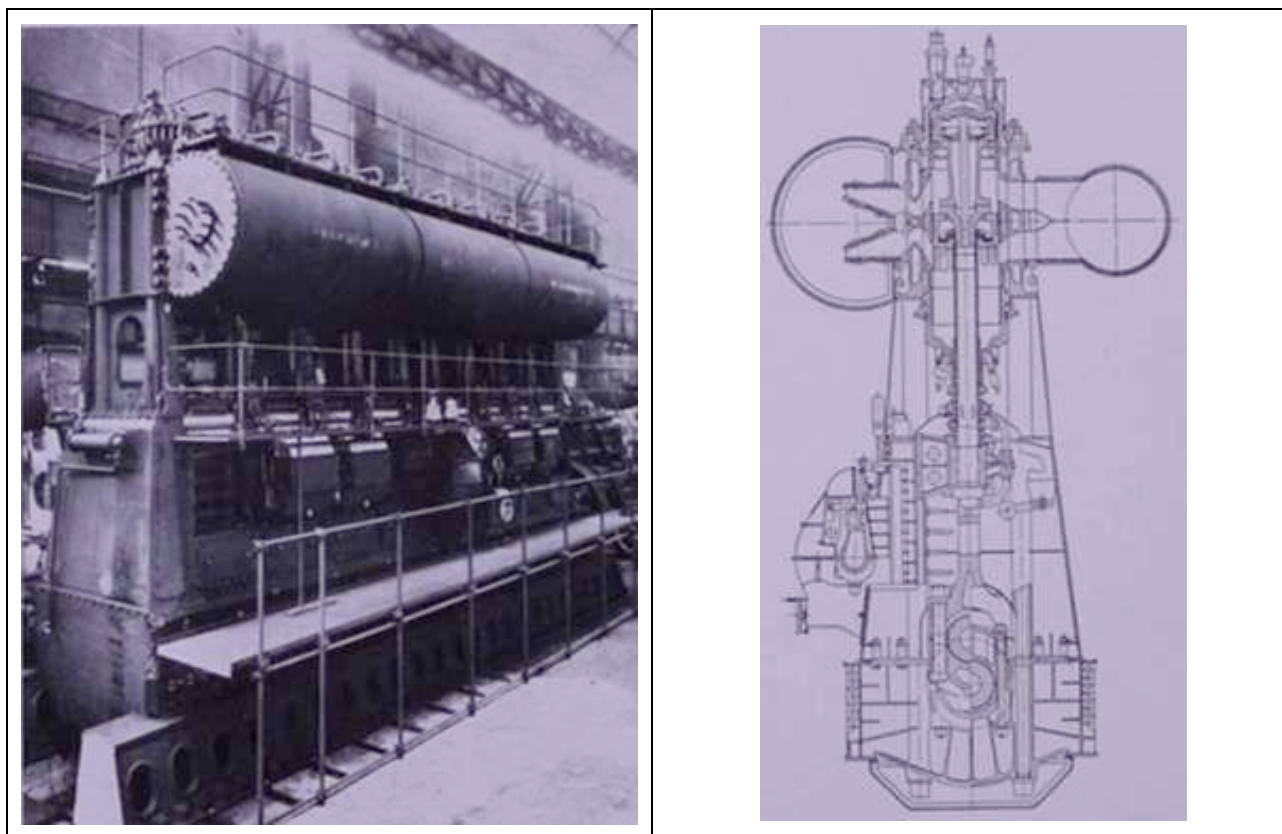


Fig. 178 – Foto e sezione del prototipo del motore a doppio effetto costruito per conto della Regia Marina nel 1938 per apparati motori destinati alle corazzate. Era costruito quasi totalmente in lamiera saldata. La parte inferiore del cilindro e dello stantuffo erano repliche simmetriche della parte superiore (da bollettini tecnici FIAT, 1948-1951).

Questo motore ultimato nell'anno 1938 erogò, con un peso di 200 t, la potenza massima di oltre 18.000 HP a ~ 310 giri.

L'aria di lavaggio era fornita da pompe indipendenti. Per ottenere questo risultato fu necessario da un lato spingere le prestazioni e in modo speciale la velocità di stantuffo, che raggiunse quasi i 9 m/sec, e dall'altro studiare una costruzione per quanto possibile leggera, facendo il massimo uso di strutture saldate e introducendo nel disegno del cilindro qualche novità costruttiva specialmente nelle due estremità.

Il motore costruito nella versione finale, segno che non si trattava di una macchina sperimentale, venne comunque utilizzato nel dopo guerra, e dopo oltre vent'anni prestava ancora servizio in una delle centrali elettriche degli stabilimenti FIAT.

In parallelo fu pure costruito per conto della Regia Marina un altro motore, più piccolo, con 5 cilindri di 480 mm di diametro e 600 mm di corsa, per la potenza di ~ 4000 HP a 360 giri/1', destinato a servizi ausiliari a bordo di grandi navi ma anche, con opportuni adattamenti, di possibile impiego su sommergibili e unità scorta.

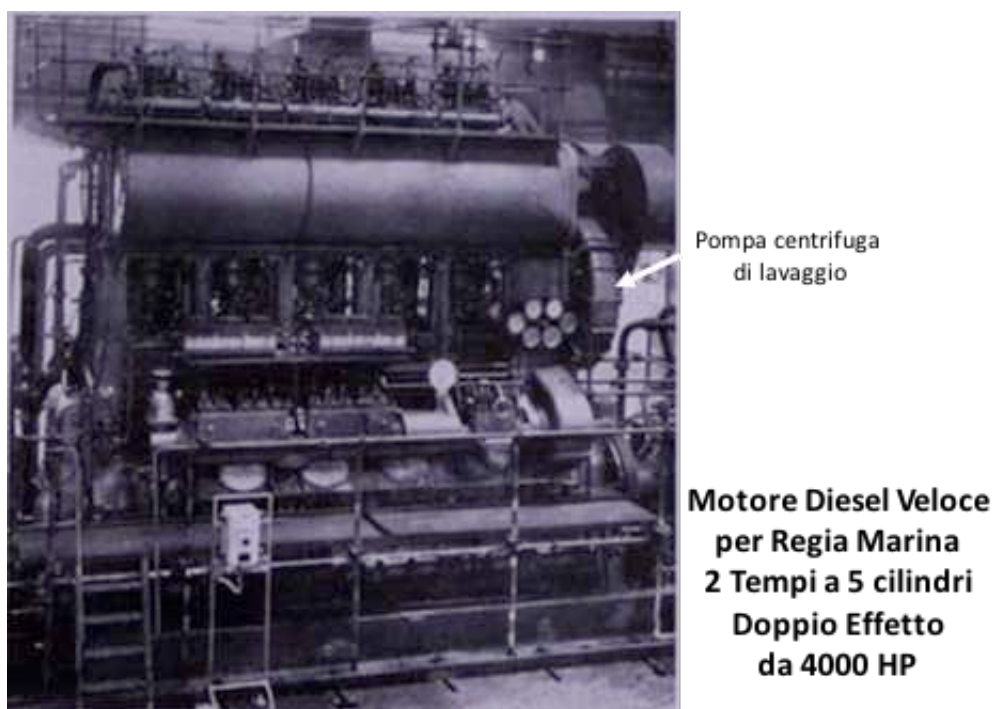


Fig. 179 - Motore diesel veloce FIAT a doppio effetto da 4000HP

Analogamente ai motori da 18/23.000 HP di cui sopra, questo motore presentava un particolare disegno della struttura saldata, non più a montanti isolati, ma con incastellatura in due grandi pezzi, e la sovralimentazione dell'aria di lavaggio di tipo centrifugo, prima applicazione nei motori FIAT,.

Il peso risultò di 65 t. e le prove più che soddisfacenti.

Anche questo motore, nel dopo guerra fu installato ed utilizzato con pieno successo in una centrale elettrica terrestre.

... molto più di una sola ipotesi.

Il recupero del progetto e la costruzione di almeno due motori dimostra che la propulsione con motori diesel di alcune delle navi maggiori della Regia Marina era qualcosa di più di un'ipotesi.

Occorre d'altra parte collocare ipotesi e richieste in un quadro generale coerente ed attendibile: fare delle ipotesi concrete e sviluppare uno o più progetti nello spirito e nelle condizioni (autarchia ecc. ecc.) prima del 1936/1938 non sarebbe stato possibile, non avendo a disposizione – tra le produzioni nazionali – le

macchine anche solo lontanamente ipotizzabili per le potenze e soprattutto i pesi richiesti per le applicazioni militari.

Il punto di svolta furono certamente i buoni risultati dell'apparato motore dell'Eritrea e la diffusione – con versioni diverse da quelle navali - dei motori a doppio effetto dei quali l'Italia – dopo l' abbandono tedesco – era diventato il principale produttore: il contesto erano le perplessità e l' insoddisfazione montanti nella Regia Marina per i risultati della conversione delle due Cavour, già con ipotesi di grandi lavori per correggerne le deficienze, lavori comunque non programmabili sino a che non fossero entrate in servizio le nuove 35.000.

Documentalmente, almeno dagli archivi FIAT e dalle precisissime relazioni dell' Ing. Chiesa, geniale inventore ed anche tutore, padre e padrone della Fiat Grandi Motori sino alla sua scomparsa, si è trovata traccia solo degli sviluppi dei motori a doppio effetto e del progetto per la conversione delle unità Classe Doria, sia come ipotesi di prima motorizzazione, sia – seppur citata casualmente e prima delle contingenze di guerra – come seconda motorizzazione in occasione di un ciclo di lavori prevedibile nei primi anni '40 (come detto prima dello scoppio delle ostilità, in un quadro di programmi navali di più lungo respiro).

Questo spiegherebbe anche perché la FIAT non abbia insistito a fondo a sviluppare a correggere la citata ed inattuabile ipotesi iniziale e si sia dedicata con celerità alla produzione dei primi motori, probabilmente per disporre di una massa di dati sicuri, anche come accessori ed ausiliari, per un progetto definitivo.

Un recentissimo e pregevole lavoro di E. Bagnasco e del suo team, pubblicato da Storia Militare in una rassegna della vita operativa e dell' estesa trasformazione delle corazzate classe CAVOUR, attingendo anche ad una precedente pubblicazione di A. Turrini sulla Rivista Marittima del gennaio 2010, risolve marginalmente (non essendo il tema principale del saggio) la possibilità dell' adozione della propulsione diesel per le corazzate ricostruite, addirittura con una ipotesi di prima motorizzazione che non appare del tutto coerente dal punto di vista dei tempi e delle attribuzioni, discrepanze peraltro del tutto normali per storici avulsi dai dettagli costruttivi e delle macchine.

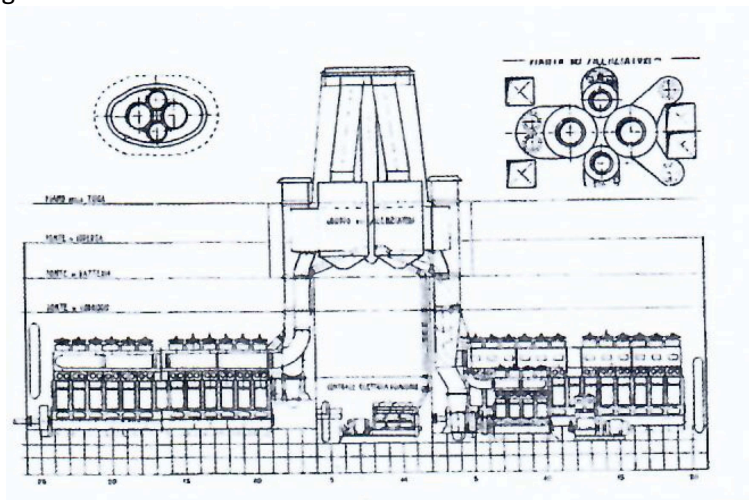


Fig. 180 – Ipotesi di conversione a propulsione Diesel delle corazzate classe Cavour – sezione longitudinale circa CN – sistemazione MMTTP e gruppi elettrogeni – sarebbe difficile attribuire questa ipotesi alle proposte suppostamente avanzate dal generale GN Curio Bernardis nel 1933 – come già osservato per altri schemi, ed a maggior ragione in mancanza di una sezione trasversale, è molto difficile considerare attendibile questa configurazione visto che da considerazioni elementari non sembrerebbe prendere in considerazione a fondo le auspicabili riduzioni delle aperture sui ponti protetti né, per le altre viste, il sistema di protezione passiva subacquea (i cilindri Pugliese) allora considerato irrinunciabile (elab. autore su immagine Supplemento STORIA MILITARE, corazzate Cesare e Cavour, 2020, pag. 68 e 69)

Un' ipotesi che apre anche la strada ad una serie di illusioni, che permettono di spaziare sui rapporti e le influenze all' interno del mondo industriale dell'epoca, e trattare il tema da un punto di vista investigativo ed induttivo dei metodi e delle posizioni dell'epoca (non dimenticando con questo metodo che la percezione di guerra non era dell' imminenza ma di un più lungo periodo di preparazione, e tale percezione di distanza non favoriva certamente il rinnovo del pensiero navale, con alcuni personaggi, sorta di "baronie" come quella di Bernardis" che sbarravano la fioritura e l' emersione di nuovi concetti).

Secondo il saggio citato mentre era in corso la definizione del progetto preliminare per l'ammmodernamento delle unità classi Cavour e Doria, trattato inizialmente insieme e poi ridotto solo a quello delle due Cavour, il 19 febbraio del 1933 il generale Curio Bernardis avrebbe presentato uno studio per adottare su queste navi un apparato motore diesel al posto di quello tradizionale a vapore che era stato previsto.

Un' ipotesi che prevedeva un apparato in grado di erogare in totale 65.000HP, frazionato su quattro motori diesel da 16.500 HP ciascuno a 350 giri/1', azionando altrettanti linee d'asse già indice, questo, di azionamento diretto, perpetuando l' eterna ambiguità dei giunti o riduttori dell' industria italiana; presentata in tal modo era comunque una ipotesi che poteva lasciare in gioco tanto la FIAT quanto la TOSI di cui notoriamente ed apertamente Bernardis era espressione e sostenitore.

Con una tale potenza installata queste unità avrebbero potuto raggiungere una velocità massima nell'ordine di 26 nodi al dislocamento di 24.000 t. ; secondo le notizie riportate, ipotesi sarebbe stata basata sullo sviluppo di un motore diesel da 2.200 cavalli a 400 giri minuto realizzato dalla Fiat e allora in fase sperimentale (notizia difficile da verificare, e comunque data la posizione di Bernardis difficile che si sbilanciasse direttamente a favore della FIAT, mentre certamente per i due produttori nazionali, date anche le dimensioni delle unità e gli spazi disponibili ci sarebbe stata la possibilità di adattare macchine di altra produzione o destinazione).

Secondo l'opinione del proponente esisteva la possibilità di una crescita del motore, erogando maggiori potenze ma conservando una sufficiente sicurezza di funzionamento e un elevato rendimento.

Nel caso che si potesse accettare una velocità massima inferiori di un paio di nodi a quella che si riteneva di poter raggiungere con un apparato motore tradizionale a vapore da quasi 90.000 HP, i vantaggi che la propulsione diesel poteva offrire all'incirca a parità di peso erano innegabili: - *quelli conaturali di cui alla tabella 5 successiva pag. 219* - ma più importante un possibile raddoppio dell'autonomia, a velocità relativamente sostenute, che sarebbe passato dal 3500 miglia a 20 nodi a circa 7500 miglia alla stessa velocità.

Deponeva invece a sfavore il sensibile maggior costo di acquisizione che sarebbe peraltro stato compensato operativamente da una maggiore prontezza operativa ed economicamente, in pochi anni, dalle minori spese di esercizio.

Bernardis era peraltro consapevole che la rinuncia al raggiungimento di una velocità massima dell'ordine dei 28 / 29 nodi poteva costituire un ostacolo insormontabile da parte dello Stato Maggiore, secondo concetti molto opinabili, almeno con il senno di poi: la potenza del nuovo apparato a vapore risultò pari a 75 000 HP, anche se nelle prove a tutta forza si giunse a registrare una potenza di 93000 HP, sola condizione per i raggiungere una velocità di 28 nodi, condizione che com'è noto sarebbe stato impossibile ripetere nella vita e nelle condizioni operative.

Il proponente elaborò pertanto un'ipotesi di un più complesso apparato motore della potenza complessiva di circa 80.000 cavalli erogabili da un sistema combinato di quattro motori diesel e altrettanti gruppi diesel elettrici (come già esaminato nel precedente capitolo dedicato alla propulsione elettrica o collegata...)

Nello stesso tempo rendendosi conto dello scetticismo che avrebbero incontrato le sue proposte in un ambiente poco propenso ad abbandonare le tradizionali e sperimentate installazioni a vapore, suggeriva in ultima istanza di adottare la propulsione diesel in forma sperimentale solo su una delle corazzate da modernizzare, che in quel periodo era ancora previsto fossero quattro.

In fondo quelle di Bernardis, leggermente aggiornate, non sono proposte innovative ma evoluzione in continuità con le stesse istanze del lungamente trattato dibattito dei primi anni 20, una ripresa che colmava un gap temporale ma non teneva conto della reale situazione tecnologia e produttiva dell' industria: le istanze, al massimo classificabili come proposte generiche in un quadro di evoluzione del pensiero navale, possono anche essere collocate nel 1933, ma stridono con le documentate posizioni, conservatrici ed in particolare contrarie alle propulsioni combinate ed alla propulsione elettrica, che ancora anni dopo, tra il 1936 ed il 1938 Bernardis assumeva in sedi di indirizzo, se non di decisione finale, dove sedeva ed avevo peso come il Comitato della Vasca Navale di Roma.

In quanto alla coincidenza di date, nel 1933 certamente si avevano notizie di intelligence, ma d' altra parte la MAN dava ampia pubblicità alle sue forniture, con l'occhio alle esportazioni ed a contenere la concorrenza interna della recentemente ristrutturata Mercedes Benz.

Dimensioni sistema propulsivo	considerevolmente minori dell'impianto a vapore
Peso dell'apparato motore	all' epoca ancora elevati, seppur ridotti rispetto ai diesel lenti, ma sempre considerevolmente minori dell'impianto a vapore.
Costo e tempi di acquisizione	Bassi; richiede pochi elementi di tecnologia non esasperata ed all' altezza dello stato dell'arte nazionale
Tempo di approntamento	Ridotto; pronto a muovere in poche decine di minuti
Risposta	Ridotta; a basso numero di giri il diesel esprime il minimo della coppia e della potenza
Costo di utilizzo	Ridotto, anche se con punte per il consumo relativo di lubrificanti
Consumo specifico	Consumo attestato su valori medio basi
Tipo di combustibile	Abbastanza flessibile, di facile adattabilità agli scarsi standards dell'epoca ed ai problemi di disponibilità del periodo bellico
Costo di gestione	Medio; nell'insieme richiede manutenzioni abbastanza frequenti ma abbastanza onerose (sostituzioni di parti)
Quantità e qualità di personale	Solo se si considerano manutenzioni e riparazioni con personale di bordo richiede abbastanza personale di buona qualità; nel complesso requisiti minori di quelli di un apparato motore a vapore
Costo di manutenzione	Medio; richiede manutenzioni abbastanza frequenti e ricambi di costo medio-elevato
Vita utile	Media; dell'ordine di poche decine di migliaia di ore di moto; più conveniente sostituirlo che ripararlo, ma la sostituzione è agevole senza grandi interventi sulla struttura nave. Vita utile minore delle turbine ma maggiore delle caldaie
Affidabilità	All' epoca già sufficiente, seppur non nei termini attualmente accettabili
Vulnerabilità	Media, ma comunque minore, anche in termini di concussioni, delle turbine; trattandosi di apparati di medie dimensioni è più facile posizionarli con una certa dispersione.
Funzionamento degradato	Minimo, pari a quello dell' a.m. a vapore; nella pratica il motore al pari delle turbine è per sé stesso un elemento critico – meno se si installano più gruppi motore.
Impatto operativo - segnatura	Per la minore emissione di fumi da una segnatura minore di quella tipica dell'impianto a vapore, mentre dal punto di vista rumore presenta una segnatura maggiore. Evidentemente all' epoca non si consideravano altri problemi di segnatura oggi di grande importanza.

*Tab. 5 - Sintesi delle valutazioni di motori diesel per uso militare, comparativa con apparati a vapore
Nel tentativo di effettuare un'analisi il più possibile circoscritta alla base delle conoscenze dell'epoca e non del senno di poi di quelle attuali, non si pone - né in questo quadro né nel precedente capitolo relativo alle difficoltà ed all'incongruenza delle ipotesi progettuali – il tema di fondo della sovralimentazione dei motori diesel, passaggio fondamentale e reale e sostanziale carenza della motoristica italiana.*

Non solo non sono state rintracciate le specifiche motivazioni per le quali la proposta (di Bernardis o meno) non fu accettata ma neppure i disegni a corredo, molto dettagliati sembrano poter essere collocati in quelle date: come cita Bagnasco senz'altro deve aver pesantemente giocato a sfavore la circostanza il fatto che all' epoca i motori alla base del progetto non erano ancora stati realizzati neanche come prototipo ed era logico supporre che ferme restando le incognite normali in questo specifico settore industriale i tempi per la loro messa a punto si sarebbero misurati in anni.

Qualche perplessità deriva anche dal fatto che sarebbe stata la prima volta, caso isolato, in cui Curio Bernardis abbia partecipato ad un "lavoro" senza pubblicizzarlo e rivendicare una primogenitura, neppure in ambienti ristretti ma qualificati come gli Annali della Vasca Navale, dove questi studi trovavano comunque spazio: andrebbe poi osservato come Bernardis, che pur aveva avuto l' opportunità non sfruttata, di analizzare le prede tedesche, non si sia dedicato molto alla propulsione, e le carenze motoristiche e propulsive dei sommergibili progettati secondo la sua scuola sono tremende e tragiche.

Il progettista delle conversioni delle classi di corazzate fu il gen. Rotunni e mai si cita Bernardis, a parte una possibile se non probabile incompatibilità (di posizione/incarico e di grado).

Bernardis, uomo di molte giravolte, non certo ricordato per essere un tecnico geniale ma piuttosto per un suo errore di progettazione, capace di trasformare tal errore ed una sua modesta correzione in una sorta di brevetto; molto legato alla TOSI insieme al Senatore Belluzzo (professore universitario, progettista nel primo 900 di un tipo di turbina a vapore, dedicatosi poi alla politica ed alla lobby imponendo alla RM proprie soluzioni non certo all' altezza dei tempi e dell'evoluzione della tecnica).

E' noto come Belluzzo sia intervenuto (direttamente sul Capo del Governo) al momento delle scelte sul ciclo vapore, al punto che in termini di "qualità vapore" il ciclo dell' a.m. delle corazzate convertite fosse inferiore a quello dei contemporanei incrociatori, e sarebbe pertanto strano che Bernardis si fosse duplicemente esposto, sia caldeggiando una proposta alternativa ad un a.m. a vapore già definito ed attribuito sia proponendo una soluzione solamente targata FIAT (... anche se tutto è possibile purché ...).

A pensare male potrebbe invece essere stato un tentativo di far rientrare la TOSI nel gioco; (la TOSI aveva maggior dimestichezza con le licenze, aveva avuto qualche esperienza con la sovralimentazione, stava studiando giunti ... ma non aveva esperienza né dimestichezza per elevate potenze, meno su grandi unità di superficie).

Da ricerche effettuate in TOSI (per quello che rimane dell'archivio tecnico ...) non è stato però trovato il minimo accenno a motori di questa tipologia e potenza, neppure per uso mercantile.

In quanto alla tipologia si fa riferimento, nell' articolo citato, all' integrazione (o supplemento di potenza) con il ricorso al diesel elettrico; non risulta molto chiaro dai piani pubblicati, ma l' avversione alla propulsione diesel elettrica da parte di Bernardis era viscerale e preconcepita, al punto che quando uno degli addetti navali a Washington nei suoi rapporti riferiva della propensione USA per le navi maggiori e dettagliava sulla Lexington, con una discussione /valutazione che arrivò sino all' Istituto della Vasca Navale (il centro di ricerca condiviso dalla RM) venne stroncata da parte dello stesso; Bernardis non prese mai in considerazione la pur favorevole ipotesi di propulsione diesel elettrica per i sommergibili italiani, anzi minimizzando ed irridendo le scelte di altre Marine.

Per il poco che è possibile dedurre dallo schema riportato a continuazione (Fig. 181) i quattro generatori nel locale intermedio del piano di costruzione sono i generatori per la rete bordo.

Gli schemi di progetto nel piano (pag 69 del menzionato supplemento) non possono essere attribuiti per forme e dettagliati particolari al 1933; ancora nel 1936 su un altro fronte, la FIAT – pur potendo certamente disporre di opportuni dati e misure - presentava solo schemi a blocchi; un piano generale tanto dettagliato non può essere precedente al 1938; è un dato importante che può cambiarne l' attribuzione .

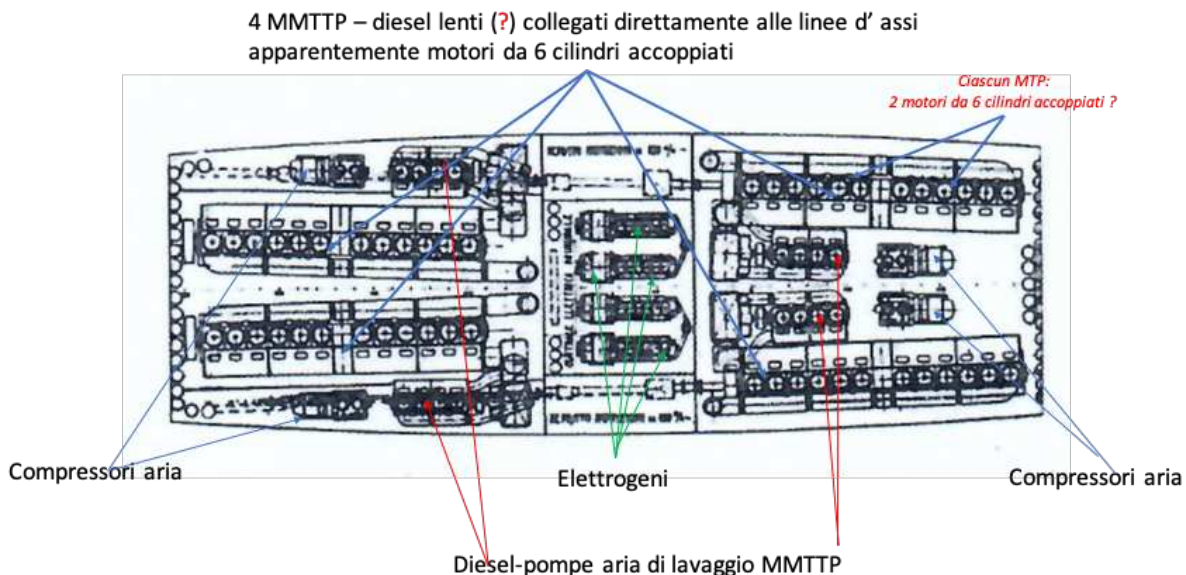


Fig. 181 – Ipotesi di conversione a propulsione Diesel delle corazzate classe Cavour – piano di stiva – sistemazione MMTPPP e gruppi elettrogeni – sarebbe difficile attribuire questa ipotesi alle proposte suppostamente avanzate dal generale GN Curio Bernardis nel 1933 – come già osservato per altri schemi, ed a maggior ragione in mancanza di una sezione trasversale, è molto difficile considerare attendibile questa configurazione visto che da considerazioni elementari non sembrerebbe prendere in considerazione le dimensioni ed implicazioni del sistema di protezione subacquea passiva (i cilindri Pugliese) allora considerato irrinunciabile (elab. autore su immagine Supplemento STORIA MILITARE, corazzate Cesare e Cavour, 2020, pag. 68 e 69)

Certamente il dettaglio dei piani generali fa pensare ad approfondimenti e studi di un certo livello, ma ancora a livello teorico preliminare, pur con dettagli in scala dei componenti dell' a.m.: manca qualsiasi riferimento al "sistema nave", con strutture di protezione passiva tipiche delle corazzate, in particolare per

quelle italiane il sistema di protezione passiva del momento (i cilindri Pugliese) allora considerato irrinunciabile.

Senza scartare l' ipotesi di un esercizio o di un progetto autonomo, di riferimento, del Comitato Progetto Navi, che rientrerebbe nella prassi e nella logica del momento, l'altro "cassetto" in cui potrebbe essere stato celato un'ipotesi di questo tipo potrebbe essere stato l'archivio CRDA, cantieri che da subito erano stati interessati ai programmi di conversione; considerati i giri di valzer che i CRDA tentavano per inserirsi nel quadro delle forniture degli a.m., con i rapporti esistenti e sempre latenti con la SULZER, ma anche in questo caso le date potrebbero non essere compatibili.

Più che una proposta iniziale, precedente alla commessa di trasformazione (estremamente vantaggiosa per i CRDA), potrebbe trattarsi di uno studio successivo alla consegna nave, motivato dalla diffusa insoddisfazione sulle reali prestazioni di queste conversioni: avrebbe anche una logica se parallela ed inquadrata (ma in date molto diverse) con la proposta FIAT per Duilio/Doria: questo disegno ne riprende certe configurazioni ed anche le limitazioni (non sovralimentazione vera e propria, a recupero, ma lavaggio forzato con pompe aria centrifughe mosse da un diesel separato e dedicato).

Un' ipotesi relativamente semplificata con la suddivisione della potenza su quattro assi e non sei ma ancora molto lontana da un'auspicabile concentrazione della propulsione, tramite giunti e riduttori, su due assi, senza costose e lunghe modifiche allo scafo (che detto incidentalmente fu una delle poche strutture o componenti poco interessate dalla conversione, e neppure completamente

Fattibilità: o meglio NON fattibilità come sistema: in Italia mancava totalmente capacità progettuale, realizzativa, cultura industriale ed operativa, tre fattori necessari (come minimo) per un progetto di questa natura: accoppiatoi, giunti, riduttori; elementi indispensabili per un "sistema" propulsivo integrato ed affidabile, carenza che concettualmente (ma anche praticamente) troveremo ancora vent'anni dopo nel primo programma italiano del dopoguerra con l' a.m. delle corvette tipo Albatros per la MMI e per l' esportazione ...

Si trattava di un programma, ben oltre un'alternativa da valutare, sul quale s'investirono risorse, con avanzamenti da cui scaturiscono errori e carenze tali da farlo classificare velleitario.

Velleitario in quanto non ci si poneva l'obiettivo di soddisfare un requisito partendo da capacità ed esperienze consolidate, od almeno note e praticamente accessibili (quelle tedesche), valutando prima cosa si aveva a disposizione e poi cosa sarebbe stato necessario in termini di acquisizione di parti e/o di innovazione tecnologica, ma si affrontava solo dal punto di vista teorico di realizzarlo comunque e con ciò che si aveva a disposizione.

Si potrebbe interpretare, applicata all' ingegneria, come la tipica gestione del regime della diversità e superiorità, senza le necessarie analisi né della realtà del "sistema nave", né degli aspetti operativi e di conduzione.

Certamente una soluzione che sarebbe stata fattibile e replicabile che però non si è stati capaci di realizzare per mancanza di coordinamento e visione globale: un percorso che si sarebbe dovuto analizzare e guardare almeno con rammarico che invece, in piena ripresa economica, agli inizi degli anni '50 era ancora considerato e citato dal solo costruttore dei motori come un successo, una soluzione innovativa, economica e migliorativa in contrapposizione (ed in spregio) di quella tedesca.

Una volta di più una lezione non appresa ...

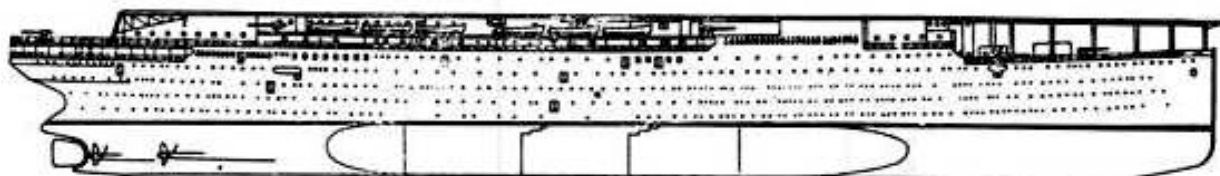


Fig. 182 - Profilo sommario della portaerei di scorta SPARVIERO, ex AUGUSTUS, a cui erano destinati i motori diesel a doppio effetto, che ne avrebbero tra l'altro portato la velocità max da 18 a 24 nodi, probab. 26 n

Le difficoltà e l'incongruenza delle ipotesi

Il programma di adozione della propulsione diesel, pur con la costruzione di due prototipi (non motori sperimentale da prove in officina, ma macchine destinate a bordo) presentava strane incongruenze, come se fosse stato sviluppato da "alieni" che non avessero la minima conoscenza della costruzione navale e delle peculiarità del servizio a bordo.

Sorvolando, si fa per non infierire, sull' iniziale, quasi infantile, proposta di trasmissione della potenza, con una configurazione 1motore/1asse/1elica, la sola terrificante conseguenza di una nave a 6 assi, rende comunque da scartare l' ipotesi, non solo in una conversione come quella considerata che puntava a conservare lo scafo.

Un' intuizione valida, quella del motore endotermico, almeno concettualmente, d' altra parte basata su consolidate esperienze, ma un'ipotesi progettuale estremamente grezza, lontana da realizzazioni pratiche ed efficaci, ossia dalla realtà.

Una realtà che non era leggerezza o superficialità, ma rispecchiava l'inconfessata incapacità dell'industria italiana di fornire tutti i necessari componenti di un apparato motore complesso.

Le motrici non sono solo costituite dai motori, ma anche dagli accessori ed ausiliari con i quali costituisce un sistema, che determina le scelte, le risposte e l'affidabilità dell'a.m.

L' industria italiana, non affrontando ma spesso aggirando ostacoli e problemi, negli anni '30 era riuscita a produrre e proporre macchine affidabili, limitandosi esclusivamente al campo dei motori a 2T, di media potenza; macchine utili, anche se non ottime né all' altezza dei tempi in termini di peso/potenza (*mancava la sovralimentazione*), mentre nel complesso l'industria italiana non riuscì mai a proporre sistemi di propulsione completi, innovativi, durevoli, competitivi per pesi, potenze e consumi.

Al riguardo non è da trascurare la diatriba relativa alla propulsione delle diverse portaerei progettate negli anni '30, per le quali sarebbe stata preferita la propulsione diesel, ma mancava la rispondenza, sia degli utenti/committenti (la R.M.) sia dell'industria.

La non errata né peregrina ipotesi di convertire i due DORIA (*sia ab initio sia successivamente nel corso di un ciclo di grandi lavori*) con apparato motore diesel sarebbe stata fattibile, migliorando tutti gli altri fattori ed esponenti dell'unità, purché a parità o meno di motori si fosse adottata la soluzione su due assi (e quindi senza modifiche allo scafo), soluzione che comportava l'adozione di riduttori e giunti (al pari almeno della scelta tedesca).

Le non scelte, e la mancanza di alternative per l'isolamento (non solo imposto, ma anche compiaciuto distacco) in cui progressivamente era entrata l'industria italiana in campo navale venivano ammantate troppo facilmente dal tema delle semplificazioni più che delle riduzioni dei pesi, problemi esistenti e reali che potevano però essere attaccati diversamente dalla implicita riduzione dell'efficienza (*basterebbe il caso della chiodatura degli scafi, trattata in altro ricerca, che affliggeva in ugual misura anche se con effetti diversi unità di superficie e sommergibili*).

Mentre il riduttore – nonostante il peso ed il costo - rientrava nelle capacità progettuali e costruttive dell'industria italiana (*ed al di là della potenza si sarebbe trattato di macchine a semplice riduzione molto meno complesse dei turboriduttori*) uno dei grandi problemi risiedeva nei giunti di trasmissione e nel sistema di accoppiamento selettivo di più motori in gruppi di 2, 3 o 4 unità.

Un problema che si sarebbe dovuto affrontare, e da tempo, senza scaricarlo a valle, macroscopicamente in questo caso, aggirando la difficoltà con un'ulteriore complicazione costruttiva, questa volta del cantiere.

È difficile con le conoscenze di oggi parlare di un'epoca e di procedure in cui per la reversibilità del moto non esisteva l'elica a passo variabile e reversibile, e per le inversioni di moto occorreva fermare e riavviare. Il giunto era semplicemente uno strumento, peraltro complesso, di ingranamento o sgranamento del motore a macchine ed asse fermi.

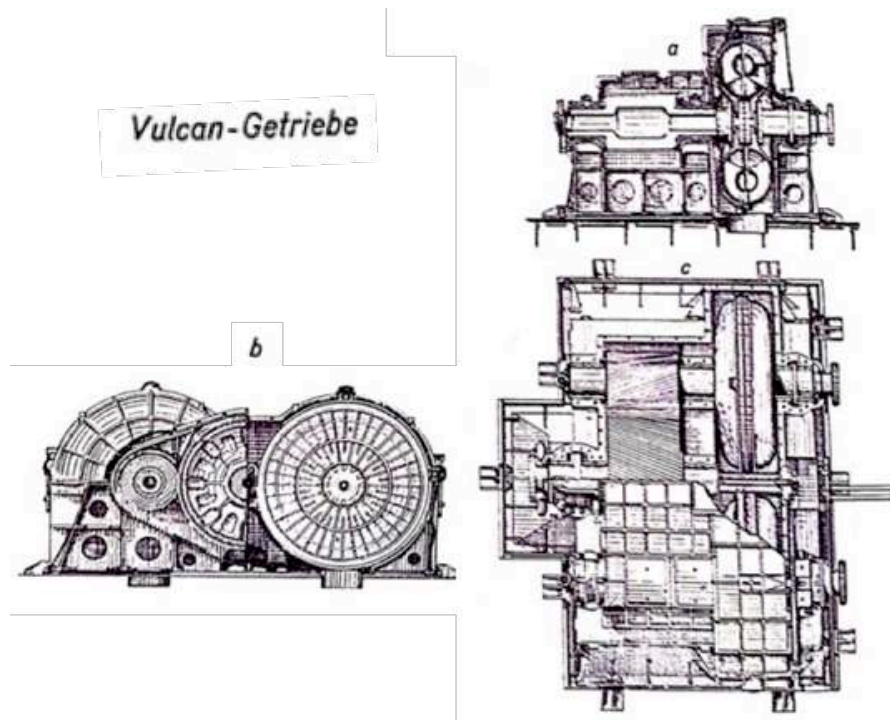


Fig. 183 - Giunti/gruppi riduttori delle tre unità classe Deutschland -(Da manuale Vulkan anni 30)

E' forse opportuno ricordare che concettualmente il collegamento tra il motore ed il riduttore deve avvenire mediante un sistema di accoppiamento detto *giunto* che serve ad unire l'asse del motore con quello del primo pignone di ingresso della potenza nel riduttore, meglio se si tratta di un collegamento non rigido che contribuisca a smorzare le sollecitazioni sugli assi.

Il giunto deve essere evidentemente dimensionato sulla massima potenza erogabile dal motore e oltre ad essere *fisso* o *disinseribile* potrebbe essere *reversibile*, divenendo strumento e condizione fondamentale per l'intera semplificazione dell'apparato motore.

I giunti erano all' origine collegamenti rigidi, fissi, come ad esempio sulle navi a vapore, prima con le motrici alternative e poi con le turbine: le turbine di alta e di bassa pressione sono collegate agli ingressi di potenza nel riduttore attraverso collegamenti basati su profili scanalati, che possono essere disaccoppiati solo in casi eccezionali, come nel caso di grandi manutenzioni, con operazioni lunghe e di grande precisione e difficoltà meccaniche.

L'utilizzo di motori diesel che hanno una coppia limitata alle andature di minimo, hanno comportato la necessità di giunti disaccoppiabili, ovvero che permettono di avviare il motore senza che questo sia collegato all'asse, in modo da poter effettuare un corretto riscaldamento della macchina; nella Regia Marina, cominciando dai sommergibili, esistevano giunti meccanici, una sorta di innesto tra dentature, tra cui il più diffuso è stato il giunto Pomini, e probabilmente a questo tipo si riferiva l' ipotesi progettuale in oggetto.

I giunti allora in uso nella RM permettevano di ingranare o disingranare a motore ed asse ambedue fermi, allineati, utilizzando per l'allineamento il viratore del motore.

Era pertanto evidente la necessità di un tipo di giunto che solo dopo l'avviamento del motore, con assi in movimento, potesse effettuare rapidamente e con sicurezza il collegamento e quindi erogare la potenza richiesta e - nel caso di unità motrici multiple - collegarle e scollegarle in qualsiasi momento e condizione.

Un tale dispositivo avrebbe assicurato anche la possibilità di mantenere la condizione di macchina ferma senza dover spegnere il motore stesso, condizione che invece era possibile con le turbine a vapore.

Raggiunta questa possibilità ed ottenuta anche la reversibilità da parte del giunto, il motore termico sarebbe stato estremamente semplificato e notevolmente più leggero.

In questa ricerca, dato il richiamo alla soluzione adottata dalla marina tedesca, l'esempio di riferimento è

quello dei giunti Vulkan che sono stati i primi tipi di giunti disaccoppiabili utilizzati su larga scala.

Il giunto Vulkan presentava non solo notevoli complicazioni per i collegamenti dell'olio tra parti rotanti (l'olio doveva normalmente essere immesso attraverso un asse cavo, quello del pignone del riduttore) nonché alcuni limiti, non tanto e non solo per perdite di potenza totale proprio per il movimento dell'olio, quanto per i tempi morti, il tempo necessario per passare da asse in rotazione ad asse fermo e viceversa, tempo che era ed è funzione delle dimensioni del giunto e della portata dei circuiti di immissione e scarico olio.

All'epoca si trattava comunque della soluzione di avanguardia, comunque nota e collaudata, e ne era già previsto l'utilizzo come giunto invertitore, con qualche complicazione e soprattutto tempi morti maggiori in quanto per l'inversione del moto oltre allo svuotamento degli spazi bisognava inserire un meccanismo per orientare a comando il flusso dell'olio.

Si è trattato il tema dei giunti, per non entrare in una disanima delle carenze molto più vasta e certamente più importante, quella della sovralimentazione dei motori diesel.

Un settore che non poteva non rientrare nelle preoccupazioni dell'industria, dove la Vulkan era nota, significativa in un paese "alleato", attiva anche in settori civili ed industriali allora da oltre mezzo secolo, un settore dove esistevano anche altre alternative, come l'ASEA svedese con i giunti elettromagnetici (Svezia non alleata ma paese con significativi rapporti per le forniture militari ancora in corso a guerra iniziata, per non parlare degli Stati Uniti con altre possibilità).

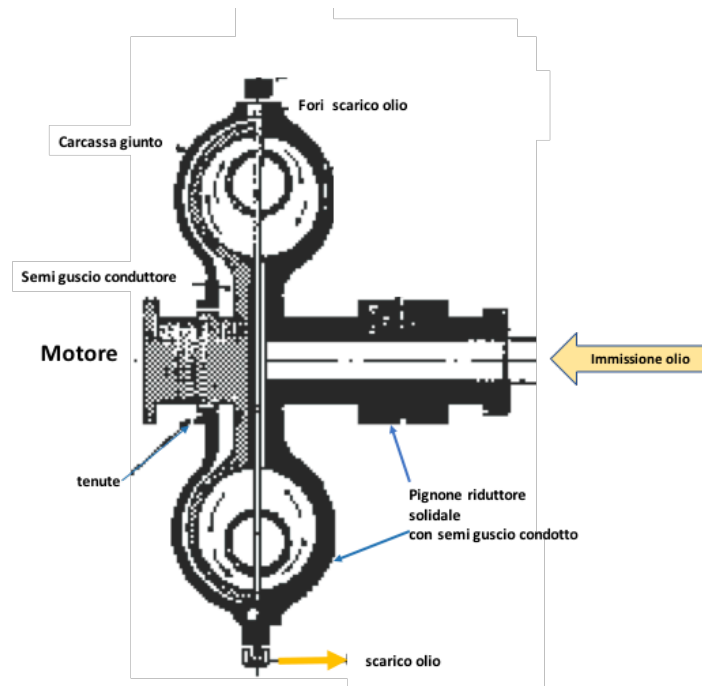


Fig.184 -Schema funzionale del giunto dei gruppi di cui alla precedente figura
Schema autore

Certamente non la sola carenza ma una di quelle significative per evidenziare la distanza delle capacità e della tecnica (per non abusare impropriamente del termine tecnologia) dell'industria italiana da quelle di avversari ed alleati, e della mancanza di osmosi sulle conoscenze e progressi praticamente in ogni campo.

Distacco e carenze di cui molti avevano consapevolezza e, se non note a tutti, intuibili dai più che non furono mai oggetto di confronto e dialogo tra i vari attori di uno scenario tanto complesso quanto la costruzione navale e le esigenze belliche.

1) Il quadro generale e le ulteriori applicazioni italiane

Dopo le applicazioni sulla RN Eritrea e l' avvio della trasformazione dei VULCANIA, con lievi varianti agli stessi disegni del 1936, vennero forniti altri motori a doppio effetto per oltre una cinquantina di navi italiane ed estere, con alternative tra gli stessi modelli di motore del VULCANIA, con cilindri da 750 mm di diametro e 1250 mm di corsa, e motori con cilindri aventi diametro di 640 mm e corsa di 1160 mm, in versioni con 5-6-7 e 9 cilindri, capaci di dare in servizio normale 800 HP per cilindro a 125 giri/1'.

Un' esperienza preziosa che preludeva ad ulteriori sviluppi, ed apriva eventualmente la strada ad altre applicazioni militari.

Il successo della trasformazione della M/n VULCANIA indusse la Società di Navigazione Italia a considerare con interesse uno studio FIAT del 1938 per una proposta, analoga a quella del VULCANIA, per una nuova trasformazione degli apparati motori della MN AUGUSTUS e della TN ROMA, unità da 33.000 T di dislocamento costruita nel 1926 mosse da a.m. a vapore di vecchia concezione.

L' AUGUSTUS, gemello come scafo del ROMA, era mosso da quattro motori MAN a doppio effetto, fra i primi costruiti, che consentivano in servizio velocità di poco superiore ai 18 nodi.

Risultò possibile proporre la sistemazione di un apparato motore di potenza circa doppia installandolo negli stessi locali macchina, con lievi modifiche alle parti alte e con peso non superiore a quello degli apparati motori originali; il che, unito a modifica delle strutture prodire secondo uno stile più moderno ed un profilo più efficiente dal punto di vista idrodinamico raggiunto, nel caso dell' impiego militare, con l' installazione di controcarenze quale sistema di protezione subacquea, avrebbe permesso di portare la velocità in esercizio fra i 24 e 25 nodi, e superare alle prove i 26 nodi.

Lo studio fu sviluppato in un progetto esecutivo verificato con numerose prove alla vasca per dare garanzia della maggiore velocità ottenibile ed in base ai risultati positivi nel 1939 furono ordinati i due apparati motori, dei quali s' iniziò l' immediata costruzione.

Essi erano costituiti ognuno da 4 motori a 2 tempi a doppio effetto, direttamente accoppiati sulle eliche, per una potenza complessiva in servizio normale di 52.000 HP, capaci di erogare alle prove in mare di ~70.000 HP (la casa costruttrice affermava anche 80.000 HP).

Caratteristiche di questo tipo non potevano non suscitare interesse per applicazioni di tipo navale.

Si trattava di motori da 12 cilindri da 650 mm di diametro e 960 mm di corsa, eroganti la potenza normale a 160 giri, ovviando quindi la necessità di riduttori.

Ogni apparato motore era alimentato da due gruppi motopompa separati per la produzione dell'aria di lavaggio, costituito ogni gruppo da 3 cilindri uguali a quelli dei motori principali e da 3 gruppi di pompe a stantuffo multiple a doppio effetto.

Come già sul VULCANIA fu preferito anche qui l'uso di pompe alterne per l'aria di lavaggio, soluzione forse meno elegante, ma considerata più economica e più pratica di quella, più comunemente adottata in simili casi, di usare soffianti centrifughe; si adduceva il vantaggio di fornire in ogni caso ai motori aria in quantità costante, indipendentemente dalla pressione di regime.

Il disegno dei motori seguì, con lievi varianti destinate soprattutto a ridurre il peso, rispetto a quello dei motori più lenti contemporaneamente in costruzione per applicazioni mercantili ed industriali: il risultato in prova fu soddisfacente, infatti furono raggiunti e superati i 20.000 HP di potenza massima per ogni motore; il che avrebbe permesso di superare in mare gli 80.000 HP complessivi.

I motori, che avrebbero dovuto essere consegnati scolarmente entro il 1941, malgrado il periodo di guerra vennero costruiti e collaudati; essi non poterono però essere usati come previsto, ma essendo già approntati non si comprende perché non sia stata presa in considerazione la loro utilizzazione nella nuova destinazione assegnata alle due unità, la ROMA trasformata nella Portaerei AQUILA, l' AUGUSTUS da trasformarsi nella portaerei SPARVIERO

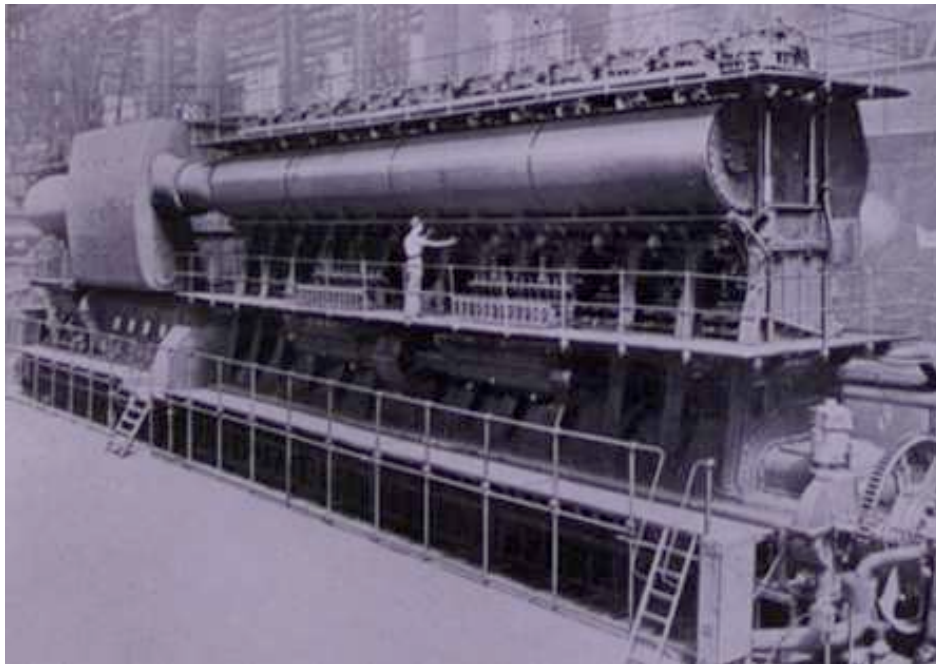


Fig. 185 -Montaggio al banco prova di uno dei motori a doppio effetto costruiti per i transatlantici AUGUSTUS e ROMA - La foto si riferisce alla versione con pompa di lavaggio incorporata, calettata sull' albero e molto evidente in secondo piano – la versione con motopompa separata era molto più corta e compatta (Arch.- FIAT GMT)

Esistono lacune per ulteriori approfondimenti sul caso, per la perdita di molti archivi, tra cui quelli relativi a nuove prove in vasca condotte a La Spezia e non a Roma, e non si sa se siano state effettuate valutazioni comparative.

Per la scelta dell'a.m. dell'AQUILA esiste una diversa logica e due immediate spiegazioni:

- si richiedeva una velocità operativa vicina ai 30 nodi (utile anche per le operazioni di volo, coadiuvando le catapulte), e quindi lontana da quell'assicurata con i motori diesel, anche se le modifiche alla carena comunque apportate per migliorare stabilità e protezione avrebbero consentito di superare i 26 nodi;
- per riduzione della serie iniziale dei "Capitani Romani" risultavano in costruzione avanzata quattro apparati motore a vapore di buone prestazioni, che si decise adattare all' Aquila, come sperimentazione dei nuovi concetti di sistemazione dell'A.M. propugnati dal generale GN Modugno.

Non era forse il momento di ulteriori ricerche e sperimentazioni, e rimane comunque il fatto che con alcune rinunce ad un progetto certamente di cambio radicale, mantenendo la già prevista adozione dei motori diesel, ed il fatto che erano effettivamente disponibili già nel 1942, i tempi di allestimento dell' unità sarebbero stati enormemente ridotti, l' autonomia – fattore fondamentale e carenza tipica delle unità a vapore della RM – estremamente aumentata, l' esponente di peso ed i volumi dell' a.m. ridotti, fattore tale da colmare altre necessità di armamento e dotazioni.

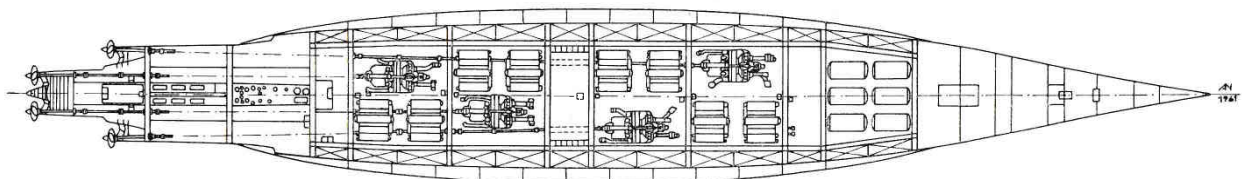


Fig. 186 - Schema generale dell'a.m. su quattro assi della portaerei AQUILA, tanto invasivo sulle disponibilità di spazio a bordo da meritare una riflessione su quanto sarebbe stato più opportuno, a vantaggio di altri fattori, non solo il tempo di allestimento, mantenere il progetto originale di conversione con motori diesel a doppio effetto, od almeno pensare ad una soluzione ibrida. (dis .A. Nani – 1961 – le navi di Linea italiane)

Riguardo allo SPARVIERO essendo stato accettato sin dall' inizio di limitarne la trasformazione a quella essenziale per una portaerei di scorta, senza condizionamenti relativi alla velocità (che non dimentichiamo era nella originale, allo stato della requisizione, inferiore a 20 nodi, l' impiego dei motori già approntati, si sarebbe trattato di una soluzione immediata che avrebbe comportato un incremento delle prestazioni, con velocità di 26 nodi : è facile presumere che i nuovi motori sarebbero stati comunque imbarcati.

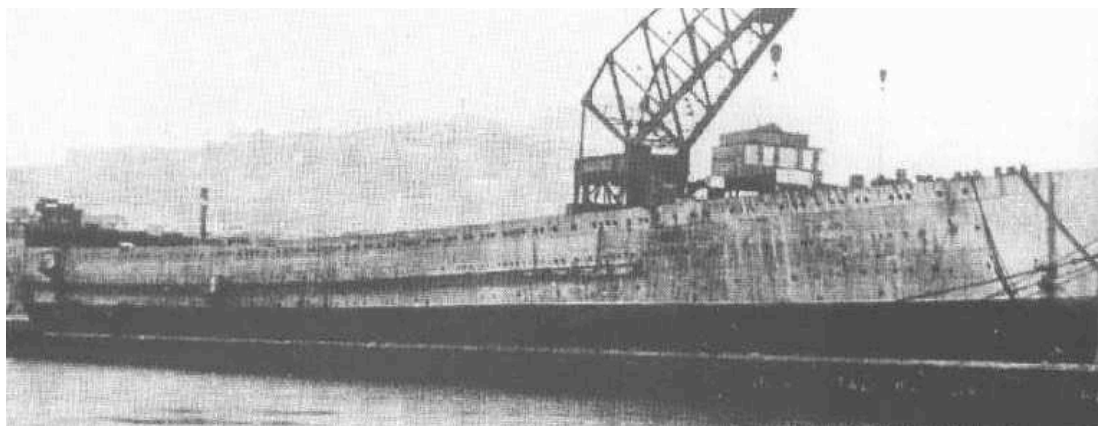


Fig. 187 - Lo scafo dello Sparviero all' inizio della ricostruzione, dopo la demolizione delle sovrastrutture la sostituzione dei motori – già pronti, sarebbe risultata rapida ed estremamente agevole (Arch. Ansaldo)

Come nota di cronaca quattro dei motori costruiti furono successivamente destinati a due dei primi transatlantici di costruzione prebellica, AUGUSTUS e GIULIO CESARE da 25.000 T, impostati nel 1949, entrati in linea nel 1951, sui quali assicurarono velocità sui 21 nodi, dopo aver raggiunto alle prove oltre 23 nodi.

Anche gli altri quattro motori furono destinati a nuove costruzioni mercantili, sempre su due assi.

2) Propulsione diesel o propulsione a vapore, le valutazioni di una scelta.

È difficile valutare nell' ottica attuale i dilemmi e le scelte dell'epoca, individuando elementi di confronto tra impianti.

Nell' ormai superata competizione tra motrici a vapore e motrici endotermiche, all'apparato motore diesel ai primordi di questa competizione erano attribuiti svantaggi, con comparazioni tra le prime e le seconde tali da farlo preferire solo quando non fossero necessarie delle prestazioni estreme in termini di potenza, coppia, risposta e durata, ma di contro il motore diesel si presentava (come è) completamente autonomo richiedendo una minima quantità di personale per la conduzione.

Il motore diesel richiede una manutenzione ordinaria molto limitata e quindi non solo d' impatto economico trascurabile, a patto che le revisioni siano eseguite agli intervalli stabiliti e sostituendo i pezzi previsti, ma di facilitazione logistica ai tempi in cui la stessa ricorreva a soluzioni empiriche.

All' epoca si considerava il motore diesel meno robusto e flessibile di un impianto a vapore, considerazione che solo dopo molti decenni è stata superata grazie all' affidabilità raggiunta dai motori diesel ed alla diffusione di tali macchine.

Il motore diesel può utilizzare, almeno in linea teorica, qualunque tipo di combustibile liquido, condizione molto importante per l'Italia per la penuria dell' epoca, comunque per i costi, poi complicati da sanzioni e rifornimenti del periodo bellico.

Punti di forza del motore diesel sono ancor oggi (*ma erano abissalmente a favore all' epoca considerata*) il basso consumo specifico medio e la costanza del consumo al variare dell'andatura che lo rende sicuramente l'apparato più economico dal punto di vista dei costi di combustibile, con consumo specifico medio di gran lunga inferiore rispetto agli apparati a vapore.

Dal punto di vista dell' allestimento e degli esponenti di peso, l'impianto diesel ha ingombri e pesi molto più contenuti rispetto all'impianto a vapore: ciò comporta che a parità di dislocamento una quantità di spazio maggiore può essere dedicato ai sistemi d'arma o a parità di peso si richiede minore dislocamento e quindi dimensioni più contenute; all' epoca considerata – anche per l' esperienza mercantile – cominciavamo ad essere disponibili motori diesel di grande potenza, da cui l'offerta di macchine di una certa sicurezza con minime esigenze di installazione a bordo e pochi compromessi di possibile ubicazione.

In termini di prontezza operativa, il motore diesel richiede un tempo minimo per l'avviamento, infatti tra la messa in marcia e l'erogazione di potenza è sufficiente attendere qualche decina di minuti affinché le temperature dei vari componenti si stabilizzino in condizioni di lavoro.

In termini di manutenzione e prevenzione di incidenti il diesel, con circuiti fluidi molto più semplici e ridotti di quelli del vapore, risulta anche molto meno sensibile alla formazione di incrostazioni nei vari tipi di tubolature e condotte oltre ad essere, grazie alla limitata necessità di acqua per il raffreddamento, molto meno sensibile dell'apparato a vapore sia ai transitori sia a eventuali permanenze su bassi fondi od acque fluviali.

Il motore diesel è più facile da condurre di un impianto a vapore, soprattutto se consideriamo l'epoca in cui si trattava esclusivamente di conduzione manuale, in loco.

Il livello di attenzione richiesto perdona un minimo di errori, e pertanto risulta sostanzialmente meno pericoloso di un impianto a vapore e più facile da tenere sotto controllo, soprattutto con meno personale; assorbe le variazioni di carico con una risposta meno pronta del primo, ma non tende a sfuggire al controllo e soprattutto è più facile evitare transitori di potenziali conseguenze disastrose.

All' epoca considerata esistevano controversie, e soprattutto grandi complicazioni per la reversibilità del moto con la conseguente necessità di arrestare il motore per eseguire la traslazione di un sistema complesso per il cambio di regolazione e la necessità di riavviarlo nuovamente.

Nel caso in esame si esula anche da considerazioni tra motori a due tempi ed a quattro tempi, partendo dal presupposto che all' epoca – almeno in Italia – non si poneva minimamente il problema, per la scelta totale ed unilaterale dei due tempi.

Nel caso in esame l'unica innovazione, che aveva preso piede nella seconda metà degli anni 30, era costituita dai motori diesel a doppio effetto e ci si dibatteva, con estreme difficoltà, sui problemi e soluzioni della sovralimentazione (*con molti ostacoli per il livello di capacità delle industrie italiane e semplici aggiramenti, non soluzioni in merito a questo fondamentale fattore*).

3) Le origini del motore diesel a 2 tempi a doppio effetto e le (non) scelte italiane.

Il modello di riferimento non poteva che essere quello tedesco, la propulsione diesel per le unità maggiori aveva origini lontane, in quella Germania dove erano stati distaccati fior di ingegneri ed ufficiali italiani, non ultimo il Cuniberti.

Una continuità di indirizzi, di ricerca, di produzione che aveva portato a soluzioni concrete e non teoriche e sperimentali: già nei programmi della Grande Guerra l'ultima nave della classe Kaiser, la PRINZREGENT LUITPOLD, con la tipica propulsione tedesca su tre assi, prevedeva l'installazione sull' asse centrale di un motore diesel da 12.000 HP.

È fondamentale ricordare che si era scelto di installare un solo grande motore perché non esistevano giunti e ingranaggi in grado di reggere le potenze richieste, quindi non era possibile suddividere la potenza richiesta tra diversi motori; già allora un problema noto, non disatteso per il quale da subito si cercarono soluzioni, non paliativi (tipico caso italiano, in particolare con il predominio se non monopolio della Pomini).

Già allora per ridurre gli ingombri si adottò una configurazione due tempi a doppio effetto, un punto di partenza che purtroppo era ancora lo stato dell' arte dell' industria italiana a fine degli anni '30 (non si

poteva non sapere che esistevano altre soluzioni, tanto più che da parte tedesca, sia per applicazioni mercantili sia militari, si pubblicizzavano abbondantemente i macchinari ai fini dell' esportazione). Contrariamente a quanto viene "venduto" in termini di comunicazione e rivendicazione di primati ed eccellenze italiane, quella dei motori diesel a due tempi a duplice effetto non è stata l'adozione di una tecnologia di punta a seguito di un'evoluzione tecnologica ma l'ennesima soluzione di ripiego di fronte alle ricorrenti difficoltà dell'industria italiana in termini di metallurgia (materiali e trattamenti termici), lavorazioni, attrezzature.

Anticipando alcune conclusioni, anche in questo caso l'impossibilità di raggiungere altri traguardi venne scaricata su maggiori costi di acquisizione, usura delle parti e forte impegno di manutenzione ordinaria e straordinaria, un certo aumento di consumi ma soprattutto accettando rischi di incidenti, in primo luogo la sempre latente possibilità di incendio dei vapori d' olio ed esplosione dei carter.

Dopo le esperienze relative allo sviluppo dei motori diesel per le nuove navi da battaglia tedesche del 1910, (*per maggiori dettagli vedere Parte VII successiva*) i principali produttori di motori come M.A.N. e SULZER nella crisi di costruzioni militari del primo dopoguerra svilupparono negli anni '20 motori a doppia azione a due tempi per grandi navi mercantili e passeggeri, cedendo anche licenze ad altri costruttori.

L'esperienza acquisita per la propulsione diesel delle grandi navi di linea, permise all' industria tedesca di soddisfare richieste dell'armamento mercantile (con l'Italia tra i clienti) e preparare la strada alle nuove costruzioni militari, quando cominciò la corsa al riarmo.

Tra il 1920 ed il 1930 sembrava che questo complesso sistema del doppio effetto fosse l'unico modo per ottenere le alte potenze necessarie per le grandi navi, e certamente pur nelle difficoltà implicite si ottennero grandi risultati, al punto che, quale esempio ed allo stesso punto finale dello sviluppo, nel 1935 durante un test un motore SULZER a doppio effetto a 10 cilindri riuscì ad erogare 20.820 HP a 152 giri/1', seppur in condizioni di sovraccarico.

L' approccio al settore e l'acquisizione di conoscenze, ed indirettamente di tecnologie, da parte italiana si consolidò solo nel 1926 con l'acquisto dei VULCANIA, propulsi da motori M.A.N. a doppio effetto, malgrado fornissero nel complesso prestazioni insoddisfacenti.

Non si trattava di un caso isolato:

- per uso commerciale, questi motori non sono mai stati abbastanza prestazionali e soprattutto di esercizio molto costoso. Come esempio e riferimento di costi (ricambi e manutenzione) il premistoppa in cui l'asta del pistone passa dal cilindro inferiore era fonte di continue usure e risultava difficile raffreddare asta e pistoni, mentre la combustione nella camera di combustione inferiore era sempre più povera che nella camera di combustione superiore.
- per uso navale, i motori a doppia azione sono rimasti per molto tempo una valida opzione – prescindendo dal costo ma in funzione dei minori ingombri - per relative alte potenze. Le più note di tali opzioni furono i motori sviluppati da M.A.N per la Marina tedesca, in particolare quelli dei primi anni '30 per le "corazzate tascabili" e gli sviluppi, concretatisi solo con la realizzazione dei motori per le corazzate delle classi "O" ed "H" e per la stessa Bismark, con lo sviluppo finale di una versione a V da 24 cilindri.

La stagione dei motori a doppio effetto ebbe – all' estero – una rapida fine, logica e prevedibile quando all'inizio del 1930 fu introdotta la sovralimentazione per motori a semplice effetto; SULZER, B&W la stessa M.A.N. ed altri lasciarono il motore a doppia azione, visto che potevano ottenere risultati simili con una maggiore semplicità costruttiva.

Una scelta avanzata da parte dei tradizionali giganti del mercato che, nel senso opposto, diventò un'opportunità di nicchia per l'industria motoristica italiana, che era ben lontana già dal semplice affrontare il tema della sovralimentazione, figuriamoci dal risolverlo, cosa che in pratica non avvenne se non due decenni dopo.

Un ricorso tardivo ad una tecnologia ormai matura, con successi non solo legati alla riconosciuta capacità italiana di lavorazioni e modifiche accurate, quasi artigianali, ma anche agli aiuti di stato ed all' autarchia che impose forniture agli armatori.

La stessa industria italiana che ancora negli anni '50, pur in un contesto e condizioni diverse, riciclava proposte e sistemi che la concorrenza aveva scartato quasi vent'anni prima ...

4) Il contesto dei ritardi e delle (non) scelte italiane.

Perché in Italia mancò, con gravi conseguenze nel caso specifico dell'industria navale, la concezione di sistema?

In Italia si verificò (almeno in due occasioni) un circolo vizioso: la legislazione vigente imponeva l'acquisto di "prodotti italiani" (dal 1922, e poi ancor più rigido con le sanzioni del 1937) ma mancava l'offerta di prodotti adeguati.

Sommergibili ed in maggior misura le portaerei ne sono l'evidenza.

Mancava la vera vocazione e dedizione industriale da parte della classe dirigente e del capitale, mancava l'apertura all' innovazione, anche al rischio che la stessa comportava.

Mancando tale vocazione veniva in generale a mancare la conoscenza produttiva e delle tecnologie avanzate, o si tentava di sopperire con alternative e soluzioni "caserecce" (anche in termini di materiali); i "privati", i proprietari delle principali industrie, agivano in cartello e concepivano le proprie imprese come gruppi verticalizzati, che avrebbero dovuto produrre e fornire "tutto", dal chiodo all' allestimento: si trattava però anche degli stessi imprenditori che non ebbero mai i mezzi propri per finanziare lo sviluppo industriale italiano, e pertanto aggiornare le produzioni ed essere propositivi con nuovi sistemi o macchine.

La motoristica aveva bisogno di grandi numeri e di standards produttivi e qualitativi adeguati, e non poteva limitarsi a forniture, magari di successo, ma dipendenti e circoscritte alla riconosciuta capacità italiana di lavorazioni e modifiche accurate (esempio tra tutti le peculiarità delle pompe iniezione che in un universo dominato dal più efficiente ed affidabile sistema Bosch continuava ad offrire soluzioni a misura, quasi artigianali).

Questo settore industriale poteva contare con gli aiuti di stato (che drogavano anche le limitate esportazioni) e poi con l' "indotto" autarchico che impose forniture agli armatori ma soprattutto impedì scelte comparative alla Regia Marina, peraltro la più bisognosa di aperture ed innovazione (e la propulsione dei sommergibili ne è la massima espressione).

Forniture militari di imposizione politico/governativa che non potevano essere sempre il supporto ed il polmone di un'industria debole e claudicante, quella stessa industria italiana che ancora negli anni '50, pur in un contesto e condizioni diverse, riciclava proposte e sistemi che la concorrenza aveva scartato quasi vent'anni prima ...

Le proposte relative alle navi di linea erano sotto certi punti vista, e purtroppo, velleitarie, ancora a fine anni 30, non più forse come prodotto da mettere a punto, ma come sistema completo di propulsione, che come abbiamo visto in qualche modo era ancora quello degli albori, delle soluzioni tedesche della fine della 1^a G.M. o delle velleità dei dibattiti degli anni '20 citati nella Parte II.

L'industria era d' altra parte in crisi, in crisi anche d'identità oltre che di obiettivi: quando la Regia Marina doveva avviare i programmi del futuro, si confrontò con un vuoto di interlocutori industriali in termini di impegni, prospettive, e prodotti, i cui effetti si protrassero ben oltre la grande recessione: la recessione in Italia non era cominciata nel 1929, con il suo culmine del 1931, con la nota ondata di fallimenti cominciata con il Creditanstalt (Vienna, dei Rotschild) che travolse a cascata una serie di banche europee ed americane, provocò l'uscita della sterlina dal tallone aureo, e mise alle corde anche i principali istituti italiani.

La crisi italiana, con la perdita pressoché totale di vocazione industriale era cominciata ben prima, quanto l' Italia si trovò ad interrogarsi sui postumi della Grande Guerra e sugli innegabili episodi speculativi che l'avevano caratterizzata; era cominciata nel 1919, con il rastrellamento delle azioni della Commerciale, nel 1920 con quelle del Credito Italiano, operazioni di acquisizione del controllo delle banche da parte dei

debitori per assicurarsene i finanziamenti, ed aveva già ricevuto un segnale preoccupante nel 1921 con la scandalosa bancarotta della Banca Italiana di Sconto, con Marconi quale protagonista (e beneficiario) per la quale il Senato costituì una speciale commissione, con prerogative di alto tribunale, che sfociò nel 1926 in un nulla di fatto, senza che si fosse appresa alcuna lezione.

Operazioni finanziarie che avevano come protagonista la stessa imprenditoria che avrebbe dovuto costituire la spina dorsale della cantieristica e del relativo indotto.

Gli imprenditori, ammesso che fossero tali, avevano abdicato alle loro funzioni e si erano convertiti, ma le banche non sapevano più fare il mestiere di prima, del credito, ma nemmeno sapevano fare il mestiere di grandi imprenditori, di cui erano divenute consocie.

Forse neppure la Regia Marina specchio della nazione, aveva ben chiari gli obiettivi, con i "giovani leoni" che teorizzavano ed agognavano il cambio e l'innovazione, ed i vertici che non volevano l'innovazione che avrebbe distolto risorse, mentre non riuscivano a dialogare con un'industria che non era capace di offrirla, né aveva idee al riguardo.

Quella stessa Regia Marina che, con ritardo rispetto agli altri firmatari dei trattati, avviava i primi grandi programmi e si trovava in un panorama incerto, di interlocutori incerti: basti pensare come nel gennaio 1933, dopo un ennesimo crollo in Borsa di pochi mesi prima, pari in tutto l'Occidente, fu costituito l'Istituto per la Ricostruzione Industriale, IRI, che provvide con ardite manovre al finanziamento industriale (telefoni, elettricità, cantieri navali, siderurgia).

Attraverso enti pubblici di medio credito appositamente creati si ovviò alla perenne scarsità dei capitali di rischio privati, facendo emettere obbligazioni industriali garantite dallo Stato: i risparmiatori potevano partecipare a finanziare le industrie nazionali, con la tranquillità che il rischio era coperto dallo Stato.

Attraverso l'IRI lo Stato acquisì tecnicamente le quote che erano di possesso delle banche in crisi e quindi di fatto acquisì il controllo dei settori industriali più rilevanti per i programmi navali; misure analoghe a quelle messe in atto in altri paesi (in particolare in Germania con il MeFo) ma in Italia – nonostante l'IRI - il recupero economico fu meno pronunciato visto che il paese era più arretrato come industrie e comunque meno istruito.

Già in partenza i capitalisti privati italiani erano di altra natura, addirittura rispetto a quelli tedeschi: privi di capitale, ma anche di identità (*per non chiamarla patriottismo, visti saldi collegamenti sempre mantenuti con la finanza britannica, considerato che all'epoca non esisteva il "rifugio svizzero", come ben tratteggiano Cereghino e Fasanella*), non avevano né origine né tradizioni manifatturiere ed erano - sopra ogni altra carenza - speculatori privi di inventiva, di larghezza di vedute e genialità previsionale. Le attività di lobby – e l'assistenzialismo - erano prevalenti sull'innovazione, con un gap sempre maggiore tra l'imprenditoria italiana e quella straniera, in particolare con quella anglosassone che era stata il riferimento iniziale.

Non deve pertanto stupire che in un quadro di ripresa, già evidente dal 1934 sino al crescendo del maggio del 1937, l'IRI si sia trovata a confrontarsi non solo per industrializzare il paese contro i "poteri forti internazionali" (le sanzioni sono del '37), ma anche con le tradizionali lobbies nazionali alle quali le aziende "pubbliche" sotto l'IRI, risanate e profittevoli, tornarono a far gola.

Parlando dei programmi e dei piani di sviluppo della Regia Marina non si può pertanto prescindere da questo quadro conflittuale, nel quale praticamente nessuno si preoccupava di nuove tecnologie, di condivisione di responsabilità, di sistema, di partnership o licenze, sia nazionali che estere, e meno si può prescindere dalla conflittualità particolarmente acuta che riguardò il settore dei motori endotermici, settore limbo dell'intervento pubblico e dall'altra parte nicchia di potere – anche contrattuale - dell'industria privata (la Regia Marina ne fece le spese, più che le altre Armi, che avevano alternative).

Parte VI

L' impiego prevalente e diffuso della propulsione diesel per i sommergibili

**il contesto socio-politico-industriale dello sviluppo dell'arma sottomarina tra le due Guerre mondiali, e
l'approccio italiano a problematiche estranee alle potenzialità e capacità del Paese.**

ERAVAMO PRONTI AD AFFRONTARE LA GUERRA CON LE MAGGIORI POTENZE NAVALI? E QUANTO?

Fino agli '60 del secolo scorso si poteva fermare il tempo e fare un confronto in termini immediati, quasi asettici ma reali, sui mezzi e sul come era stata affrontata e combattuta la guerra.

Per far questo bastava scendere il barcarizzo di una nostra unità "residuata" della 2^aG.M. dove si prestava servizio (*molte ed onorate nonostante il termine che le classificava, un po' spregiativo*) ed andare a visitare i colleghi che invece erano imbarcati su un'unità ex USA ceduta in conto MDAP all' Italia.

Unità contemporanee come costruzione, abissi tecnici e tecnologici come soluzioni (*per non parlare dell'abitabilità*), e questo riguardava sia le unità di superficie sia i pochi sommergibili, dove però l'evidenza era ancor più stridente.

Vita vissuta, esperienza senza la quale è difficile tracciare un quadro completo dell'evoluzione dei motori (non solo diesel) navali in Italia negli anni 20/30 del secolo scorso.

I costruttori sono spariti, gli archivi dispersi, le relazioni tecniche dell'epoca poche.

Ai fini di una presa di coscienza più che di provocazione questa analisi - *pur citando casi specifici ma limitandosi a tratteggiare il contesto* - si concentra sulla scarsa evoluzione delle costruzioni italiane e sulle differenze più rilevanti con le contemporanee realizzazioni tedesche ed in particolare statunitensi, anche perché in questo caso - con l'esperienza sopra citata - l' amarcord "*...avrebbe potuto essere...*" è anche il ricordo di quel passaggio tra barcarizzi diversi che la mia generazione ha vissuto.

Passaggi reali tra barcarizzi ma anche passaggi ideali che generazioni di marinai hanno vissuto, drammaticamente nel corso del conflitto, poi con una certa invidia e la mia anche con qualche emozione; emozioni e ricordi che devono essere anche un monito di umiltà e consapevolezza per le scelte che si devono fare oggi in campo navale riguardo ai nuovi programmi.

Per quanto riguarda la 2^a Guerra Mondiale, un conflitto che non era "a misura" del nostro Paese né della nostra economia, non avevamo gli strumenti aggiornati ed adeguati, soprattutto non avevamo tutte le disponibilità e le risorse per primeggiare (come spesso ci si voleva far credere e qualche volta si rispolvera ancora oggi) **ma certamente** pur con molti limiti **si poteva far meglio....**

... **certamente** (ripetizione opportuna), chi poteva fare e dare, imprenditoria ed industria, non ha fatto né dato abbastanza.

Sullo sviluppo tecnico e tecnologico meritano ed occorrono ancora riflessioni, tenendo conto di imprenditoria ed industria legate intimamente al "potere" più della "casta" militare.

La "casta" militare ha accettato o semplicemente non si è ribellata? ma il ruolo e la natura stessa del militare impone l'obbedienza: la ribellione non è un dovere... mentre l'obbedienza lo è, anche se esistono sfumature e strumenti etici nell' osservarla da parte dei vertici.

Il "potere", ed è riduttivo riferirsi solo al regime fascista, non aveva capito che le guerre ormai si vincevano più che altro per quella lo stesso potere chiamava e vantava: la "potenza industriale". Purtroppo imprenditoria ed industria non avevano fatto nulla per renderlo edotto, per farlo atterrare nella realtà. Mancava anzitutto la capacità di immaginare prodotti nuovi, e poi di progettarli e realizzarli, per nuove ed antiche esigenze, non solo basati su tecnologie nuove ma anche e soprattutto con la capacità di "metterli in produzione", di riprodurli rapidamente su larga scala, ed in modo economico ed affidabile; ed infine in modo da renderne l'impiego facile, comodo, affidabile se non addirittura "divertente", anche per "utenti" ignoranti, impreparati, difficili, restii e tradizionalisti come i militari.

Quando ci confrontammo con gli avversari ci trovammo in un mondo diverso, dove non si capiva se gli alieni eravamo noi o gli altri: ci confrontammo con una sfilata ininterrotta, in ogni occasione, di mezzi, armi, materiali, rifornimenti, di ogni tipo, tutti realizzati con tecnologie evidentemente molto superiori alle nostre; da quelle della meccanica pesante alle radiocomunicazioni, persino alla conservazione degli alimenti.

A tutto questo si è potuto rispondere solo con la tenacia e l'onore, ma non è bastato ..., né possiamo oggi far leva solo su queste qualità e l'occasione mancata.

a) Storia della Marina, storia delle Costruzioni Navali, racconto politico-navale.

Il racconto della politica navale si sviluppa secondo due elementi centrali e dirimenti che inderogabilmente lo strutturano, cosicché, a rigore, potremmo dire che esistono due racconti:

- Il primo racconto è di tipo politico, quello che la classe dirigente di una certa epoca fa di sé stessa, spesso con la giustificazione delle scelte, ovviamente con l'autorappresentazione dell'azione.
- Il secondo racconto è sotto certi aspetti duplice: è quello che la classe dirigente del primo caso produce sul suo dominio privilegiato, la rappresentazione delle azioni, a cui spesso si sovrappone il ricordo, il vissuto di tali azioni da parte di altri protagonisti.

Il risultato è che i due racconti non coincidono e meno con il trascorrere del tempo, meno ancora con lo scemare dell'influenza della classe dirigente originale.

Nonostante la tutela della tradizione che si fa nell' istituzione Marina, i due racconti lungi dal produrre un equilibrio narrativo generano invece le tipiche aporie e contraddizioni prodotte dalla discrasia tra realtà e finzione, fatti e propaganda.

La ricerca della verità dovrebbe essere oggi il contributo di chi ha vissuto questa discrasia od almeno ne è stato testimone: le analisi sulla situazione "tecnica" della Regia Marina tendono ad equilibrare l'impatto e gli effetti di questa discrasia.

Forse, dopo tre generazioni, sarebbe opportuno definire gli elementi di questo racconto navale, e le analisi sullo stato in cui la Regia Marina affrontò il 2^a conflitto tendono a far affiorare nella loro giusta luce alcuni elementi trascurati.

Parlando di Storia Navale s'intende troppo spesso la sfera della politica istituzionale, quella dei decisori del tempo, non qualsiasi altra politica concomitante come, ad esempio, «la politica industriale», «la politica delle scelte», «la politica delle conseguenze», infine «la politica del bene comune, in questo caso la memoria di chi ha dedicato la propria vita, addirittura sacrificandola».

Dopo tre generazioni occorre anche evitare, ed ovviare, la politica di chi pensa di avere un potere puntuale, specifico, ossia la capacità, evitando commenti scomodi, di ottenere facili consensi, ossia effetti voluti e prevedibili che possono condizionare l'intera collettività (in questo caso navale).

In questo caso esiste un racconto univoco, mentre sarebbe invece opportuno, scegliendo criteri più ampi, ricostruire la storia, vissuta e reale, al di fuori di termini prestabiliti.

Non esiste neppure una sola storia accettabile della Regia Marina, se non quella che, selezionando un perimetro analitico, è possibile definire a posteriori in quanto tale.

La tesi centrale di queste analisi è la debolezza, se non la mancanza, di un racconto analitico/politico integrale del Paese e degli eventi, anche se questo dovesse portare alla riscrittura se non la delegittimazione di parte di ciò che si credeva un racconto consolidato (conformismo che forse è una delle cause della disaffezione emergente).

Senza la costruzione (o ricostruzione) di un racconto comune, soprattutto attuale ed il più possibile asettico della politica navale italiana non potrà cessare l' attuale fase critica, intesa come contrasto tra servilismo e conformismo opposti alla ricerca della verità, un fattore fondamentale non solo per il rispetto e la coesistenza tra i navalisti, ma soprattutto opportuno per rafforzare la Marina.

Oggi siamo di fronte ad una pluralità di interpretazioni, di racconti particolari, spesso discordanti, alcuni intrisi di nazionalismo fuori luogo, ritenuti legittimi in quanto tali e legittimati come dominanti: un accentuato divario narrativo che è anche discrepanza tra narrazione e realtà, che nuoce solo all' Istituzione.

Da molto tempo quando si trattano argomenti di storia navale si abbandonano le analisi e si definiscono tesi, più o meno provocatorie ma quasi mai supportate da approfondimenti multidisciplinari, sulle quali poi si costruiscono tabù sino a confrontarsi schieramenti opposti, spesso precostituiti.

Un brutto modo di affrontare la storia navale oggi che si hanno tanti nuovi strumenti a disposizione e le fonti – che si devono valutare – aumentano esponenzialmente.

È certamente opportuno rivisitare la storia della 2^a G.M. ma per farlo occorre avere, o far convergere, solide basi di conoscenza della tecnologia dell'epoca.

Non si possono valutare i fatti con le conoscenze tecnologiche e sulla base delle capacità industriali non solo odierne ma neppure dell'immediato dopoguerra, quando tutti e tre le potenze sconfitte (i perdenti) godettero di un magico boom economico e conoscitivo con un impensabile recupero di un gap tecnologico ultradecennale.

Il periodo di preparazione alla 2^a GM, il breve e frenetico periodo tra le due guerre mondiali (forse solo il lungo armistizio di un conflitto unico) è stato contraddistinto da un enorme divario tecnico, industriale, tecnologico tra i principali attori, comunque impegnati in una corsa armamentista sulla base di un' irrazionale concetto di "parità" se non di equilibrio, nella ricerca di molti governi o regimi di permanere nel salotto buono di una vittoria incerta, in una sorta di commedia sullo stile della commedia "*Miseria e Nobiltà*" di Totò.

Le nazioni più deboli osservavano con attenzione ossessiva (quasi con invidia e risentimento) l'evoluzione delle capacità militari dei contendenti sulla ribalta, trascurando (molto nel caso italiano) gli aspetti delle proprie reali capacità industriali, sostenibilità come capacità di tessuto e di indotto, non solo spunti o casuali eccellenze.

Bisognava evitare che si creassero divari incolmabili, ma questo comportava in ciascun paese una solida e sincera alleanza tra FFAA e industria, con le FFAA orientate a ricerca ed innovazione, le industrie capaci di adattarsi, seguirle ed essere propositive.

Uno schema di integrazione che vigea in Italia, in campo navale, quando gli arsenali avevano capacità costruttive, in cui spesso si applicava la ricerca di specchiati personaggi che eccellevano in determinati settori. Ambienti dove determinate invenzioni o sviluppi di esperienze acquisite all' estero potevano trovare applicazioni, essere sperimentate se non ed addirittura diventare prototipi; già nel corso della 1^a G.M. venne a mancare il binomio Arsenali/cantieristica-industria privata. Il patrimonio di conoscenze fu disperso, la sua defunzione fu sancita con provvedimenti governativi nell' immediato dopoguerra, quasi che l' uscita di scena degli Arsenali potesse generare da sola maggior lavoro all' industria privata (quando ne era in effetti un complemento).

Premesso che in Italia mai gli Arsenali operarono o tentarono di intervenire nella costruzione di propulsori, meno di quelli endotermici, ma erano comunque capaci di pensare ed adattare sistemi propulsivi, a maggior ragione quando realtà come La Spezia disponevano di capacità come una propria vasca navale.

I provvedimenti adottati nei primi anni 20, molto prima dell' autarchia di regime e ben al di là delle spinte protezionistiche di un'industria parassitaria, portarono alla rottura di questo equilibrio, di questa integrazione, e privarono di fatto la nazione delle capacità di un confronto costante e dinamico con le Forze Armate tipico delle nazioni più potenti; quando queste cercavano di creare un vantaggio potenziale deciso in termini di tecnologia e di potenza (qualità più che quantità), e le Forze Armate della nazione meno forte, cercando di rincorrere i risultati della potenza maggiore optarono - e questo vale per i sommergibili - per la quantità invece che per la qualità.

In merito alla Storia Navale italiana, nell' immediato dopoguerra si sono date priorità e risalto alle azioni ed agli uomini, si sono trascurati gli aspetti tecnici ed ancor più quelli della preparazione e dell'addestramento. In questa fase si sono anche cercate giustificazioni alla sconfitta, almeno parziali, attribuendola più ai mezzi che agli uomini; i mezzi tecnici se non correlati con determinate industrie e la loro politica non potevamo reagire.

Negli scorsi anni '70 con l' apertura dei mercati ed un boom delle esportazioni, alcuni scrittori con tendenze storiche sono stati impegnati nella stesura di pedigree per le industrie che si affacciavano al mercato globale, ed abbiamo assistito (perdura ancora oggi) ad un balletto di rimbalzi di responsabilità, non attaccando (giustamente) i combattenti, rivalutando oltre il dovuto i mezzi e le capacità tecniche, attribuendo ogni colpa al regime, come se questo non fosse stato l' espressione di un momento sociale e soprattutto non fosse collegato a determinati interessi, e le industrie nel periodo fossero state monache di clausura.

La nostra storia militare, e anche le nostre tradizioni, in negativo, sono state in generale marchiate da slogans relativi alla seconda guerra mondiale, tutti in negativo, da "*otto milioni di baionette*", a "*carri*

armati, scatole di sardine", a *"aerei biplani fatti di legno e tela"*, e tra le componenti navali per il mito che si era creato la più colpita è risultata quella subacquea, sia per gli scarsi risultati di fronte ad enormi sacrifici, sia perché, stranamente, è stata quella in cui, stranamente ed in controtendenza, è stata più evidente l' autoanalisi, l' autocritica.

La componente subacquea è stata invece la prima componente militare, in tempi non sospetti, a stilare l'elenco dei difetti tecnici dei propri mezzi.

Ci si dimentica che - seppur in ritardo - almeno sugli apparati motori la Regia Marina era conscia dello stato di inferiorità dei propri mezzi e stava addirittura pianificando la sostituzione dei motori concettualmente più obsoleti e più complicati con più potenti macchine della serie 400.

Ovviamente in un quadro di rivalutazione ed esaltazione delle capacità industriali, questi passaggi, a cominciare dai rapporti del Genio Navale e di MARICOSOM, non sono stati di gradimento di alcuni scrittori e cronisti che hanno prontamente attaccato (nuovamente in chiave politica e non analitica né documentale) l'elenco delle carenze dei nostri sommergibili riportato nella relazione presentata dall'ammiraglio di squadra Mario Falangola, comandante della Squadra Sommergibili della Regia Marina dopo il primissimo periodo della guerra.

Pur trattandosi di una lista minuziosa e circostanziata è stata bollata come inattendibile, in quanto memoria difensiva, giudicata priva di argomentazioni tecniche senza però preoccuparsi di verificarne la fondatezza, che portò alla destituzione dell'ammiraglio dall'incarico; si colpevolizza Falangola di aver scritto solo per giustificarsi dopo una precisa e dura richiesta di Mussolini di dare spiegazioni convincenti sulla palese differenza di risultati ottenuti dalla componente subacquea tedesca rispetto a quella italiana, della quale Falangola era a capo.

Si colpevolizza Falangola per essere stato un sostenitore della prima ora del fascismo, e per essere stato di conseguenza salvato nonostante i risultati e la memoria scritta, e pertanto su queste basi si toglie ogni credito alla relazione trattandosi di una relazione difensiva.

Ancora una volta si generarono, perdurando sinora, fronti opposti, quasi tifoserie, accusando una serie di ricercatori sulle vicende della Regia Marina di essere appiattiti, succubi, in una sorta di sudditanza psicologica nei confronti della Royal Navy, considerata acriticamente e aprioristicamente a un livello quasi razziale superiore alla nostra Marina.

Questi nostalgici, pessimo termine ma purtroppo da prendere in considerazione, tacciano storici e ricercatori dedicati a documentazione e ricerca di accettare in maniera globale, senza neppure osare di sollevare qualche dubbio, la storia della seconda guerra mondiale combattuta sul mare così come è stata raccontata dai britannici.

Poco conta segnalare che le fonti documentali anglosassoni sono molteplici, curate e complete, e pertanto attendibili, mentre altrettanto non si può dire delle nostrane; in questa contrapposizione diventa facile alimentare il mito di una superba arma subacquea italiana, accomunando a difesa storie di uomini che effettivamente fecero ben più che il loro dovere, con quelle di mezzi inadeguati, inaffidabili, frutto di troppi compromessi tra un' industria povera e miope ed un regime che badava solamente all' immagine ed al potere contrattuale basato sul numero delle unità e non sulle loro effettive capacità tecniche (che probabilmente non conosceva né erano prospettate, come è facile evidenziare dagli interventi dell' osannato Curio Bernardis che si riportano in altra sezione).

In questa contrapposizione, fondamentalmente tra anglofobi ed anglo-appiattiti, nasce pertanto qualche dubbio sull' attendibilità e veridicità di ambedue le posizioni, ragione di più per considerare come dopo alcuni decenni dall' inizio di questa ulteriore polemica sia il caso di esaminare oltre le azioni gli aspetti tecnici, logistici ed addestrativi, senza alcun pregiudizio ideologico, senza complessi di sudditanza, secondo rigidi criteri di storiografia ma anche di opportune conoscenze tecnico-tecnologiche.

b) Personale e tecnologia – le carenze ed i ripieghi

Un riferimento ed un punto di svolta per la Regia Marina si ebbe nel 1927 quando l'Ammiraglio Sirianni scelse per lo Stato Maggiore il binomio Ernesto Burzagli, CSM, e Romeo Bernotti, vice.

Sotto il loro impulso negli anni immediatamente successivi la formazione del personale e l'addestramento divennero priorità, in coincidenza con l'entrata in servizio delle prime navi costruite nel dopoguerra, e già nel 1931 per le navi si poteva contare con sette mesi dedicati all' addestramento e maggiore permanenza in mare.

Il problema di fondo, per una Marina che doveva affrontare salti tecnologici e qualitativi, rimaneva quello del personale, con solo un terzo della forza addestrata per più di due anni (in genere personale CREM) e metà degli equipaggi (prevalentemente personale di leva) che cambiavano ogni mese di agosto.

Personale e tecnologia marciavano sempre di pari passo, due fattori indissolubili; purtroppo mentre la Regia Marina puntava ad un salto di qualità anche attraverso la crescita numerica e professionale del proprio personale, la politica e l' industria seguivano un altro percorso (*un particolare significativo: nel 1931 la Regia Marina per il proprio personale tecnico, meccanici ed armatori, puntava sulla conoscenza, uso ed abilità nella saldatura elettrica ad arco, al pari delle altre Marine, ma questa pratica costruttiva era ignorata e rigettata dalla cantieristica, e tale rimase sino alla fine degli anni 30*).

Sintetizzando quanto ampiamente ed opportunamente sviluppato dal De Ninno nel suo *Fascisti sul mare (vero testo di riferimento e indispensabile consultazione per l'ampiezza dei dati e la minuziosa ricostruzione)* è da notare come dalla seconda metà degli anni '20, gli armamenti italiani furono caratterizzati da costi eccessivi, minor qualità ed insufficiente quantità rispetto a quelli delle altre potenze.

Qualsiasi confronto o correttivo al riguardo risultò difficile, per la rigida disposizione di ricorrere esclusivamente alle produzioni e forniture nazionali imposta ben prima dell'avvento del fascismo.

Malgrado che il regime avesse costituito in rapida successione, tra il 1923 ed il 1925, una serie di enti che avrebbero dovuto sviluppare la ricerca scientifica e potenziare la capacità industriale del paese, quali – per citare quelli più attinenti la materia - il CNR, Comitato Nazionale delle Ricerche, la Commissione Suprema di Difesa, il comitato per la mobilitazione industriale.

Sull' impegno ed efficacia di questi enti valga solo l'esempio del radar, con Marconi ai vertici del CNR (*vedere: il mito del radar, italiano - Academia.edu*)

Si parla tanto, troppo, di radar, eppure la sua disponibilità avrebbe influito molto relativamente sull' andamento ed esito della guerra, e nulla si parla delle vicende della propulsione dei sommergibili: eppure il mito creato intorno al radar ha molto in comune, seppur di segno opposto, creato intorno ai sommergibili.

La conoscenza, l'intelligence e la produzione di adeguati propulsori avrebbe assicurato quella (maggior) efficienza e letalità dei sommergibili italiani di cui non si vuol parlare.

Anche in questo caso la Regia Marina sapeva, o per lo meno sapeva dove andare, e fece –sola- quanto era nelle sue possibilità per andarci, ma quando sarebbe stata necessaria un'integrazione delle produzioni a monte (come nel radar) dovette scontrarsi con l'insipienza e le speculazioni di un'industria italiana arretrata e di una classe imprenditoriale sorda e retrograda

In ambedue i casi la colpa è grave, ed è da addebitarsi alla disattenzione dell'industria.

Tornando alla scarsa intelligence tecnologica, alla ricerca mancata delle strutture preposte, si trattava di enti che da una parte mancavano della forza istituzionale di indirizzo ed imposizione, sia nei confronti delle FF.AA. sia dell'industria, e dall' altra soffrivano di commistioni come punto di arrivo di troppe carriere (tornando anche in questo caso all' esempio del radar e del suo mancato sviluppo).

Questi enti non ebbero in pratica influenza nello sviluppo della propulsione, con lo sviluppo dei motori endotermici lasciato al binomio (scarsamente concorrenziale e meno competitivo) FIAT – TOSI.

Lo stato d'altronde, inteso come espressione del regime, subiva le lobbies ed aveva troppi compromessi con i principali gruppi affaristico/industriali per rompere il cartello imperante nella maggior parte di essi, così come il pratico monopolio in altri.

Nemmeno la grande recessione e la successiva creazione dell' IRI scalfirono le posizioni di questi soggetti e permase nefasto l' indirizzo della massima redditività derivante dal solo sfruttamento di processi e tecnologie obsoleti senza ricorrere a innovazioni od almeno ristrutturazioni industriali.

Negli anni '30 progressivamente aumentò il divario tecnologico del paese, un'arretratezza nota, quasi suicida, che impedì alle FFAA di operare scelte, di confrontare offerte ed opzioni, di conseguenza di acquisire mezzi e soprattutto armamenti moderni.

Mancò altresì il confronto con quelli che erano stati i centri di applicazione ed in alcuni casi propulsori dell'innovazione, gli arsenali, capaci almeno di mettere a punto e testare prototipi di armi, apparecchiature e mezzi, contribuendo in vari casi a fornire riferimenti di costi/prezzi utili per la contrattazione con l'impresa privata o la stessa industria parastatale.

Una scelta suicida per la Regia Marina, che di fatto smantellò la capacità costruttiva/produttiva degli Arsenali proprio quando in altri paesi si intervenne sugli stabilimenti navali per trasformarli in centri di eccellenza, oltre che di sviluppo; nel campo della motoristica è importante il ruolo assunto dal Bureau of Engineering che affidò al NYNY (New York Navy yard) addirittura la costruzione di motori diesel, cominciando dalla replica dei motori MAN tedeschi, sia con acquisizione di licenza sia con clonazione delle macchine recuperate dalle prede belliche: i risultati non furono immediati, anche perché non si trattava solo di lavorazioni meccaniche ma si dovette risalire a monte, a metallurgia primaria per la scelta od il recupero di leghe speciali, a fusioni o forgiatura, ma comunque gli arsenali della US Navy supplirono alle carenze della recalcitrante industria privata sino a che non riuscirono a risvegliarne l'interesse con le massicce forniture pre-belliche ed ovviamente belliche.

Quella dello smantellamento delle capacità produttive degli arsenali fu una scelta di politica interna italiana, sull'onda della crisi post prima guerra mondiale, ben prima dell'avvento stesso del regime fascista, preludio di una ripartizione di commesse in forma diretta e poco trasparente; una ripartizione che passava sopra esigenze, specifiche e piani della stessa Regia Marina, ed era regolata per influenze lobbistiche nonché di carattere regionale/occupazionale, giustificata persino con la necessità di costruire rapidamente le unità per raggiungere e mantenere la parità navale.

Questa procedura non teneva conto della specifica preparazione dei cantieri, lasciandoli su livelli qualitativi differenti, con il risultato di soluzioni (e risultati) diversi anche su unità formalmente della stessa classe.

Le diverse motorizzazioni delle unità, e la "flessibilità" sulle accettazioni dopo le prove – e spesso nonostante gli esiti – ne sono la prova, come già menzionato.

Anche se le responsabilità di piattaforma (scafo galleggiante ed apparato motore funzionante) erano di competenza dei cantieri (in effetti le uniche) in effetti anche in questo caso esisteva un criterio di ripartizione delle forniture che arrivava sino a livelli governativi, al punto che non si raggiunse mai l'uniformità degli apparati motori, almeno per classi, con facili rimpalli di responsabilità e costi su inadempienze, ritardi, applicazioni di extra prezzi, prestazioni alle prove. Il continuo richiamo all'urgenza ed a possibili ritardi nell'approntamento impediva sia l'innovazione sia la sperimentazione, mentre restringeva addirittura interventi correttivi, privilegiando la continuità e le disponibilità esistenti.

Sotto questo aspetto i vertici della Regia Marina assunsero una posizione miope e suicida, che con gli anni '30 si restrinse ad un'accettazione supina delle sollecitazioni politiche accettando la quantità e non la qualità, accettando la riproduzione secondo processi e tecnologie maturi se non superati piuttosto che spingere sull'innovazione.

L'evoluzione, peraltro minima, dei motori diesel per impiego navale si ridusse all'adozione - peraltro tardiva - dell'iniezione meccanica del combustibile ed a partire da tale transizione non si registrò alcuna apertura verso nuove soluzioni, costruttive e di sistema (punto dolente della propulsione diesel elettrica).

Tecnologia e personale marciarono di pari passo: carenze di personale e marginalizzazione in termini di carriera degli ufficiali tecnici, rallentarono non solo la ricerca (che tradizionalmente era relegata in ambito militare) ma anche la valutazione di nuovi prodotti o minime innovazioni.

Carenze di personale che non riguardavano solo gli ufficiali, ma erano macroscopiche tanto riguardo alla preparazione professionale per alcune (nuove) categorie del CREM (Corpo Reale Equipaggi Marina) quanto riguardo alla consistenza numerica, in particolare i sottufficiali.

Con le già citate "cure" del binomio Burzagli / Bernotti, il personale volontario raggiunse livelli più alti se non ancora ottimali, con una punta di consistenza percentuale ben superiore al 40% nel 1931, per poi

decreocere costantemente per mancanza di incentivi e prospettive di carriera sino a risultare poco superiore al 30% nell' imminenza del conflitto.

Per il personale militare, ufficiali e CREM, si trattò del risultato di una miope politica di contenimento delle spese correnti, ulteriormente aggravato dal fatto che volendo prioritizzare la permanenza e la carriera delle categorie "combattenti" si ridusse in misura maggiore sia il personale tecnico uniformato, in particolare il Genio Navale e le Armi Navali nel loro impiego a bordo, sia i dipendenti civili sia erano il nerbo dei servizi di assistenza e messa punto, i settori con le maggiori problematiche.

La difformità degli apparati motori, tra classi di unità ma spesso anche tra unità della stessa classe, portò alla necessità che le ditte costruttrici creassero sezioni assistenza nelle principali basi navali, con la conseguenza che l'assegnazione delle unità a determinate basi avveniva anche in base alle opportunità di assistenza degli apparati motori e la disponibilità logistica di ricambi.

Questo servizio, molto costoso e vantaggioso per i fornitori, si sovrapponeva ai ruoli ed alle funzioni degli arsenali e compromise ulteriormente il travaso di conoscenze tra i costruttori e gli utenti, una situazione che non favoriva certo la formazione e la responsabilizzazione del personale destinato a bordo.

Si creò una debolezza strutturale che cresceva esponenzialmente, che non si riuscì mai a colmare con misure di mobilitazione del complemento e dei rinalzi; gli impegni delle guerre di Etiopia e di Spagna comportarono tra le misure di ripiego la sospensione dei Corsi superiori e dei corsi di specializzazione tecnica (compresi telecomunicazioni, tiro, servizio elettrico, macchine).

Misure che si acuirono costantemente con il risultato di un depauperamento cognitivo e pratico del personale, con tirocini formativi di durata, e conseguentemente contenuti, inferiori a quelli stabiliti.

Per far fronte a queste carenze si ricorse a richiamati, ad aumentare la base degli ufficiali di complemento, ad incrementare il ruolo del personale in s.p.e. ma allo stesso tempo a contrarre in tempi e contenuti la formazione.

Nel campo della propulsione poco si ottenne con la priorità nella coscrizione del personale proveniente dalle industrie meccaniche fornitrici della marina, e dalle aree relative.

Nel caso della propulsione dei sommergibili – ed il tragico riscontro si ha con l'elenco delle perdite – si ricorse all' imbarco di personale di assistenza delle ditte costruttrici

Malgrado tali misure il personale era costantemente in carenza numerica, e tra quelle di contenimento non fu destinato sufficiente personale agli allestimenti di navi, apparati ed armamenti, dove non solo assicurava attività di vigilanza ed ispezione ma riceveva anche formazione, con opportunità di adeguamento a nuove tecniche, mentre furono introdotti turni estremamente rapidi di rotazione in incarichi e destinazioni

Come conseguenza il personale passava pochissimo tempo sulla stessa nave e molto meno nello stesso incarico e nello stesso team; praticamente diventava improbabile se non impossibile stabilire un corretto standard gerarchico e di funzioni, ma neppure familiarizzarsi con colleghi ed apparati,

La situazione era identica per ufficiali, sottufficiali e comuni, tra i quali venivano a mancare del tutto nelle categorie dove non solo si richiedeva consistenza numerica ma maggior specializzazione ed affiatamento.

Questa problematica per il personale motorista era appena inferiore a quella ben più grave delle specialità di tiro

Le frequenti mobilitazioni non sanavano queste difficoltà, e meno con la rudimentale preparazione se non improvvisazione che le caratterizzava; il quadro peggiore era quello relative ad alcune specialità, come conseguenza non del sistema di mobilitazione, ma all' imprevisione per scarso coordinamento sulle scelte di materiali e macchine operate in termini di acquisizioni diverse come specifiche e standard; difformità ed eterogeneità di apparati modalità di impiego, artifici di esperienza, che pertanto non potevano essere codificati nella strutturazione stessa delle specialità e dei corsi del CREM.

Le carenze, e le deficienze numeriche, erano esasperate riguardo alle categorie più importanti per le nuove costruzioni, facendo esteso ricorso all' imbarco di "Tecnici di garanzia", tale che anche durante gli eventi bellici si registrarono perdite tra questo tipo di personale imbarcato.

L' innovazione e lo sviluppo tecnologico – le attribuzioni, le responsabilità ed i ripieghi, non le soluzioni

In merito all' acquisizione di tecnologia e capacità, potrebbe essere interessante un parallelo con la US Navy che nella seconda metà degli anni 20 incontrava, in particolare nei rapporti con l'industria fornitrice e nelle necessità di evoluzione, quasi gli stessi problemi della Regia Marina.

La US Navy si affidava al "sapere" delle industrie, sapere in base al quale le industrie avrebbero dovuto operare scelte di adeguamento ed innovazione. Sapere in base al quale le industrie avrebbero dovuto assumere la responsabilità di fornire e garantire un prodotto efficiente ed aggiornato, sapere che avrebbe permesso di stabilire un prezzo non solo giusto, ma adeguato per essere "onnicomprensivo" (ossia certo, bloccato)

Le industrie ritenevano invece che il "sapere" a cui adeguare le proprie forniture fosse praticamente di competenza del committente/utente, la US Navy, e quindi sua responsabilità.

Ne derivava che la responsabilità dell'innovazione, e non solo della sperimentazione con i conseguenti aggiustamenti/modifiche, avrebbe dovuto ricadere totalmente sulla US Navy.

La US Navy riteneva invece che ricerca ed innovazione avrebbero dovuto essere condivise, ma anche essere fondamentalmente di competenza dell'industria, che ne ricavava benefici, comunque nell' ambito di quella simbiosi (*di cui si parla nella successiva Parte VII*) che aveva caratterizzato la produzione di guerra, generando una integrazione (costosa per l'industria) che portasse finalmente allo sviluppo di un prodotto valido.

Una visione che peccava di una certa dose di mistica e ingenuità, semplificazione tipica degli Stati Uniti, ma nel contesto italiano avrebbe avuto una logica e avrebbe rispecchiato una certa reciproca saggezza, vista anche la dipendenza diretta o indiretta, per le sovvenzioni, dei fornitori italiani. Continuando le considerazioni su un ipotetico parallelo, se questo era fuori luogo nel contesto statunitense del momento, rispecchiava però in Italia lo spirito del regime e dei nuovi programmi di costruzione.

Con le dovute distanze e pur considerando la zavorra italiana di una imprenditoria più legata a protezioni/sovvenzioni e ad un retaggio di intrecci committente/fornitore, la situazione e le condizioni avevano molte similitudini e misero in luce problematiche che avrebbero aperto le porte ad una evoluzione del sistema industriale italiano ma che in Italia di fatto non si vollero mai affrontare al di fuori del dirigismo del regime

La differenza non solo tra le due Marine ma anche tra i due sistemi era la diversa consapevolezza del problema, mentre nelle già citate proporzioni le problematiche erano identiche visto che le due Marine sfruttavano ancora i mezzi che le rispettive capacità industriali (e interventi combinati tra le stesse) avevano potuto fornire nel momento delle necessità e dello sforzo bellico, anche se questi mezzi si erano ormai rivelati inferiori a quelli del nemico sconfitto.

Le due Marine uscivano da insoddisfacenti cooperazioni internazionali, compresa l'industria tedesca prima degli eventi bellici, nonché di difficoltoso recupero delle prestazioni nei confronti dei mezzi dell'avversario in guerra, comprovato dalle conoscenze derivanti dalle prede belliche, esaminate a fondo e con sconcerto negli Stati Uniti, con superficialità ed arroganza in Italia (dove non portò ad alcun risultato).

Nella comune inferiorità la distanza tecnologica dell' epoca tra US Navy e Regia Marina era insignificante e la motoristica dei due paesi era comparabile tanto che esistevano ipotesi se non addirittura opportunità di interscambio di forniture e di licenze.

La stagione dei trattati, con lunghe permanenze di consistenti delegazioni, aveva portato a conoscenze e frequentazioni che duravano e durarono nel tempo; la stessa industria italiana, in special modo la TOSI, vedeva gli Stati Uniti come un mercato ed era presente ed attiva nelle associazioni tecniche ed imprenditoriali. Ancora una volta si deve parlare di opportunità mancate.

La propulsione era stata identificata come il "Tallone di Achille" (*termine letteralmente usato dalla US Navy*) dello sviluppo dell'arma sottomarina statunitense, generando un conflitto con il principale fornitore (NELSECO) che portò a drammatiche conseguenze per lo stesso ed all' assunzione di un ruolo industriale da parte della US Navy, attraverso i propri arsenali.

Il dibattito, anzi lo scontro, era pubblico e coincise con la già citata fase di consistente presenza navale e politica italiana nell' ambito dei trattati e della loro ridiscussione ed applicazione.

L' Italia, con il regime, voleva riconoscimenti e posizioni, ed i rapporti con gli Stati Uniti erano occasione ed opportunità.

Quanto esigeva la US Navy era forse distante dalla mentalità corrente in Italia, ma sarebbe stata un' importante materia di analisi e discussione per l' evoluzione: la US Navy esigeva prezzo certo ma soprattutto garanzie a fronte di questo prezzo, le industrie ritenevano di dover fornire un prodotto con un prezzo di riferimento al momento ed alle condizioni dell' offerta mentre il costo reale, finale, e le del tutto eventuali garanzie sarebbero dipese dalle richieste di modifica od aggiornamento della stessa USN.

In Italia la gestione delle accettazioni, delle penalità e delle garanzie fu risibile, come si tratta in altri punti di questa analisi, e come in generale riguardò tutta la costruzione navale, a partire dall' aspetto delle velocità contrattuali, inutile e pernicioso esibizione di inesistenti capacità.

La soluzione adottata dal Department of Navy avrebbe dovuto far riflettere in Italia sulle nuove misure in atto riguardo gli arsenali navali ed ai rapporti con industrie che tendevano a cartelizzare: la decisione statunitense, certamente rischiosa e pieno di incognite in quanto poco consona allo spirito americano, sarebbe stata certamente più in linea con le tipiche politiche italiane.

Nei confronti dell' industria statunitense alla fine fu positiva, ed al di là dei non entusiasmanti risultati immediati sui prodotti divenne il fattore sia di metodo sia trainante, il detonatore dell' interesse e della partecipazione di settori sempre più numerosi ed importanti dell' industria statunitense.

In Italia non si valutò, ma forse neppure si pose il quesito, né la soluzione né le opportunità che avrebbe potuto sviluppare nel contesto nazionale.

La Regia Marina sapeva e le conclusioni potevano essere diverse ...

La Regia Marina sapeva e riferiva, ma forse non aveva potere contrattuale né potere interlocutorio e propositivo con l' industria, ed i vertici "abbozzavano " invece di reagire ... (e l' esempio di Tahon de Revell forse non era attuale)

Con le giuste proporzioni, e le dovute distanze da una capacità imprenditoriale che era visione e futuro con accettazione e valutazione di rischio e non il nostrano retaggio di privilegi ed intrecci, la situazione delle due Marine non era molto diversa, soprattutto con posizioni non molto diverse da quelle riscontrabili in Italia.

La differenza, con la riflessione e la chiarezza che mancarono in Italia ed ancora oggi è difficile mettere a fuoco, è quella dei rapporti reciproci e della "catena" contrattuale che regolava la fornitura di unità alla Regia Marina: nessuna delle parti aveva la percezione dell' obsolescenza di certe soluzioni né il progresso dei concorrenti né riconosceva la portata e la natura della reciproca dipendenza (ed in Italia le parti erano più di quelle che si contarono negli USA).

Ognuna delle parti aveva una percezione diversa delle proprie attribuzioni ma soprattutto delle proprie responsabilità nello sviluppo e nella costruzione dei sommergibili (ed anche delle altre unità).

Mentre negli Stati Uniti il duro e quasi pretestuoso confronto iniziale si trasformò, quasi involontariamente, in fattore determinante nello sviluppo di tecnologie di punta, e non solo per la propulsione dei sommergibili, in Italia il confronto permase a livello di incomunicabilità e conflitto latente, con il risultato dell' obsolescenza e dell' impreparazione quasi assoluta alle esigenze del nuovo conflitto, che non era un confronto di forze ma di tecnologie, la contrapposizione di capacità e sistemi industriali.

In Italia le parti non erano due, ma almeno tre, con l' onnipotente regime che gestiva direttamente i rapporti industriali e le commesse; la Regia Marina non aveva potere contrattuale, né reale né relativo, abissalmente lontano da quello del Department of Navy: dipendeva da un vertice che era lo stesso che distribuiva le carte, pagava e si dava il resto.

La conclusione fu inevitabilmente diversa, di segno opposto, ed il divario della Regia Marina con le "altre", indipendentemente che fossero potenziali avversarie o potenziali alleate, continuò ad aumentare, con le

conseguenze note, in primo luogo con battelli che erano nel migliore dei casi una semplice evoluzione di quelli con cui si era combattuta la 1^a guerra mondiale.

c) Politica o strategia?

Quando si analizza lo sviluppo della Regia Marina dopo la 1^a Guerra Mondiale, spesso ci si dimentica delle vicende che hanno investito la stessa Regia Marina, privandola di fatto di influenza e potere decisionale (e spesso neppure propositivo) e ponendola praticamente "sotto tutela" per tutto il ventennio...

Nella gravissima crisi, morale, istituzionale, economica del primo dopoguerra di una vittoria che tale non era stata, né era compiuta in termini di crescita e progresso, i governi che si succedettero tentarono di coinvolgere nelle decisioni politiche esponenti militari di grande prestigio e con largo seguito nelle rispettive FFAA, con l' apparente desiderio di coinvolgere nelle decisioni politiche le rispettive FFAA, con il Generale Diaz e l'Ammiraglio Thaon di Revel, chiamati a reggere rispettivamente i Ministeri della Guerra e della Marina.

Grazie anche al loro lavoro si giunse nel 1923 a definire programmi prima di ristrutturazione e poi di potenziamento delle Forze Armate, con un abbozzo di indirizzi tecnici e minimamente strategici (si profilava anche la stagione dei trattati, per i quali bisognava essere preparati).

Un taglio specialistico, pur nell' ambito di un coordinamento, che ebbe vita breve, e terminò quando, con la legge dell'8 maggio 1925, veniva istituito lo Stato Maggiore Generale, subordinando praticamente la Marina alle dipendenze del Capo di Stato Maggiore dell'Esercito poiché questi era anche il Capo di S.M. Generale.

La gravità e le ripercussioni di questa situazione portarono alle dimissioni di Thaon di Revel come espressione non solo del malessere ma del disaccordo della RM per un' ordinamento che sanciva la dipendenza dall'Esercito dello sviluppo e dell'impiego della Marina, nel contesto di una visione di guerra prettamente terrestre.

Da quel momento la Regia Marina fu subordinata ad una visione strategica non consona alla sua esperienza ma neppure a quella proiezione regionale e globale a cui aspirava il Paese, ma si acuì anche la dipendenza dal potere politico quando, accettate le dimissioni di Tahon di Revel, il Ministero della Marina passò ad interim nelle mani del Capo del Governo che aveva accentrato nella sua Persona i dicasteri della Guerra, degli Interni, degli Esteri e della giovane Aeronautica.

In pratica da quel momento gli indirizzi e l'effettiva guida degli affari militari rispondeva anche agli obiettivi propagandistici del Governo, e le commesse dipendevano anche dalla vulnerabilità del governo alle lobbies industriali che certamente avevano appoggiato l'ascesa del regime.

Su questi temi, e le conseguenze di una non politica specialistica e di settore si è trattato in altra analisi (*l' condizionamenti nello sviluppo della Regia Marina negli anni '30*) ma vale la pena richiamare alcuni concetti e pochi passaggi critici.

Intorno agli anni trenta la ricostruzione della flotta era già delineata, non tanto come strumento navale ma come proiezione di immagine, inquadrata nella situazione storica di quel periodo e nella politica estera che il regime stesso perseguiva, facendo propria la tesi che in tempo di pace le Marine determinino le gerarchie delle nazioni, ed in particolare che la potenza della flotta doveva essere il sostegno della politica estera. Il tutto rigidamente ancorato alle conclusioni della grande guerra, compresa la "vittoria mancata", in precario equilibrio tra un atteggiamento di diffidenza verso Inghilterra e Francia e nello stesso tempo di ricerca di un compromesso.

Nei restanti anni '20 (ed in parallelo con la politica sbandierata più che condotta in occasione della discussione dei trattati) si tratteggio, forse per la reminiscenza della recente guerra, un programma sproporzionato al Paese ed alla forza, portato avanti con sacrifici finanziari per la Nazione, in nome di una ricostruzione e proiezione industriali fittizie, anche a scapito di quelle che avrebbero potuto essere le reali esigenze della Regia Marina.

In termini di potere navale e reale rispondenza dello strumento navale andò così in gran parte vanificato lo

sforzo economico e finanziario del Paese, quando nel quadro del previsto potenziamento gli stanziamenti per la Marina subirono continui aumenti passando dai 770 milioni di lire del 1923-1924 (120 dei quali destinati alle nuove costruzioni contro i 48 dell'anno precedente) agli oltre 1.000 milioni del 1926-1927 dei quali oltre 210 per nuove costruzioni.

Nel 1926-'27 vennero inoltre stanziati - finalmente - anche 100 milioni per l'espansione e l'ammodernamento delle basi, condizione anche per assicurare un maggior raggio di azione alla squadra.

Lo stato investiva, anche eccessivamente, sulle Forze Navali, ma l'industria, la vera beneficiaria di questi sforzi, non pensò minimamente di investire, e nemmeno di reinvestire i proventi, né quelli accumulati di guerra né quelli derivanti dalle nuove succose commesse, per le quali non era stato necessario alcun nuovo investimento né in ricerca né in dotazioni né in infrastrutture.

Il programma del governo si rivelò – almeno sulla carta - ambizioso, anche se non rispondeva alle reali esigenze della Marina, sia per le caratteristiche delle unità sia per la realizzazione in tranches troppo accelerate (a favore dell'industria navale) per permettere la valutazione di eventuali errori e la loro correzione.

Con tali stanziamenti sopra citati i programmi navali prevedevano: due incrociatori pesanti da 10.000 tonnellate, i "Trento"; 4 incrociatori leggeri, il primo gruppo della classe "Condottieri"; 12 esploratori classe "Tarigo"; e poi 12 caccia, 19 sommergibili, 7 mas, 7 posamine, 7 navi ausiliarie.

Dal punto di vista strettamente tecnico una serie di unità tradizionali, tutte con propulsione a vapore, con l'unico impegno ed innovazione del passaggio dal carbone al combustibile liquido, con una piccola aliquota di unità ausiliarie ed i sommergibili che dovevano incorporare e sviluppare la propulsione endotermica, essere supportati con decisivi interventi sull'innovazione; la propulsione, come nelle altre marine, era l'immediato fattore critico.

Lo sviluppo della flotta negli anni trenta fu quindi teso a realizzare, in attesa del rinnovamento della linea delle navi da battaglia, un nucleo di unità, solo formalmente rispondenti alle linee del trattato di Washington, ma non esistette mai un quadro di riferimento per un bilanciato incremento delle capacità industriali (cantieri ma soprattutto stabilimenti meccanici dedicati all'industria navale) in linea con l'evoluzione globale delle tecnologie e degli apparati.

Macroscopico ed ingiustificabile il ritardo nell'adozione della saldatura elettrica ad arco, fondamentale per le unità navali, determinante anche per equilibrare le caratteristiche delle unità pur nel rispetto dei termini dei trattati (bastava considerare l'esperienza e l'impegno dell'"alleato" tedesco).

Per un programma tutto teso a massimizzare la velocità delle unità, assurdo ed ingiustificabile il ritardo, incolmabile, nello studio e nell'applicazione dell'ottimizzazione del ciclo vapore: alcune unità italiane, come conseguenza di questo continuarono ad adottare apparati motore dell'ordine dei 50 kg di peso per CV/asse, quando le altre marine partirono da condizioni intorno ai 30 kg di peso/Cv asse per tendere a valori inferiori ai 20 Kg. Lo stesso dicasi per i consumi specifici, gr/CvH.

Ancora più grave fu il ritardo nello studio e sviluppo di nuovi propulsori endotermici, poco in quello dei motori a ciclo Otto per l'arma insidiosa "tipica", i MAS (nei riguardi dei quali ci fu un minimo di economia di scala con i propulsori aeronautici), meno ancora per i motori a ciclo diesel, per i quali si accettò la ripartizione di mercato (e disviluppo) FIAT – TOSI e soprattutto per i quali si accettò supinamente la riproposta di soluzioni ormai superate.

Di fatto si adattò – appiattendolo verso il basso - lo sviluppo dei mezzi alle ridotte (in alcuni casi sarebbe meglio dire svogliate) capacità industriali risalenti allo sforzo bellico della 1^a GM, senza imporre alla connivente industria di regime ricerche, sviluppi, acquisizione di nuove tecnologie; il mito dell'autarchia nascose molte delle deficienze industriali del paese, che aumentarono paurosamente nel corso del decennio.

Il mito dell'autarchia ed il mito della visibilità, che in tempo di pace poteva venire espresso da velocità strabilianti richieste (in condizioni del tutto particolari) alle nuove costruzioni.

Mito della velocità che però non riguardò le unità propulse da motori endotermici, come prima linea solo i

sommergibili, per i quali si accettarono prestazioni e prospettive del tutto riduttive rispetto a quelle dei potenziali avversari; eppure esisteva una economia di scala per un maggiore impegno, sia per le priorità assegnate ai sommergibili nei programmi nazionali, sia per le consistenti esportazioni, sia di unità complete sia di componenti (come nel caso della Unione Sovietica).

La Regia Marina non fu solo succube e connivente, ma preoccupata dal gap che si estendeva platealmente, flotta di superficie ma anche forza sottomarina, di puntare su tipi di nave, e soprattutto caratteristiche, più idonei al compito di costituire una flotta bilanciata, idonea ad operare in tutto il Mediterraneo ed in parte negli oceani, con al centro una Squadra, spina dorsale del potere navale, in cui l'affidabilità e la solidità costruttiva desse più ampie garanzie.

Il mito della velocità portò a condizionare i progetti ed a trascurare, soprattutto per le unità minori (come alternativamente venivano considerati i sommergibili come impiego e caratteristiche operative), l'equilibrio tra le varie componenti di un progetto navale.

Non solo vale ricordare che la velocità cresce con il quadrato della potenza, ma bisogna ricordare che gli apparati motore prodotti in Italia segnavano già all'inizio degli anni 30 un margine notevole di ritardo ed obsolescenza, che si ampliò ancora nel corso del decennio.

Nell'esponente di peso delle unità navali italiane (ma anche dei grandi transatlantici dell'epoca) l'A.M. aveva un "peso" (non solo fisico) preponderante, a scapito di tutti gli altri parametri, comprese autonomia e vivibilità, affidabilità e standardizzazione logistica per i sommergibili, per volutamente omettere i fondamentali protezione ed armamento.

Il rispetto dei termini dei trattati fu risibile, pieno di sottigliezze ed omissioni, e comunque indebolì molto (e non solo in Italia) la "buona pratica" della progettazione e della costruzione navale.

Le velocità furono raggiunte, per tutti i tipi di unità compresi i sommergibili, in condizioni di carico e dislocamento ben lontane dalle condizioni in cui effettivamente operarono (basti pensare che alcune torpediniere, con dislocamento alle prove di 740 T, quando raggiunsero 35 nodi, operarono in guerra con un dislocamento superiore alle 1000 T, con evidente decadimento delle prestazioni); nel caso dei sommergibili, dietro il paravento di risibili penalità nei confronti dei cantieri, si accettarono notevoli riduzioni di velocità ed autonomia.

L'autonomia era data riferita ad una velocità di crociera teorica, minima (nodi, a volte persino difficile da mantenere) che non rispondeva minimamente alle necessità operative; e nulla fu fatto per la reale tenuta al mare che influiva enormemente sui consumi, oltre che sul tormento alle unità ed equipaggi.

d) Una breve ed opportuna retrospettiva: la guerra tecnologica, arroganza, miopia, incapacità, speculazione

La storia navale non è fatta solo di cronaca, non è fatta (anche se sembra, e così è intesa da molti) solo di puntigliose ricostruzioni cinematiche e temporali, neppure di sottili disquisizioni estetiche, con competizioni di spotting, corredate più o meno di aneddoti, ma è fatta anche di perché, perché politici, perché strategici, moltissimo da perché tecnici ...

E' giunto il momento che si parli anche di storia della tecnica, investendo un poco anche sulla conoscenza dei problemi e dei parametri fondamentali di una nave, ancor più dei sommergibili..... magari cominciando da una maggiore conoscenza degli apparati motori.

Per la storia tecnica credo sia giunto il momento di fare chiarezza, per quanto riguarda la Regia Marina ed anche per gli uomini che in essa si sono sacrificati per un'ideale, di Patria e di Nazione.

Chi ha servito nei primi anni della MMI, ancora su navi con branda e gamella, a contatto di gomito con "quelli di sottocastello" non poteva che guardare stupito quelle condizioni poco umane confrontandole con quelle di altre marine, e poi della Marina che è sopraggiunta, con la fortuna di coloro che successivamente hanno potuto "vivere" navi sempre più moderne.

Occorre rendersi conto che un apparato motore dovrebbe essere lo strumento che permette ad una nave "equilibrata" di andare per mare ed assolvere i compiti che le sono stati assegnati (sia come specifica di progetto sia per esigenze operative) ed essere consapevoli, forti dell' esperienza acquisita con le costruzioni dei primi programmi postbellici e poi delle leggi navali, ormai due, che nel periodo tra le due guerre, più per scelta politica e pressioni di lobbies che per scelta strategica, soprattutto per ragioni di immagine, ci siamo trovati di fronte all' assurdo di **navi fatte per portare a spasso gli apparati motori**, mettendo in secondo piano e minore priorità le altre caratteristiche, apparati che poi solo sulla carta ed in condizioni eccezionali fornivano quelle prestazioni tanto sbandierate.

Per descrivere molte delle navi prodotte (scafi, a.m., dotazioni) negli anni '30 per la Regia Marina bisogna forse ricorrere ad un brutale paragone, quello della vendita sulle spiagge e per le strade di prodotti contraffatti, soprattutto borse e borsette.

Molto simili a quelle delle grandi griffes, a volte perfette come sembianze, alla prova dei fatti mostrano la corda, per i materiali di cui sono fatte, più ancora che per la forma e la cura con cui sono fatte.

La Regia Marina e la sua gente sono state mandate a combattere, e spesso a morire, con mezzi contraffatti, contraffatti perché la nostra industria non disponeva né degli impianti né dei materiali adatti e non lo ammetteva, perché le imprese tacevano e speculando preferivano investire in lobbies e rapporti politici piuttosto che in ricerca ed innovazione, in relazioni e licenze con imprese straniere.

Mancando queste premesse, e mancando la possibilità di scambi e di confronto con "cose" diverse, con pensieri diversi, e di conseguenza aggregazioni ed economie di scala, poco contarono molte brillanti invenzioni, soluzioni che troppo si vantano ma con continuità ed incentivi sarebbero state favorevoli per la RM e l'industria stessa.

La Regia Marina, nei suoi primi cinquant' anni - riscattandosi da Lissa e con un indubbio peso politico e partecipazione alla vita nazionale - arrivò alla 1^a GM con mezzi all' altezza dei tempi, appoggiata da industria aperta, un'industria certamente debole e giovane ma collegata, anche come investimenti, all'industria internazionale; si spense con la "vittoria", forse una vittoria mancata, incompiuta.

Tra le due guerre mancarono i collegamenti, mancò soprattutto la spinta alla ricerca ed all' innovazione da parte dell'industria, chiusa su sé stessa, arrogante, chiusa a speculare e tesaurizzare quanto aveva acquisito con lo sforzo bellico della 1^a GM, e su questa base e con queste (in)capacità si affrontò e si combatté la 2^aGM, che fu un conflitto tecnologico, che ci schiacciò.

L' autarchia fu una giustificazione opportunistica mascherata in chiave di nazionalismo spinto per sancire definitivamente quella spinta alla chiusura, all' innaturale ed arrogante vocazione di autosufficienza dell'imprenditoria italiana.

Una giustificazione che andava oltre la realtà e la portata delle sanzioni, un modo di pensare ed affrontare i

problemi senza cercare soluzioni che ammantò tutto, nascose la crisi finanziaria e la mancanza di valuta, nascose incapacità e corruzione, fece brillare menzogne, presunzione ed arroganza, lasciando spesso le FFAA al margine, anzi tacitandole: per la Regia Marina il punto massimo dell'inganno fu raggiunto con la rivista H del 1938, un'esibizione di altri tempi, che solo si può paragonare allo sciorinio estivo dei "vu cumprà..." sulle nostre passeggiate e strade

Con la Marina Militare è faticosamente nata un'altra Marina, in un'epoca di povertà ma di maggiore etica e coerenza, con ufficiali che come a Lissa avevano imparato una dura lezione; ne portiamo l' insegnamento ed i segni speriamo che un'occhiata al recente passato ci serva da lezione per il futuro, adesso che bisogna guardare almeno all' Europa ..

e) Lo spartiacque tecnologico ed il coraggio delle decisioni

Le scelte o le mancate scelte in questo settore sono anche uno specchio, una rappresentazione dell'evoluzione tecnologica o meno del paese, non solo della Regia Marina

Riguardo ad alcuni dei temi significativi richiamati in questa analisi, quali:

- Iniezione diretta e quale?
- Motori a 2 Tempi od a 4 Tempi?
- Diesel diretto o diesel elettrico?
- sovralimentazione o meno?
- motore unico o snorkel?
- saldatura elettrica o chiodatura?

erano alcuni di quelli che riguardavano l'evoluzione dei sommergibili tra la fine degli anni '20 e gli inizi degli anni '30 dello scorso secolo; i sommergibili erano la priorità, anche per le scelte adottate dall'Italia, ma gli stessi temi (e problemi) riguardano la propulsione delle navi di superficie

Quel periodo segnò lo spartiacque tecnologico tra la prima guerra mondiale ed i futuri conflitti, non solo bellici ma anche industriali, uno spartiacque che per quanto riguarda la Marina riguardava quasi tutti i settori, che dovevano avere nuove priorità, dalla stessa formazione del personale alle artiglierie ed altri armamenti, ma in particolare per l'Italia i sommergibili ai quali si voleva dare particolare importanza.

Riguardavano tutte le Marine, erano gravi e insoluti nella Regia Marina mentre sotto certi aspetti è stato possibile un parallelo, un confronto con la US Navy.

L'Italia, e di conseguenza la Regia Marina, non è andata oltre questo spartiacque

Quando si trattò di prendere decisioni, sperimentare e valutare soluzioni la Regia Marina si trovò a non avere più né gli strumenti né il potere per farlo: il paragone con la US Navy, pur con le debite distanze, è non solo pertinente, ma opportuno ed illuminante: la US Navy ricorse ai propri Arsenali ed anche senza risultati propri entusiasmanti fu con questo in grado di confrontare e trainare l'industria.

Anche la US Navy si trovava in difficoltà, incontrava resistenze, e molte, nei rapporti con l'industria, ma in questa crisi decise di sopperire per un periodo inventandosi un ruolo industriale con il BuEng e con gli arsenali, costruendo essa stessa macchine e perseverando nelle sperimentazioni; in Italia, con la Regia Marina, che invece già disponeva di Arsenali rodati nel ruolo opportuno, si distrusse tale capacità.

Gli Stati Uniti erano in crisi, ed anche la US Navy soffriva per gli scarsi stanziamenti, erano gli anni della grande recessione ed il new deal non riguardò le FFAA, né le forniture relative, mentre in Italia le commesse militari erano assunte come una forma di sovvenzione, ai privati ed anche alla nascente industria pubblica

La Regia Marina si trovò ad essere succube, esautorata e totalmente dipendente dal corto circuito che si era stabilito tra i gruppi finanziari che controllavano l'industria ed il Governo, che a sua volta decideva in base a criteri che non erano né operativi né tecnici

La Marina dei numeri e non dell'efficienza che è stata tramandata come mito sino ai giorni nostri.

Anche la US Navy rispolpò soluzioni della 1^a GM, in particolare nel campo motoristico, tentando addirittura di riprodurre cloni e finì per ricorrere all'estero, ma su questo difficile percorso costruì un nuovo potere contrattuale e trovò soluzioni; aver ripiegato su opzioni valide ma superate, come nel caso della motoristica MAN, fu un tramite, una misura provvisoria, per mantenere la continuità del servizio.

Lo stesso non può dirsi per l'Italia, dove la massima concessione dell'industria fu la permanente rivisitazione di opzioni ormai superate, per quanto valide a suo tempo; nel caso italiano il provvisorio divenne permanente; il riciclo di soluzioni desuete ed autoctone perdurò – divenendo una costante se non una strategia – colpa di un'industria a cui si erano lasciate mano libera e responsabilità che non competevano, tra cui l'innovazione, trascurata perché avrebbe comportato anche rischi, compresi eventuali minori utili se non perdite, che la stessa industria non voleva correre.

In un loro libro, *"Building American Submarines 1914-1940"*, G.E. Weir e D.C. Allard tratteggiano molto bene i passaggi, le tribolazioni, i problemi finanziari, giuridici ed istituzionali, e pertanto i limiti decisionali che gravavano sulla US Navy ed i suoi programmi, pur avendo la stessa US Navy una costanza di visione ed

una linea strategica ben definite sui mezzi da impiegare e le loro caratteristiche che permise un costante confronto con il potere politico, nonché definire una strategia transitoria.

In Italia questo non fu possibile, probabilmente - anche se non causa unica – perché di fatto a dialogare con il Governo non era la Marina, ma l'industria.

Mentre in Italia nei rapporti con la cantieristica e l'industria, per le loro inadempienze si ricorreva allo schermo ridicolo di minime penali ed accettazioni con riserva, la US Navy seppe e poté rifiutare forniture, anche con grandi controversie e conseguenze; il caso della vertenza con NELSECO e con la E. Boat è significativo (e portò alla sparizione di quello che era stato il principale fornitore, se non partner, NELSECO).

Lo spartiacque tecnologico dei primi anni '30: limitandosi solo ai riferimenti di questa analisi, la preparazione alla 2^a GM, questo periodo ha rappresentato:

- per gli Stati Uniti una svolta, un cambio radicale, che portò a una nuova “filosofia” delle costruzioni subacquee;
- per la Germania la ripresa formale delle costruzioni, una evoluzione che di fatto con le società di comodo e le costruzioni all' estero non si era mai arrestata, che portò a grande efficienza ma a poche novità;
- per l'Italia il mantenimento dello “status quo” tecnico/tecnologico nei limiti dell'autosufficienza ancor più che dell'autarchia, di fatto un isolamento con la sola attenzione alla consistenza numerica come esibizione di potere (politico) e ricerca di credibilità attraverso la propaganda.

f) Conclusioni e commenti:

Malgrado l'agiografia dominante nella pubblicistica italiana in materia di sommergibili, con il mito che li circonda, al di là di buone pubblicazioni straniere cominciano a pubblicarsi anche in Italia una serie di studi sulla realtà dell'efficienza della produzione industriale e sulla qualità ed efficienza dei mezzi.

In particolare, con precisi riferimenti e ampio ricorso alla statistica, si rinvia alle pubblicazioni del De Ninno e del Minniti (*in bibliografia*) limitando la presente analisi alla citazione di alcuni casi emblematici e significativi, d'altra parte ristretti alla materia della propulsione.

La priorità voluta da Mussolini per i sommergibili e l'abilità della Marina nell'accaparrarsi visibilità e risorse anche a scapito delle altre armi si trasformarono nel privilegio di una buona cadenza delle costruzioni subacquee, anche se, per vari motivi, ancora una volta si trattò di quantità a scapito dell'efficienza.

La cadenza delle costruzioni non era accompagnata da un incremento della qualità né dall'introduzione di innovazioni tecnologiche, né proprio né ancor più importante dei componenti forniti dall'indotto: la ripartizione politico/lobbistica delle commesse e la conseguente mancanza di concorrenza induceva i cantieri ad evitare i miglioramenti nei progetti oppure ad usare tecnologie consolidate, spesso obsolete, per tagliare i costi ed accaparrarsi un maggior numero di commesse.

Le relazioni industriali tra la Regia Marina ed i cantieri, quasi sempre mediate dall'intervento politico, impedirono lo sviluppo in Italia di una fattiva, se non sana, collaborazione tra industria civile e ricerca ed industria militare che negli altri paesi costituiva il cardine dell'innovazione tecnologica tra le due guerre,

La volontà e l'interesse dei cantieri di mantenere alto il ritmo delle costruzioni, accondiscendendo alle velleità di competizione navale che reggevano la politica estera del regime, riuscirono a creare un "metodo" tale che la Regia Marina non potesse di fatto rifiutare le consegne, in particolare dei sommergibili e dei loro principali componenti (tra cui i motori) anche in caso di difformità dai capitolati di fornitura: alle difformità in prova si rispondeva con accettazioni provvisorie ed applicazione delle penali previste a contratto, penali che spesso erano irrisorie e comunque inferiori ai costi di ripristino o di messa a punto.

Significativi in tal senso risultarono i casi del sommergibile Tazzoli, che avrebbe dovuto essere consegnato nella primavera del 1936 dal cantiere del Muggiano, ed in parallelo quello del sommergibile Diaspro dal cantiere di Monfalcone.

In ambedue i casi i sommergibili non raggiunsero la velocità contrattuale neppure con i motori in sovraccarico, ma furono accettati lo stesso.

I problemi dei sommergibili riflettono più acuti e meno tollerabili i già noti e persistenti difetti generali delle costruzioni navali italiane (*di cui ad altra analisi specifica, già pubblicata nel 2013*) acuiti da una progressiva mancanza di manodopera competente.

La capacità costruttiva, come ritmo di consegne, non solo della cantieristica italiana ma anche del suo indotto fu raggiunta a scapito di miglioramenti qualitativi delle produzioni, con scadimento acuito progressivamente dal contingentamento dei materiali, generando in forma esponenziale molti degli inconvenienti evidenziatesi nei sommergibili italiani nel corso della seconda guerra mondiale.

Al di là della roboante propaganda del momento e le attuali tardive rievocazioni, l'industria, tutta, aveva ancora aspetti e componenti semiartigianali, ed in tale "non sistema" il ritardo tecnologico italiano a partire dagli inizi degli anni '30 si rivelò incolmabile.

Una guerra si combatte essenzialmente con equipaggi addestrati, la "gente", ma si vince con risorse e tecnologie.

Le risorse e le tecnologie devono essere fornite dalle industrie, eventualmente con il sostegno del "sistema paese", con il Governo; questa è la logica, ma in Italia industrie e governo si parlavano senza passare dalle FFAA, in questo caso la Marina, e questo corto circuito - seppur presente in altri paesi e tentativo ricorrente - ha costituito l'aberrazione massima delle due guerre mondiali (pochi autori ricordano e si soffermano sulle speculazioni di guerra, sugli incroci tra pochi gruppi speculativi onnipresenti, dagli Odero ai Perrone, fondatori e proprietari di cantieri, ma anche di istituzioni bancarie (spesso a perdere), nonché di giornali per formare il consenso e tacitare l'opinione pubblica)

Noi avevamo, soprattutto in Marina, la gente adeguata, per ovvie ragioni diversa dalle altre armi; basta solo la "prima scelta" della leva marina e la "prelazione sul personale proveniente dall' industria meccanica e dai bacini collegati.

Anche se l' addestramento non era la priorità, il binomio della nave come "casa e strumento", la stessa vita di bordo in comune, forgiava la "gente": era purtroppo – come ho scoperto tardi e poi scritto – una "Marina a due teste", una marina a due fronti: tra un ristretto numero di politicizzati, che costituivano la corte, perennemente incollati a rotazione alle sedie del ministero, e quelli che battevano il c... a bordo, che formavano la "gente" e ne erano parte.

Quelli delle navi, la maggior parte della marina: erano quelli che vedevano e frequentavano le altre marine, che soffrivano dei mezzi inadeguati, di tecnologie decotte...

Ebbene gli stessi che incredibilmente sono riusciti a combattere per oltre tre anni contro tecnologie preponderanti ...

L' innovazione era anche educazione, preparazione alla stessa, con il risultato che la semplice identificazione ed introduzioni di nuovi processi e soluzioni rispose spesso ad improvvisazioni, un problema di tale portata che anche quanto a volte introdotto poteva risultare dannoso a causa della superficialità con cui erano state condotte, e molto più spesso ovviate, le sperimentazioni a riguardo (macroscopico il caso delle artiglierie navali).

Sempre in bilico tra innovazione costosa e tradizione consolidata, molto redditizio, si registrarono casi di vera e sfacciata involuzione; una vicenda emblematica per le conseguenze (non certo secondarie) è quella nota sotto altri aspetti dei portelli esterni (portelli di avviamento idrodinamico) dei tubi lanciasiluri dei sommergibili italiani, a cui si è fatto sommario riferimento in precedenza.

L' adozione di tali portelli (erano articolati e collegati con l'apertura del cappellotto anteriore dei tubi lanciasiluri) aveva segnato un notevole progresso nello studio delle forme di carena, con riduzione della resistenza al moto e miglioramento nei consumi (la rumorosità non rientrava ancora all' epoca delle prescrizioni prioritarie).

A seguito di numerose avarie e difetti riscontrati nelle sistemazioni delle classi che erano entrate in servizio, e stanti l' impegno ed i costi relativi alle soluzioni, a metà degli anni '30 i cantieri avviarono un' attività di lobby in alcuni ambienti della Regia Marina, inducendo la convinzione che più di essere un progresso i portelli esterni dei tubi lanciasiluri costituivano un problema per l'operatività dei sommergibili (ed omettendo del tutto l' analisi di quanto si stava facendo nelle altre marine).

Si prospettava che tali portelli potessero essere particolarmente vulnerabili alle offese nemiche e che pertanto lievi danni avrebbero potuto bloccarli inutilizzando i relativi tubi di lancio.

Sulla base di valutazioni sulla carta, ed extrapolazioni di prove in vasca di altro genere, condotte su un certo numero di forme di prora (non dimenticando che le forme di prora furono un problema ricorrente per unità che in generale ebbero sempre problemi di tenuta in superficie) il Comitato per i progetti delle navi, in pieno, nella riunione del 4 ottobre 1937, relatore il Maggiore Generale G.N. Giorgio Rabberio affrontò l' argomento delle eventuali modifiche dei sommergibili allora in costruzione, Brin, Galvani, Guglielmotti .

Si trattava di introdurre nel capitolato dei tre sommergibili Brin Galvani Guglielmotti una clausola relativa all'abolizione delle contro portelle dei tubi lancio prodieri, secondo una proposta dei Cantieri Tosi: secondo gli stessi cantieri (ed a loro vantaggio) la forza di tale proposta risiedeva nel fatto che tale modifica non avrebbe implicato nessun rifacimento di strutture già costruite, anche se la stessa Tosi prevedeva di "garantire" una riduzione della velocità massima di quasi un nodo (0,9 per l' esattezza) portandola da 17 a 16 a parità di potenza motrice o di circa mezzo nodo (0,4 per l'esattezza), portandola da 17 a 16,6, nel caso si accettasse la taratura dei a 1700 HP (praticamente in sovraccarico).

Peccato, particolare non secondario, che l'autonomia sarebbe diminuita, per un aumento dei consumi "prevedibile" (secondo il fornitore) nel 10% (in realtà maggiore): ovviamente tutto questo riguardava le prestazioni in superficie, mentre non poteva pronunciarsi per le prestazioni, autonomia e velocità in immersione, che avrebbero richiesto ulteriori prove in vasca (e sembra nascondessero limitazioni maggiori).

Ci troviamo quindi di fronte ad un caso di un contratto dove l'inadempiente "garantisce" addirittura prestazioni inferiori a quelle pattuite, a casa di una propria incapacità (ed inadempienza) in altro settore ...

Tralasciando i dettagli di una lunga esposizione, il relatore si esprimeva a favore di un'alternativa che avrebbe coinvolto nelle modifiche anche i Sommergibili della classe Marcello in costruzione presso i CRDA di Monfalcone, preferenza espressa pur senza il conforto di dati sperimentali perché in questo caso sarebbe venuta meno la possibilità di ridurre al minimo i ritardi nell'approntamento dei sommergibili, dati i premianti impegni della vasca di Roma e di quella di Spezia.

La decisione avrebbe potuto pertanto essere rimandata a dopo l' esecuzione delle prove alla vasca, e comunque i risultati di tali eventuali prove sarebbero stati a quel tempo sottoposti al giudizio del comitato per dedurre le nuove condizioni contrattuali di velocità e autonomia ... (sic)

In tale occasione prevalse poi l'opinione che, quale vantaggio collaterale, con l'abolizione dei portelli esterni e le relative modifiche della prora così raccorciata si sarebbero raggiunte condizioni più vantaggiose per la libera uscita dei siluri dai tubi di lancio ... (sic)

il comitato chiuse la discussione esprimendo il parere unanime che:

- a. Sui sommergibili Brin, Galvani e Guglielmotti l'adozione delle prore di cui alla proposta Tosi, ispirata alle forme sperimentate dal comitato per altra unità, il sommergibile veloce dal 2000 T, offrì buone garanzie di conseguire agli effetti della velocità e del consumo di combustibile risultati migliori di altre proposte nonostante la mancanza di prove alla vasca;
- b. il disegno di una prora raccorciata offrì il vantaggio di ridurre il percorso in cui i siluri all'uscita dal tubo di lancio permangono nelle vicinanze dello scafo;
- c. La decisione circa la convenienza di adottare senz'altro sulle predette unità la modifica della prora proposta, senza cioè attendere il risultato delle prove alla vasca, avrebbe potuto essere presa dagli organi esecutivi in relazione all'entità tra prezzo in ritardo di consegna da raffrontarsi con l'entità del beneficio che sia pure approssimativamente si potesse presumere di conseguire rispetto ad altro tracciato (*menzionato come 226422*) ...

Lo stralcio anteriore del verbale di riunione del comitato dovrebbe smentire che la Regia Marina abbia condotto prove e studi approfonditi al termine dei quali fu stabilito che la rimozione dei portelli avrebbe inciso minimamente sulle prestazioni

In realtà le sperimentazioni non avvennero neppure in vasca e per modelli di alcune classi di unità le modifiche riguardavano estrapolazioni su alcune varianti rispetto a quelle sperimentate

Nonostante questo la modifica fu accettata dalla R.M. con il risultato di una sostanziale e pernicioso riduzione dell'autonomia di almeno il 15 - 20% su tutte le classi di sommergibili dove fu applicata e, peggio, portò al sistematico impiego dei motori di propulsione in condizioni di sovraccarico (generando tra l'altro problemi sugli scarichi che si amplificarono nel corso di operazioni belliche prolungate su cui si torna nel seguito della trattazione). Il problema è anche evidenziato nel rapporto di MARICOSOM del dic. 1941 a firma dell'Amm. Falangola, su cui si torna periodicamente in questa analisi.

Si è posta enfasi su alcuni casi, certamente non una trattazione completa né un'analisi estesa a tutti gli inconvenienti od avarie riscontrate, per evidenziare il distacco tra Regia Marina ed industria, l'incapacità o la superficialità di proporre soluzioni.

Si tratta ovviamente di un episodio liquidato in altre occasioni – riteniamo erroneamente – come del tutto marginale dal punto di vista storico, ma esso rappresenta un esempio non della profondità o meno dell'analisi tecnica dei progettisti di sommergibili, quanto della facilità con cui i cantieri, anche “passando sulla testa” dei propri tecnici, aggiravano regole, e soprattutto evitavano soluzioni (peggio se di tipo correttivo) che avrebbero inciso sui costi.

Inutile dire che questo tipo di interventi, e le decisioni a monte, dovrebbero costituire uno stimolo per una profonda revisione – a partire dalle analisi tecniche - della storia di quel periodo, senza pregiudizi.

In caso di conflitto, o di potenziale conflitto, non ha alcun senso esaminare il potenziale delle forze armate di una nazione in termini assoluti (anche se questo è quanto è prevalso dal ventennio e dalla propaganda prebellica e bellica sino ai giorni nostri) ma occorre metterlo a confronto non solo con lo stato delle Forze Armate della nazione competitorice ma soprattutto con la sua sostenibilità ed il potenziale di sviluppo tecnologico.

Questo confronto è necessario non solo per le forze armate, come componenti pronte ed equipaggiate ma anche per tutti i settori collegati, nel loro complesso; è evidente come lo fosse (riferendoci all'epoca in

esame) in maniera determinante per la Marina, la cui componente tecnica, tecnologica e conseguentemente economica era prevalente (ed era considerata prevalente sulla stessa aviazione).

Se si accetta questa visione, e si adotta questa ottica di valutazione, il concetto si esaspera in merito alla componente subacquea, nella quale la tecnologia aveva (ed ha ancora oggi) un peso maggiore, prevalente, su tutti gli altri fattori.

Sulla carta, e nelle relazioni ufficiali basate sempre sui risultati delle prove, al banco più che in mare per quanto riguarda i motori, i propulsori dei sommergibili italiani avrebbero garantito prestazioni vicine a quella degli altri paesi, salvo per l'autonomia limitata al "disegno Mediterraneo", con i battelli della serie 600, ma tuttavia le caratteristiche del sistema di propulsione presentavano forti criticità.

Per problemi costruttivi ed ancor più spesso per la qualità dei materiali impiegati, le parti meccaniche dei motori spesso erano inaffidabili, come accadde per i giunti a pioli destinati all'accoppiamento degli assi, soggetti a vibrazioni torsionali.

A seguito di numerose avarie furono eseguiti rilievi torsiografici sui sommergibili Diamante e Smeraldo con il risultato di identificare un campo di velocità non utilizzabile relative ai transitori tra 12 e 13 nodi, rispetto ad una velocità contrattuale di 14 nodi (quindi già poco soddisfacente).

Si trattava di inconvenienti riscontrati su tutti i sommergibili in servizio, ma invece di imporre misure correttive si ricorse al più comodo e semplice espediente di applicare penali al momento dell'accettazione, penali genericamente da mantenersi sino a che la ditta interessata - in questo caso la Tosi - non provvedesse a ripristino.

Peccato che in linea generale per le ditte risultasse più conveniente accettare l'applicazione di penali piuttosto che ripristinare la gli apparati o correggere i difetti.

La soluzione, o più spesso le correzioni, ricadevano sempre sugli utenti (la Regia Marina) e non su chi aveva generato il problema, adottando soluzione tampone, istruendo le unità di evitare le andature nella gamma di velocità di rotazione in cui erano state riscontrate vibrazioni torsionali, un espediente e non una soluzione.

Nel caso dei giunti si adottò un nuovo disegno, sulla falsariga della soluzione FIAT, realizzando il giunto POMINI a denti, di maggiori dimensioni (ma senza nemmeno affrontare il problema della facilità e rapidità di intervento). Lascia stupiti, ma è anche indicativo della prassi di allora, il fatto che il giunto sia stato sottoposto a prove considerate continuative (di tre ore!!! solo 3 ore ???) e questo fosse considerato sufficiente - malgrado la evidente limitazione nella prova - a dare l'autorizzazione all'adozione del nuovo giunto su tutte le unità, sempre ai fini di non ritardare la cadenza di produzione.

I sommergibili del tipo Squalo e Bandiera, con lo stesso tipo di motore ma di costruttori diversi, presentarono perdite di olio durante il servizio per rotture in corrispondenza delle saldature dei monoblocchi dei motori termici principali, ma il cambio dei monoblocchi, per quanto opportuno, non venne effettuato su tutte le unità.

Sulla maggior parte delle unità della classe 600, con conseguenze più gravi sul Sirena e in misura su Ametista e Galatea si riscontrarono incrostazioni carboniose sulle testate degli stantuffi dei MTP.

L'entrata in guerra dimostrò inevitabilmente come la tecnologia subacquea italiana fosse arretrata e inefficiente ed al riguardo i problemi relativi alla propulsione dei sommergibili erano tali che dopo un anno di guerra portarono alla stesura, nel 1941, di una relazione del Genio Navale che registrava i principali inconvenienti e difetti nonché le modifiche apportate e soprattutto da apportare ai sommergibili in seguito alle prime esperienze belliche (costatando che le unità avrebbero dovuto avere un ruolo preponderante all'apertura delle ostilità mentre non si ottennero risultati apprezzabili, pur a fronte di perdite).

Essendo le unità in servizio tutte costruite ed entrate in servizio nel periodo prebellico i difetti riportati consentono di valutare le costruzioni delle unità consegnate negli anni tra le due guerre mondiali

Le deficienze di carattere generale erano:

- rapidità di immersione,
- silenziosità del sommergibile in immersione (assetto silenzioso),
- Equilibratore Rovetto, per l'assetto automatico,
- Velocità in superficie ed autonomia.

- Perdite di nafta,
- Sostegni e involucri delle batterie accumulatori (e prestazioni delle stesse)

le sistemazioni per le quali erano già previsti rimedi prima dello scoppio delle ostilità erano:

- Valvolone dei gas di scarico motori termici principali
- Nuovo tipo di isolamento del materiale elettrico
- impianti di condizionamento

Un documento sotto molti aspetti crudo e coraggioso, subito ripreso dal responsabile di MARICOSOM, Amm. Falangola, ma purtroppo tardivo per generare un risveglio ed effetti concreti, che metteva in dubbio la questione qualitativa ed evidenziava difetti dei sommergibili italiani.

Una relazione che evidenzia rotture di parti a causa della rapida usura nei componenti degli organi ausiliari, inclusi pompe e polverizzatori (probabilmente anche per i diversi tipi impiegati e la complessità degli stessi) L' eccessiva traccia per fumo, di giorno, e scintille nello scarico del motore termico durante la carica notturna erano la conseguenza inevitabile del tipo di lubrificazione adottato per i motori, e nulla poteva essere modificato al riguardo (riguardava anche le unità di superficie).

Lo stesso riguardava la difficoltà di chiusura del valvolone a causa di incrostazioni, la presenza di residui carboniosi dovuti più all' olio che al combustibile, inconveniente noto e documentato da tempo, collegato al precedente, su cui di fatto non si poté intervenire.

I consumi di combustibile risultarono sempre superiori a quelli registrati alle prove e soprattutto i consumi aumentavano esponenzialmente con mare mosso; il PISANI e lo SPERI riferirono in merito a notevoli perdite di velocità e, peggio, di un elevatissimo consumo di combustibile.

Usura, visibilità tracciabilità, velocità, tempi di manovra e di immersione sono anche in buona parte la spiegazione del perché non siano stati raggiunti dai sommergibili italiani gli sperati risultati iniziali; con La mole dei lavori da effettuare, l'indisponibilità di ricambi e materiali, le deficienze operative e strutturali , si produsse una rapida ed ormai irreversibile diminuzione delle unità pronte od in mare (*d' altra parte su scala enormemente diversa basta ricordare che gli stessi tedeschi con migliore organizzazione logistica ed industriale, non ebbero mai "pronte" più del 25% delle unità della forza*).

La constatazione di questa realtà ripropose all' alleato tedesco il dilemma dell'invio di proprie unità in Mediterraneo, malgrado le forti resistenze da parte dell'ammiraglio Dönitz, che voleva impegnare tutte le unità subacquee disponibili nella battaglia contro i convogli britannici nell'Atlantico settentrionale, e malgrado addirittura crescenti resistenze da parte italiana.

Nell'estate 1941 il precipitare degli eventi portò a rompere ogni indugio nell' invio di sommergibili tedeschi, anche per la concomitanza con l' impietosa analisi anzi citata; una decisione inevitabile, anche se non risolutiva, allorché le preoccupanti perdite subite in mare dai convogli italiani e tedeschi sulle rotte per i porti della Libia, per gli attacchi degli aerei e dei sommergibili britannici a cui si aggiungeva la minaccia delle navi di superficie, avevano provocato gravi ripercussioni sul fronte della Cirenaica, e in particolare per le operazioni nella zona di Tobruch che, assediata, doveva essere rifornita via mare .

Il tema viene ripreso e sviluppato nel successivo capitolo, parte VI, relativo al confronto con le unità di altre marine; "noi e gli altri" apre un dibattito doloroso, impietoso: un alleato, i tedeschi, ed un avversario, la US Navy, tra l' altro legati da una profonda e duratura collaborazione tecnologica ed industriale, nel giro di un quinquennio erano riusciti ad implementare le produzioni necessarie per l' imbarco di nuove macchine, e soprattutto nel caso statunitense, si era riusciti a colmare un distacco tecnologico ventennale, mentre in Italia non ci si pose alcun obiettivo, neppure sorsero inquietudini sull' abisso che doveva ormai risultare evidente, forse paghi della consistenze numerica e disinteressati ad efficienza e qualità.

La trascrizione in appendice, parte VII, di alcuni passi del rapporto dell'Amm. Falangola ne è una conferma, al di là del giudizio che si vuol dare a tale rapporto in merito al momento in cui è stato presentato.

Parte VI
IL CONFRONTO

**Cenni di riferimento sullo sviluppo e l'impiego dei motori diesel per la propulsione dei sommergibili
in altre Marine sino alla 2^a G.M.**

Un parallelo con le soluzioni **adottate da alleati ed avversari**

Se i motori delle serie 300 e 400 hanno rappresentato nel tempo la massima capacità dell'industria italiana per la propulsione dei sommergibili, è forse opportuno un rapido cenno a quanto avveniva **contemporaneamente** in campo tedesco, e statunitense

VI – 1 Le soluzioni propulsive tedesche e le loro possibili applicazioni in Italia: la mancanza di un rapporto tecnico e fiduciario con un “alleato” recalcitrante

La presente analisi non riguarda le numerose soluzioni propulsive adottate in rapida successione dai tedeschi, ma molto sommariamente tratta le caratteristiche ed all' impiego ed evoluzione dei motori diesel di propulsione per due settori, i sommergibili e le unità sottili, evidenziano le occasioni od opportunità perdute sul “lato italiano”.

Quella con i tedeschi era rimasta l' unica alleanza possibile, dopo la condotta suicida nei confronti non solo di britannici ma anche di statunitensi; la matrice dell' industria pesante e meccanica italiane e gran parte della filosofia e del pensiero navale erano britannici, così come la finanza italiana era legata a quella britannica, e nel nuovo quadro non potevano che sorgere contrasti generarsi incompatibilità, e ritardi.

Non esiste alleanza se non c' è condivisione del pensiero strategico, e meno vale la condivisione del pensiero strategico se non c' è condivisione tecnologica, soprattutto compatibilità e meglio uniformità tecnologica e semplificazione logistica come riscontrato ai tempi della guerra fredda nei due schieramenti.

Questi aspetti mancarono totalmente nell' alleanza italo-tedesca, malgrado il tempo disponibile per metterli a punto.

Malgrado la ricorrente affinità con l' Inghilterra, ed i prevalenti interessi britannici in Italia, alcune premesse esistevano ed avrebbero potuto facilitare la necessaria comprensione di avvio, visto che alla fine dell' 800, e soprattutto nei primi anni del '900, si registrò un notevole scambio tecnico/tecnologico, su temi fondamentali quali la propulsione (*con il Cuniberti distaccato in Germania, portatore e precursore dell' impiego del combustibile liquido*), la costruzione di sommergibili (*con scambi con il Laurenti*), la valutazione delle artiglierie (*con il Bravetta interlocutore privilegiato della Krupp*), la stessa radio (*con fruttiferi scambi con la Lorenz, vista il non totale appiattimento della R.M. su Marconi*).

La collaborazione militare era frequente, condividendo la formazione degli ufficiali tecnici in taluni settori, in particolare da parte della Regia Marina, in un quadro in cui l' Austria Ungheria era il terzo incomodo, in fondo fastidioso sia per i tedeschi che per gli italiani. Molti frequentatori ed esperti di quel periodo erano ancora in servizio e spesso in posizioni di responsabilità a cavallo tra gli anni '20 e '30, il momento dell' inizio della corsa al riarmo e delle opportunità dell' industria tedesca

Questo possibile riavvicinamento strategico-tecnologico, indipendente in qualche modo dalle ipotesi di alleanza, che avrebbe potuto vedere in prima linea i militari era peraltro avversato e frenato dalle lobbies industriali italiane, controllate da interessi britannici. Affinità e rapporti italo tedeschi che si interruppero con la prima guerra mondiale, alla fine della quale in campo navale si commise un primo errore non ristabilendo contatti, che sarebbero stati di maggior equilibrio in un quadro di insofferenza delle clausole e limitazioni del trattato di Versailles, ed un secondo errore nel focalizzarsi sulle prede belliche austriache, come quantità di mezzi da immettere in servizio, e non sulle più pregiate prede belliche tecnologiche che erano quelle tedesche, disponibili o potenzialmente disponibili.

Le pretese italiane si concentrarono sulle cessioni di mezzi (austriaci), ossia su prede materiali di impiego immediato senza entrare in conflitto con gli alleati, anziché ambire e “contrattare” prede di alto valore tecnologico, non solo i sommergibili ma la propulsione diesel, in primo luogo per le grandi navi.

Caso macroscopico è il fatto che in Italia non si sfruttarono minimamente, come fecero inglesi, francesi e soprattutto statunitensi, le opportunità di conoscenze ed il trasferimento tecnologico (costruzione scafi e soprattutto propulsori) che sarebbe stata possibile e favorita con l'acquisizione di ben nove sommergibili di classi diverse, assegnati come preda bellica.

Solo da qualche fonte inglese si cita che qualche duplicazione (ed in forma sbagliata) riguardo alle forme e non alle tecniche costruttive fu tentata dai cantieri Tosi di Taranto, con i primi progetti Bernardis di scafi cilindrici con risultati tragici in termini di stabilità.

In Italia non si valutò e meno si apprese la lezione delle modalità costruttive (*già nella 1^a GM i tedeschi costruivano i sommergibili in sezioni preallestite, una procedura pressoché ignorata dalla cantieristica italiana, con tempi biblici di consegna dei mezzi in costruzione e soluzioni di allestimento “artigianali”, del*

momento, con differenze addirittura tra battelli della stessa classe e nello stesso cantiere) e peggio l'industria scartò qualsiasi approfondimento sui sistemi di propulsione nonché sulle caratteristiche dei motori diesel e sui materiali impiegati.

Approfondimenti che avrebbero favorito non solo gli aspetti relativi agli impieghi navali ma anche quelli relativi alle tanto necessarie quanto ambite costruzioni mercantili; è inspiegabile che per assurdo da parte della cantieristica italiana si sia acquisita (*si fa per dire*) maggiore conoscenza con la ricostruzione del sommergibile posamine austriaco perduto per esplosione, recuperato e rimesso in servizio (come X1 della Regia Marina) che con la stessa cessione - che sarebbe stata molto più profittevole - di nove battelli moderni ed in efficienza alla fine delle ostilità

Nemmeno la stagione dei trattati portò migliori consigli ed opportune valutazioni: dopo la 1^a GM i tedeschi, per contenere i dislocamenti nei parametri del trattato di Versailles, adottarono da subito le costruzioni saldate, con la BASF pratica leader mondiale nella saldatura elettrica, e nulla di questo - per colpa soprattutto dei cantieri - fu considerato ed oggetto di travaso verso la RM, nemmeno quando questa era già una procedura consolidata ed universalmente accettata.

I tedeschi, sempre per contenere i pesi, adottarono apparati a vapore ad alta pressione (con soluzioni anche estreme e non sempre efficaci dal punto di vista dell'affidabilità): italiani e tedeschi si situarono ai due estremi senza il minimo confronto, e meno di conseguenza possibilità di travaso.

Propulsione diesel per grandi navi di superficie, giunti di accoppiamento delle linee d' assi, sovralimentazione dei motori diesel (non solo per impiego navale ed in fase finale per i sommergibili, ma anche in campo mercantile), elementi determinanti per la strategia di impiego, furono settori caratterizzati da diffidenze, incomunicabilità e pressoché totale isolamento tra le due parti (probabilmente più per colpa italiana che per colpa tedesca) con indirizzi e scelte quasi sempre diametralmente opposte.

Caso emblematico è quello dei motori diesel veloci, che i tedeschi svilupparono adottando soluzioni a 4 Tempi di derivazione aeronautica già alla fine degli anni 20, che la Regia Marina e l'industria conoscevano sia perché tali propulsori erano disponibili sul mercato, sia per l'esportazione di battelli veloci in Spagna ed in Cina in momenti in cui l'Italia era presente sul mercato, o nel caso spagnolo, nel conflitto.

Per la motoristica, l'affidabilità e la sicurezza (anche del combustibile) le schnellboote surclassarono i MAS, un settore di massima rivendicazione italiana, con l'assurdo che anche a guerra già avanzata, quando non per scambio con l' "alleato" ma sulla base di prede di guerra (iugoslave) la Regia Marina ne fece costruire una serie come copia, da parte italiana si adottò ancora una motorizzazione insufficiente ed inadatta, e solo all' ultimo, nel '43, si pensò di ricorrere a propulsori tedeschi.

L' industria italiana era tanto impreparata nella motoristica che per il primo programma navale postbellico, quello molto limitato del 1950, si dovette finalmente ricorrere a propulsori tedeschi (di dieci o più anni prima...!!!)

Discorso a parte, che esula totalmente da questa analisi, forse più giustificabile, riguarda il radar, con travaso assolutamente nullo, salvo la tardiva cessione di apparati (e non di conoscenze) a guerra ben inoltrata. Certamente un cumulo di errori sia da parte italiana che tedesca - anche per un'errata concezione strategico/operativa -; ambedue le Marine consideravano il radar, o qualsiasi apparato del genere si potesse ipotizzare e poi considerare, un ausiliare del tiro, e non fundamentalmente un sistema di scoperta, ma questo è comunque oggetto di altro studio ([*Un mito da sfatare: il radar \(italiano\) nella 2^a G.M, una guerra tecnologica ed un'occasione perduta - Academia.Edu*](#)).

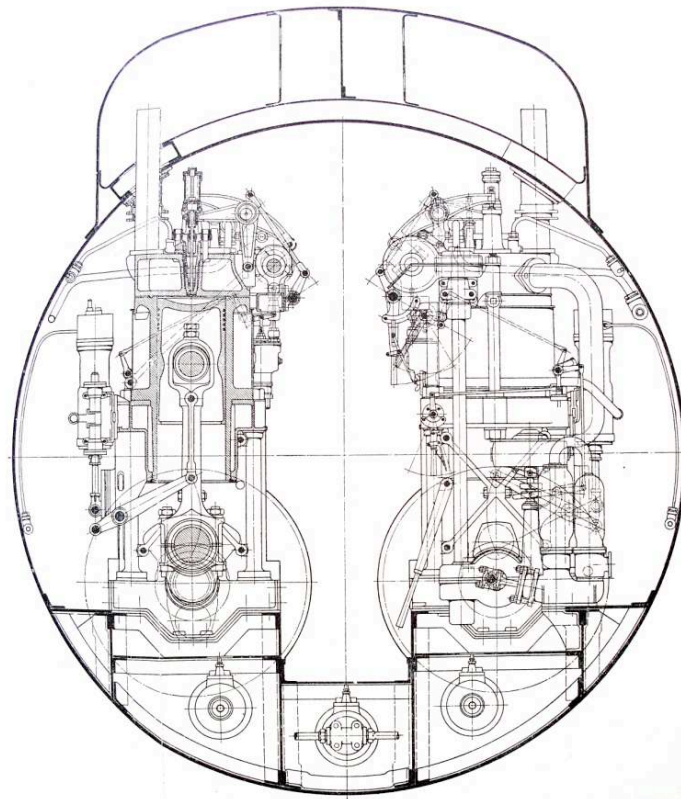
Le soluzioni tedesche per la propulsione dei sommergibili

Non si trattano i temi delle numerose soluzioni propulsive adottate in rapida successione dai tedeschi, ma molto sommariamente si accenna solo alle caratteristiche ed all' impiego ed evoluzione dei motori diesel di propulsione.

Se si può rimproverare all' Italia di aver affrontato e combattuto la 2^a G.M. con i mezzi della 1^a G.M., per quanto riguarda la guerra subacquea si può dire che i tedeschi erano già pronti alla fine della 1^a G.M. per combattere la 2^a G.M., quindi si trattò praticamente di riprendere le ostilità, in continuità.

Questa analisi non vuole spaziare sulla motoristica tedesca e sulle diverse e possibili applicazioni: per poter inquadrare lo sviluppo dei motori italiani, accenna solo ai tipi e modelli tedeschi che erano disponibili o in sviluppo tra le due guerre ed in particolare le soluzioni relative a sommergibili tradizionali, in qualche modo se non paragonabili forse compatibili con le produzioni italiane e accessibili, come tecnologia ed eventuali forniture o accordi, alle industrie italiane.

La motoristica specializzata tedesca per i sommergibili si può far risalire alla decisione del 1904 tra MAN e Krupp (Friedrich Krupp Germaniawerft) per sviluppare in joint venture un motore diesel a quattro tempi destinato ai sommergibili.



*Fig. 188 - Sezione sommergibili russi della classe Karp costruiti tra 1905 ed il 1907 da Germaniawerft, con due motori diesel da 200HP, a quattro tempi, joint venture di MAN-Augsburg e Krupp
La sezione dovrebbe essere significativa anche per l'ATROPO della RM*

Il primo prodotto fu un motore da 200 HP, che ebbe un certo successo di esportazione ma non fu adottato dalla Kaiserliche Marine che chiedeva propulsori di maggiore potenza, e questa decisione portò alla rottura della cooperazione tra i due colossi.

Non era stata però la prima iniziativa: il primo tentativo risaliva alla Korting, che dopo la decisione della Marina di abbandonare l'uso dei propulsori a benzina aveva proposto di adattare un proprio propulsore a paraffina, sviluppato inizialmente per battelli veloci di superficie, portandolo prima a 6 cilindri per 250 HP e poi a 8 cilindri da 350HP.

Per fornire potenze adeguate, sui sommergibili U17 ed U18, due motori di questo tipo furono collegati a ciascun asse, senza che queste unità potessero raggiungere la velocità 15 nodi in superficie

A partire dal 1905, la sola MAN sviluppò un motore in grado di erogare 200 HP (147 kW) a 400 giri / min. a quattro cilindri, con caratteristiche inusuali per l'epoca, di rigidità con basamento in acciaio fuso ma soprattutto di lubrificazione, con pistoni raffreddati ad olio, dove l'olio di raffreddamento era alimentato tramite giunti.

Un passo molto significativo, quella della lubrificazione, che da allora fu sempre vanto e primazia dell'industria tedesca, problema e difficoltà di altri costruttori, compresi statunitensi ed italiani che dovettero ricorrere negli anni, e decenni dopo, a ripieghi

Anche questi motori (SM 4 × 360) ebbero un certo successo di esportazione, adottati nel 1906 nei due battelli francesi della classe Circé; si trattava di motori non reversibili, che furono poi modificati per permetterlo, con un rapporto peso/ potenza di 33 kg / HP.

Questo motore suscitò l'interesse della Kaiserliche Marine, che chiese un propulsore reversibile, a 4 tempi, a sei cilindri da 850HP, e un rapporto peso/potenza non superiore a 26 kg/ HP. La MAN preparò un motore di alesaggio e corsa di 400 mm, velocità di rotazione di 450/min., provato al banco nel 1910.

Notevoli le caratteristiche di consumo, 192 gr/HpHr ben inferiore ai 200 gr/HpHr richiesti, ed il rapporto peso/potenza 22 kg /HP.

Con l'adozione nel 1912 di questo motore per i nuovi U 19, U 20 e U 21 iniziò il rapporto ininterrotto della MAN con la Kaiserliche Marine, con retroalimentazione tra Marina e MAN che ha portato a una evoluzione continua con versioni da 1000, 1200, 1750 HP

Questi motori, per quanto superiori come prestazioni a quelli di Germaniawerft, presentavano alcuni problemi, in particolare l'albero a gomiti, a sei manovelle, non ben bilanciato, era soggetto a pericolose vibrazioni torsionali, e spesso aveva ritardi o mancati avviamenti o inversioni.

Prestazioni e potenza furono costantemente incrementate negli anni della prima G.M., sino nel 1917 ai motori di dieci cilindri, da 2000 HP, con un record di costruzioni di 560 motori per oltre 500.000 HP totali fino al 1918.

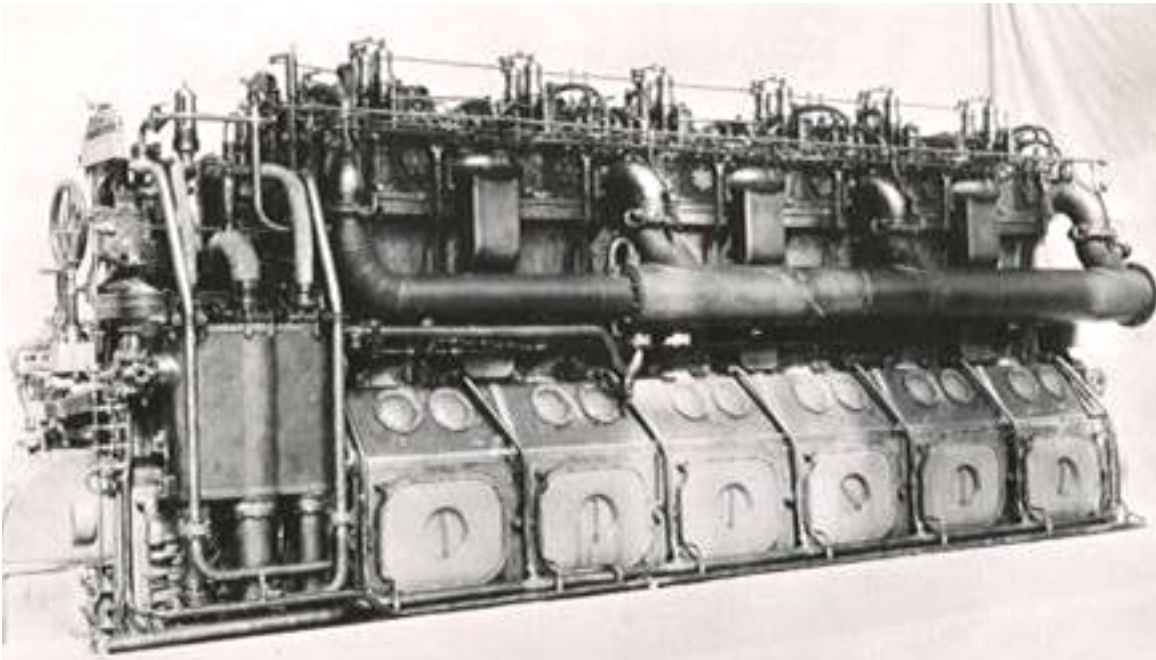


Fig. 189 - Motore MAN S6V 45/42, da 1200 HP, due dei quali equipaggiavano il Smg Tedesco U54 - Questo battello, divenuto preda bellica inglese, fu lungamente valutato da parte della RN ed il motore da parte della Vickers (MAN)

Sebbene il primo motore diesel adottato dalla Marina Tedesca sia stato un MAN a 4 tempi, la prima costruzione tedesca di un sommergibile propulso da motore diesel fu l' ATROPO per la regia Marina, con m Il primo sommergibile costruito in Germania con motori diesel fu l' ATROPO della RM, dotato di due motori diesel a due tempi da 350 hp costruiti dalla Krupp

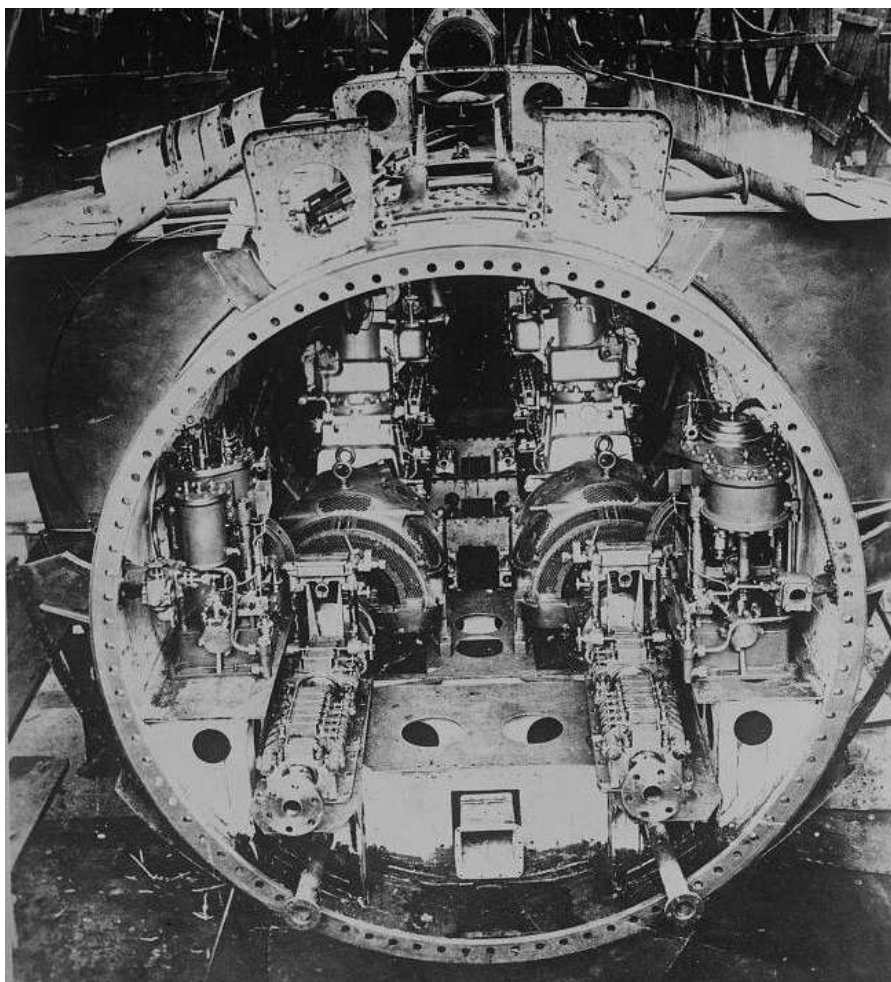
Germaniawerft Krupp, separatasi dalla MAN dopo il primo sporadico tentativo di collaborazione, cercò per molto tempo senza successo di mettere a punto un motore a due tempi, arrivando a far adottare motori da 900 hp per U23 e U26: con successive modifiche, ed un piccolo incremento di alesaggio, Krupp fornì

motori da 925HP per i battelli da U31 a U41. Venne sviluppata una versione da 1150 HP, ma in generale i motori Krupp risultarono di maggior consumo e maggior peso di quelli MAN... Questo diverso rapporto con la Marina, con prevalenza della MAN, continuò nei decenni successivi, e fu molto evidente nella lunga serie di battelli tipo VII

Va sottolineato che malgrado la prevalenza di MAN, Germaniawerft ha continuato a sviluppare e costruire motori per sommergibili, a quattro tempi, in vari modelli, da 450HP a 1700 HP.

Malgrado la formale interruzione del trattato di Versailles, le cui clausole e limitazioni sono state comunque e bene aggirate, i tedeschi erano pronti ed è bastato solo riprendere i progetti ed i programmi sospesi a fine conflitto.

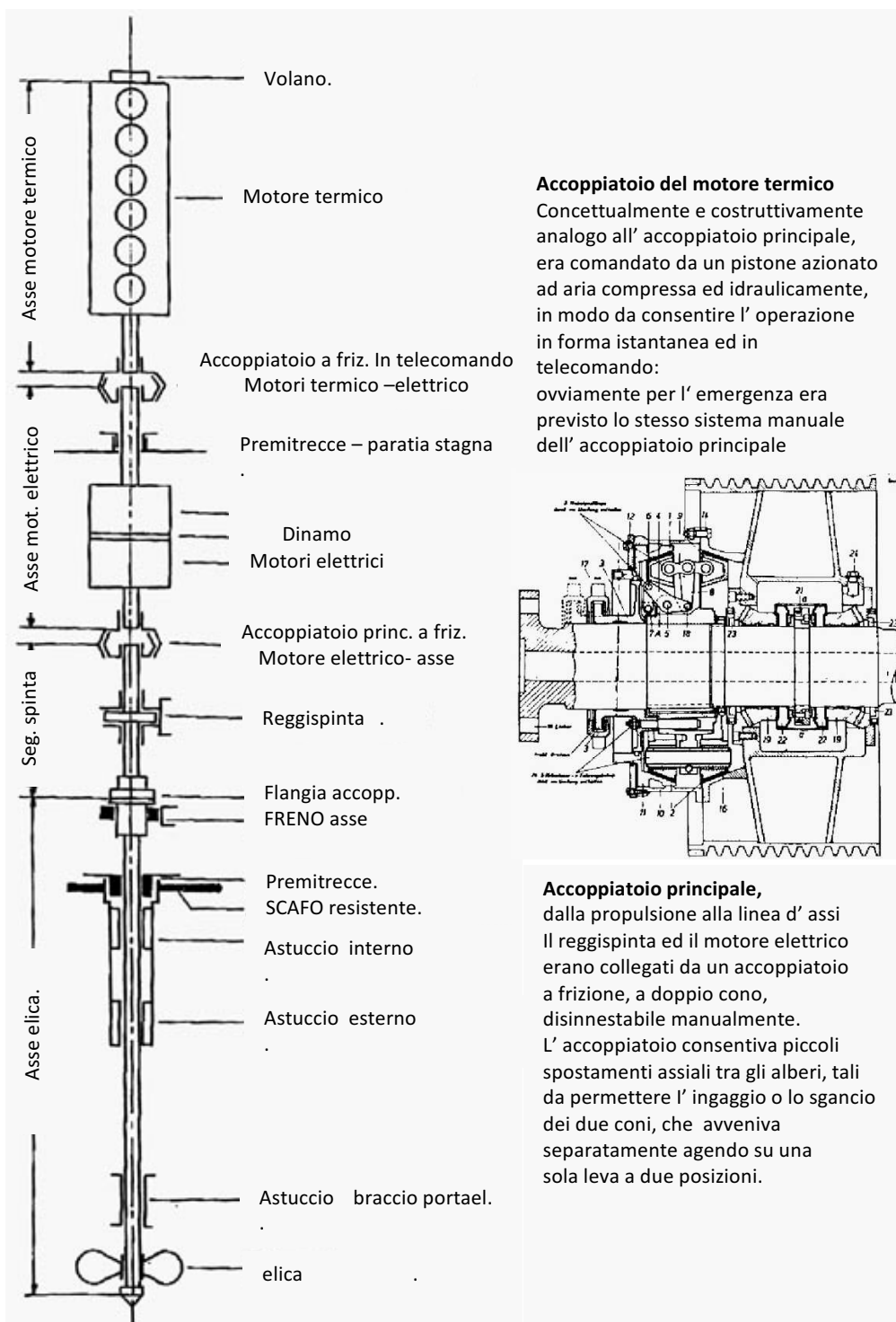
Riguardo a quanto interessa questa analisi, la motoristica, non si è trattato di "inventare" nuove macchine, ma di adattare quelle già in servizio alla fine della guerra grazie a più avanzati processi metallurgici, ed in particolare alla saldatura, ed a carburanti "più facili".



*Fig. 190 - U19 in costruzione- sezione scafo apparato motore, vista da pp con motori MAN
In quanto a modalità di costruzione è abbastanza deludente se non drammatico confrontare questa costruzione al coperto, nel 1916, con quella del 1939 sullo scalo di Monfalcone (vedere foto. 242 pag. 323).*

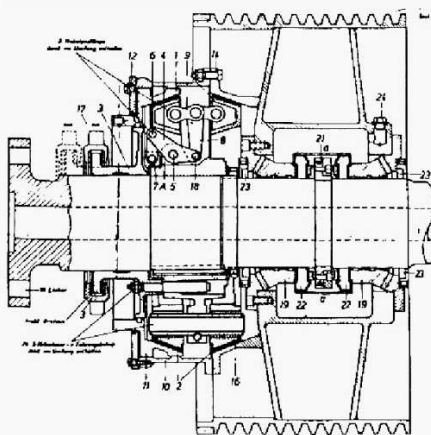
Si deve invece a Germaniawerft Krupp lo sviluppo e l'adozione di nuove tecniche di allestimento: contrariamente alla credenza che la costruzione di sommergibili per sezioni prefabbricate sia stata una innovazione della seconda guerra mondiale, la costruzione in sezioni preallestite, in maniera che la chiusura dello scafo fosse nel possibile indipendente dall'installazione dei maggiori componenti, fu sviluppata da Krupp ed ampiamente adottata nel corso della 1^a G.M.; nella 2^a G.M. si riprese questa modalità decentrando e polverizzando la fornitura tra una miriade di fornitori che non necessariamente dovevano essere sul mare né nella stessa area dei cantieri.

I motori diesel con cui, sommergibili e navi di superficie, la Germania è entrata in guerra ed ha combattuto la 2^a GM erano già pronti, solo da mettere a punto, a fine anni 30 quando ancora altre marine ed altre industrie, in primo luogo negli Stati Uniti, cercavano infruttuosamente di mettere a punto copie dei motori tedeschi catturati alla fine del precedente conflitto, un aspetto paradossale che sfugge spesso



Accoppiatoio del motore termico

Concettualmente e costruttivamente analogo all' accoppiatoio principale, era comandato da un pistone azionato ad aria compressa ed idraulicamente, in modo da consentire l' operazione in forma istantanea ed in telecomando: ovviamente per l' emergenza era previsto lo stesso sistema manuale dell' accoppiatoio principale



Accoppiatoio principale,

dalla propulsione alla linea d' assi Il reggispinta ed il motore elettrico erano collegati da un accoppiatoio a frizione, a doppio cono, disinnestabile manualmente. L' accoppiatoio consentiva piccoli spostamenti assiali tra gli alberi, tali da permettere l' ingaggio o lo sgancio dei due coni, che avveniva separatamente agendo su una sola leva a due posizioni.

Fig. 191 - Lo schema completo della propulsione di un battello tipo VIIC (dis. autore fonte US Navy – Uboat Archives) Nel corso della guerra si diffuse l'impiego di giunti idraulici Vulcan, sia per il progressivo impiego di riduttori sia per ovvie ragioni di rapidità di ingaggio, telecomando, flessibilità e regolazione del moto

Con questo patrimonio di conoscenze e preparazione, consolidato su un ben collaudato sistema, l'industria e la ricerca tedesca – con minimo coinvolgimento della Reichmarine - hanno potuto dedicarsi alla sperimentazione ed allo sviluppo di altri tipi di propulsione, con l'osservazione che quando di è trattato di

comprendere in nuove formule motori endotermici, questi sono sempre stati quelli sviluppati sino agli anni '30.

In questo quadro va visto anche il passaggio dal tipo VII al tipo XXI, la produzione del Tipo IX ed addirittura la combinazione del molto più avanzato XXIII vide l'impiego come motore diesel Deutz MWM RS 34 S, a sei cilindri, della potenza di 580H.P, sviluppato quale generatore a bordo delle Bismark;



Fig. 192 - Motore Deutz MWM RS 34 S. 1940, recuperato dalla demolizione di un Type XXIII conservato in Danimarca, in attesa di musealizzazione

Nel campo della propulsione, l'evoluzione tecnologica (la somma di ricerca, sviluppo tecnologico ed applicazione industriale) certamente c'è stata, minore di quello che si pensa, nel campo specifico ha riguardato sovralimentazione e snorkel, con meno influenza sui risultati di quella generalmente stimata.

La critica generale sulle frammentazioni, sulle sovrapposizioni, la mancanza di strategia e di coordinamento, la mancanza di risultati e contributi nella ricerca tedesca, militare e non, e nella loro applicazione in scala industriale, non è valida per il settore motoristico navale, portato avanti con coerenza e con minime alternative (la successiva tabella 5 evidenzia come le necessità operative, con una certa standardizzazione delle soluzioni, abbiano avuto la priorità su eccessive innovazioni).

La Germania poté sfruttare una consolidata capacità industriale, che evidenzia come anche senza innovazioni trascendentali, con la capacità di combinare componenti di tecnologia non necessariamente avanzata, potesse supportare ampiamente le operazioni militari; la guerra fu condotta con gli stessi mezzi, e poche evoluzioni, della tecnologia degli anni trenta, le scelte per i modelli avanzati di battelli mantennero per l'apparato motore le sicurezze acquisite.

Alla fine degli anni trenta avevano messo a punto le armi necessarie ed adeguate per la guerra che si avvicinava e preconizzavano; ciò traspare anche dalla lettura delle memorie dell'Ammiraglio Doenitz, che non dimentichiamo nel corso della sua carriera passò ad essere più un gerarca che Ufficiale di Marina.

Come osservazione accessoria, che esula da questa analisi, solo all'inizio del 1943, e con incolmabile ritardo, si pensò veramente alla modernizzazione della componente sottomarina: lo sviluppo dei sommergibili tedeschi si mosse lungo due direttrici, una obbligata, con l'evoluzione del già collaudato Tipo VIIC (con profondità massima raggiungibile e migliori qualità nautiche in superficie, VIIC/42), e l'altra con l'elaborazione di un progetto completamente nuovo, relativo ad un sommergibile oceanico dotato di elevata velocità di immersione, resa possibile dall'impiego della turbina WALTER a perossido di idrogeno (designazione del progetto, U-Boot Type XVIII).

Nel luglio 1943, a guerra sottomarina già compromessa, l'ammiraglio Doenitz approvò la costruzione in grande serie del tipo XXI, oceanico, ma allo stesso tempo si pensò di mettere in cantiere, superando lo scetticismo relativo alle dimensioni, piccoli battelli costieri con propulsione WALTER (tipi XVII G, XVII B e XXII),

Doenitz era molto meno interessato ai piccoli sommergibili che non a quelli oceanici, necessari per la guerra in Atlantico, ma riconobbe nel nuovo modello proposto una possibilità per un più intenso impiego nel Mediterraneo e nel Mar Nero

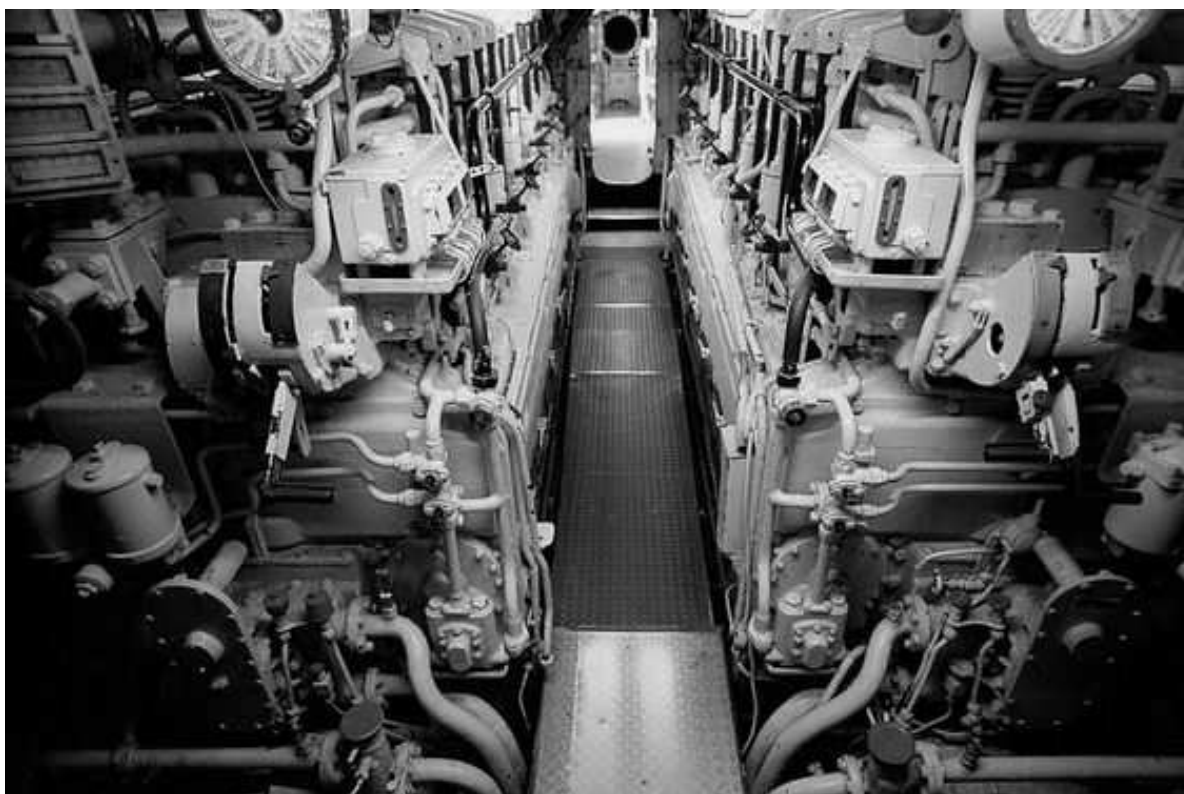
Il progetto ricevette la denominazione di U.boot typ XXIII, che come già detto per l'a.m. non presentava certo novità.

Solo la Germania riuscì a raggiungere risultati soddisfacenti nella produzione di motori diesel navali nel corso della prima guerra mondiale, in particolare con quelli leggeri destinati ai sommergibili, con una continua evoluzione a partire dalla definizione dei carburanti per arrivare allo sviluppo del motore ad olio pesante.

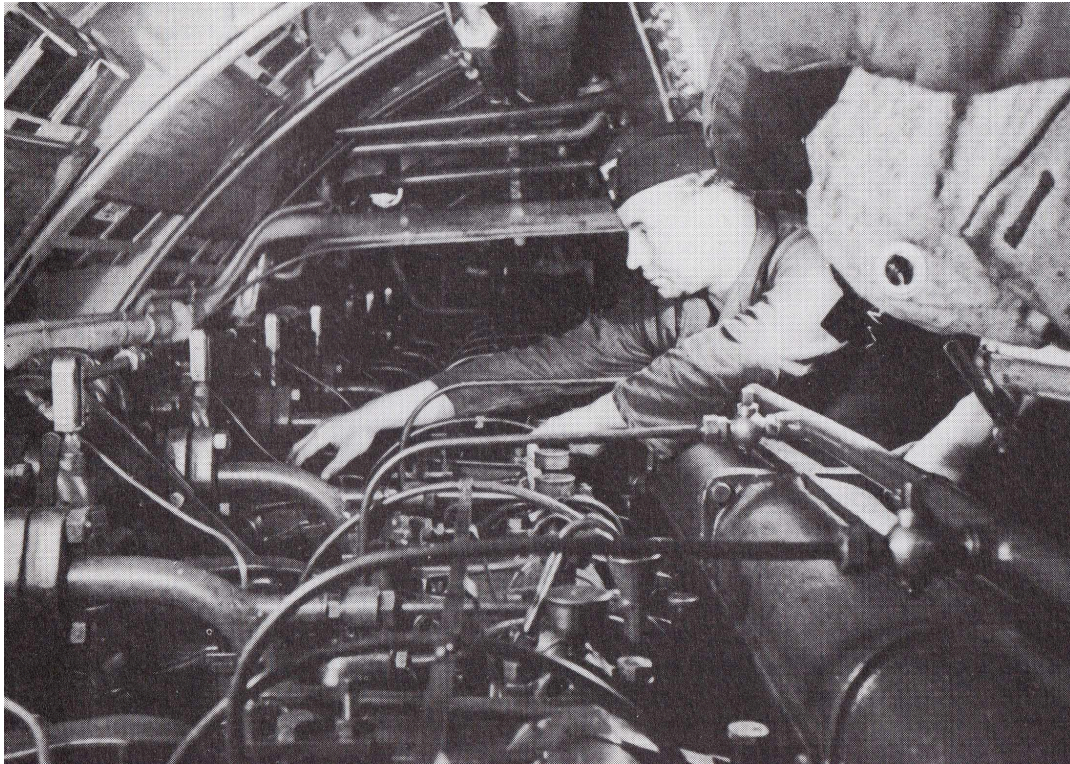
Dal 1913 la Germania costruì U-Boat con propulsori forniti dalla Maschinenfabrik-Augsburg-Nürnberg A.G. (M.A.N.), che da quel momento divenne il leader incontrastato del settore, una base credibile che permise alla cantieristica tedesca di affermarsi nel business dei sommergibili e sviluppare rapidamente grandi sommergibili di altura, praticamente i primi battelli oceanici.

Già nel corso della 1^a G.M. i motori diesel degli U-boats tedeschi assicuravano una velocità in superficie di sedici nodi e un raggio di azione di 7.800 miglia (dati che dovrebbero far riflettere sulle prestazioni dei sommergibili italiani degli anni 30, peraltro comuni a quelle dei battelli di altre nazioni, tra cui quelli statunitensi sino ai primissimi anni 30).

Senza dimenticare l'esistenza di altri costruttori (tra cui giganti come Krupp e Deutz), i motori più diffusi da parte Tedesca sono stati quelli prodotti dalla M.A.N. con i motori 4-tempi M6V 40/46 ed i motori MAN M9V 40/46 del 1939 con i quali, con le debite distanze numeriche di consistenza delle serie, occorre fare i confronti



*Fig. 193 - locale MMTTPP di un sommergibile VIIC
2 motori diesels sovralimentati a 6 cilindri, 4-tempi, modello M6V 40/46 di costruzione Germaniawerft,
per complessivi 3,200HP. a 470-490 giri/min. (Uboat Archives)*



*Fig.194 - regolazione di un motore 4-tempi M6V 40/46 a bordo di un sommergibile Type VII (Uboat Archives)
Qualsiasi copertura sulla testata o protezione ai leverismi era esclusa per facilità di controllo e rapidità di intervento*

Il MAN M9V 40/46 del 1939

Questo motore diesel era una versione a 9 cilindri del MAN 40/46, con un alesaggio di 40 cm e una corsa di 46 cm, dando 58 L per cilindro (522 Lt di cilindrata in totale, cioè un grosso motore) e una potenza di 1640 kW a 520 giri. Caratteristiche e prestazioni che oggi potrebbero non sembrare così impressionanti per un motore di quella cilindrata ma va notato che operava a velocità abbastanza ridotta.

Al momento, Pielstick stava anche lavorando su una versione più potente, con un compressore a ingranaggi prima del turbocompressore, che avrebbe dovuto entrare in funzione oltre i 1650 HP.

È interessante notare come l'OKM (*OberKomando der Marine*, ovvero Alto Comando Navale) non abbia percepito le reali necessità operative, non abbia percepito alcun bisogno di quella potenza con la conseguenza che il progetto "sovralimentato e turbocompresso" fosse annullato.

Il Motore MAN M6V40/46 KBB è stato poi sviluppato, nel 1941, a misura dei battelli tipo XXI.

Tale motore turbocompresso venne anche studiato in previsione dell'introduzione dello snorkel, la cui messa a punto procedeva in parallelo; la fasatura delle valvole venne modificata per ridurre la sovrapposizione delle aperture, in modo che l'eventuale presenza di acqua nello scarico potesse essere eliminata all'avviamento nonché contribuire a far fronte alla contropressione fluttuante, come conseguenza dello scorrimento dell'onda.

Il problema della sovrapposizione dell'apertura influiva con uno scarso rendimento e temperature di scarico insolitamente alte per un motore di media potenza.

La pressione di lavaggio con turbosoffiante non risultava sufficiente a causa dell'ormai noto fenomeno della contropressione allo scarico per contrastare il quale era invece necessario un margine elevato, tale far fronte in qualsiasi circostanza alle pressioni variabili.

In alcune versioni (come la Krupp) la turbosoffiante venne rimpiazzata da una pompa di lavaggio, definita, sovralimentatore meccanico ad ingranaggi, con la quale certamente non si potevano ottenere le prestazioni che la MAN ottenne continuando con la versione sovralimentata con turbosoffiante.

Il propulsore venne quindi adottato come nuova versione del già diffuso M6V40/46 (Motore MAN corrispondente al Krupp-GW F46a6pu), modificata per un incremento sostanziale delle prestazioni.

A questo fine era stata adottata una turbosoffiante BBC con refrigerazione a circolazione d'acqua in modo da poter erogare sino 2.000 HP a 520 giri/1'

Il M6V40/46 così modificato assunse la denominazione M6V40/46KBB (*Kreiselpumpe*).

Le prime consegne di questo motore avvennero in ritardo per la sopravvenuta necessità di riprogettare ed irrobustire alcune parti in funzione della maggior potenza erogata (superiore del 40% rispetto al M6V40/46 originale).

Questo motore non era reversibile, per cui per le manovre si tornava a ricorrere ai motori elettrici, manovra semplice, economica e non si comprende perché tanto esecrata da progettisti italiani e Regia Marina.

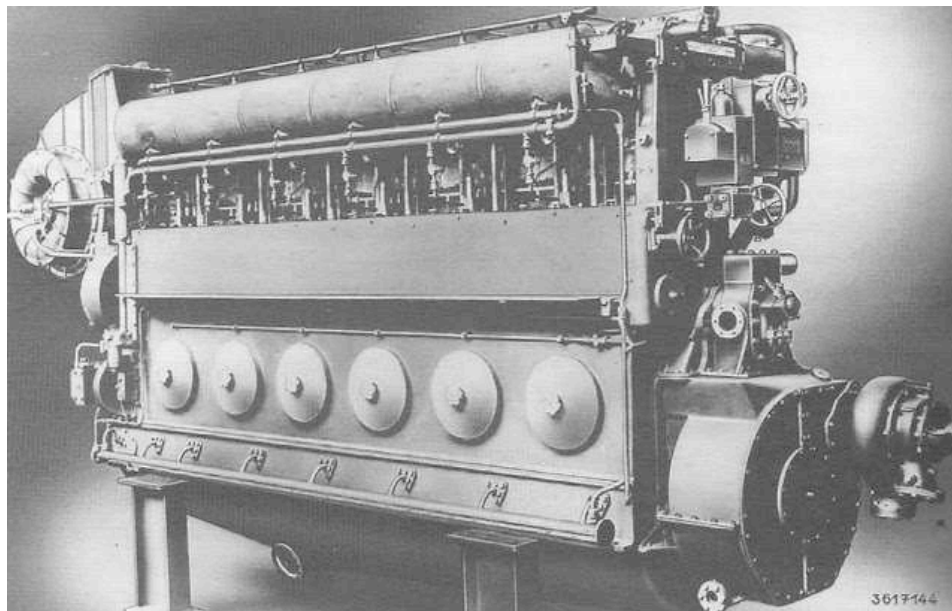
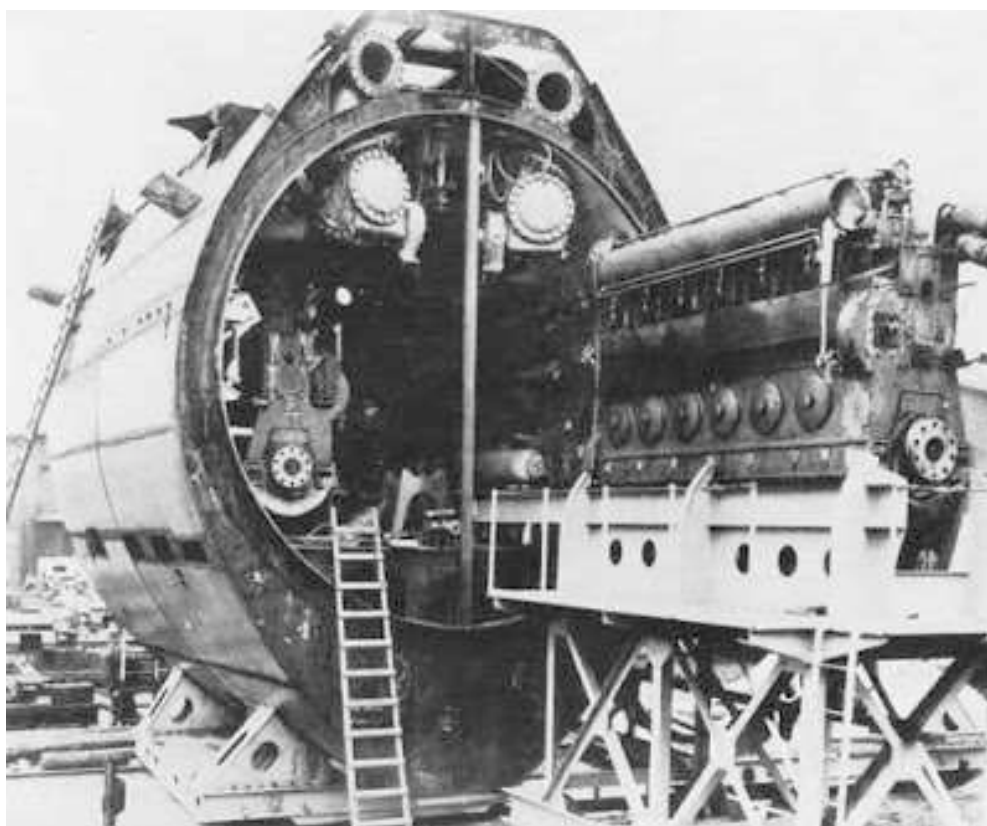


Fig.195 - Motore MAN M6V40/46 KBB a 4 tempi - sono ben evidenti in secondo piano la turbosoffiante, superiormente il condotto di lavaggio ed in primo pian il giunto a frizione ed il viratore



*Fig.196 – Posizionamento di un motore MAN M6V40/46 KBB per il preallestimento di una sezione di tipo XXI
Anche la sola modalità di imbarco delle macchine deve far riflettere sullo stato dell' arte della cantieristica*

Considerando sia i precedenti di collaborazione tra la MAN e l'industria motoristica statunitense (di cui si

tratta nel capitolo dedicato all' evoluzione dei battelli della US Navy) sia la contemporaneità di sviluppo dei mezzi, si ritiene opportuno un confronto sull' evoluzione di questo motore, sia con i precedenti o contemporanei modelli tedeschi sia con le coeve soluzioni tipiche statunitensi

	FM 38D81/8	GM 16278A	GM 16-248	MAN M9V 40/46	MAN M6V 40/46	Krupp-GW F46a6pu
Tipo di motore	2 tempi,	2 tempi,	2 tempi,	4 tempi,	4 tempi,	4 tempi,
N° de cilindri	10	16	16	9	6	6
Sistema di lavaggio	meccanico pompa rot.	meccanico pompa rot.	meccanico pompa rot.	Turbo-soffiante	Turbo-soffiante	meccanico
Press. aria lavaggio (bar)	0,22	0,2		0,264		
Diametro (mm)	206,375	222,25	215,9	400	400	400
Corsa (mm)	254	266,7	266,7	460	460	460
Cilindrata unitaria (l)	16,99	10,35	9,76	57,81	57,81	57,81
Cilindrata totale (l)	169,93	165,55	156,22	520,25	346,83	346,83
Potenza eff. (kW)	1194	1194	1194	1617	1470	1103
Velocità di rot (r.p.m.)	720	750	756	470	520	480
p.m.e. (bar)	5,86	5,77	6,07	7,94	9,78	7,95
Peso mot. asciutto(Kg)	13314,0	13266,7		25446,5		19300
Vel. media pistone (m/s)	6,1	6,7	6,7	7,2	8,0	7,4
Consumo spec. a 100% MCR* (g/kWh)	224,8			226,1	228,48	240
Potenza specifica (kW/l)	7,03	7,21	7,64	3,11	4,24	3,18
Densità di pot. (kW/tonn)	89,68	88,9		63,55		57,15
Rendimento (100% MCR)*	0,375			0,373	0,369	0,351
NOTA	*MCR: Maximum continuous rating, massima potenza continuativa					

Tab. 6 - analisi comparativa tra i propulsori più diffusi su sommergibili tedeschi e statunitensi – 1940-45

Anche se la tabella anteriore, per ovvi motivi, è stata elaborata partendo da alcuni dati non completamente omogenei, risulta evidente che malgrado si tratti di motori progettati e sviluppati secondo linee se non tecnologie molto diverse tra loro, gli stessi presentano alla resa dei conti rendimenti molto livellati, in particolare richiama l' attenzione il confronto tra il MAN M9V40/46 ed il Fairbanks-Morse 38D8-1/8, tra i modelli più diffusi nel corso della guerra, ambedue con rendimenti di poco superiori al 37% a pieno carico, risultati molto distanti dalla motoristica italiana.

Una riflessione – ovvia ed importante – limitandoci al propulsore tedesco, come prodotto che poteva essere più “alla portata” dei cantieri italiani, riguarda il fatto che il MAN M9V40/46 presenta il vantaggio della sovralimentazione, operando con ciclo a 4T; se invece consideriamo il motore KRUPP F46a6pu, più vicino a certi criteri produttivi italiani, vediamo come il rendimento sia inferiore (per quanto buono e superiore a quelli medi italiani) in ragione del lavaggio meccanico anziché sovralimentazione.

Temi critici erano il T.B.O., ossia il tempo necessario tra due revisioni, e comunque l' immobilizzo del

battello, ma anche le regolazioni quotidiane e l' usura, che spesso obbligava ad interventi puntuali con i mezzi di bordo, difficili in porto, disastrosi e rischiosi in navigazione; fenomeno ovviamente legato ai sistemi di lubrificazione, dipendeva anche dalle velocità in gioco : sempre dall' esame della tabella precedente appare un dato atipico, in quanto i motori statunitensi pur adottando il ciclo a 2 T, pur lavorando ad un regime di rotazione più elevato, presentavano una velocità del pistone ridotta, con ovvie conseguenze di affidabilità, resistenza e tempi più estesi non solo come TBO ma anche come probabilità di avaria o intervento correttivo.

Altro dato importante ed abbastanza sorprendente è quello relativo alla "densità di potenza" con tutte le conseguenze sull' esponente di peso e sulle sistemazioni a bordo: una densità di potenza non è solo peso, ma anche volume, compattezza, ed una differenza superiore al 40% è una distanza abissale, ma soprattutto determinante per le caratteristiche generali di un sommergibile.

In generale i dati che si sono potuti sintetizzare in questa tavola dimostrano ampiamente una superiorità generale delle macchine statunitensi sui propulsori tedeschi di impiego similare: i consumi specifici sono più che simili, lasciando stare la già percezione di affidabilità, i dati oggettivi di peso motore asciutto, velocità media del pistone, pressione media effettiva, di sovrappressione dell' aria di lavaggio, di cilindrata unitaria, ci fanno riflettere su dove eravamo come motoristica nazionale, pur con la maggior flotta sottomarina del momento.

Noi e gli "altri", se non una conclusione, una considerazione generale illuminante, magari mettendoci, pur con le dovute proporzioni, nei panni degli "altri": se nei primi anni 30 la motoristica statunitense era appena riuscita ad allinearsi alla tecnologia tedesca della grande guerra, ed era comunque dipendente dall' assistenza tecnica e dalla tecnologia tedesca (come ampiamente illustrato nel successivo VI-2), nel giro di un lustro aveva non solo ampiamente colmato il distacco ma superato notevolmente il diretto concorrente.

La riflessione sulle possibilità italiane, con le molte similitudini ed opportunità di partenza è amara, e non deve neppure essere approfondita: il problema non è solo tecnico, ma di intuizione, da parte della classe imprenditoriale, di capacità di scelta, ma nelle scelte la risposta non è solo di responsabilità politica, non va addebitata neppure solo all' utente, la Regia Marina, ma va ascritta a carico di una industria immobile, chiusa, retrograda, che pure si vantava di essere presente sui mercati internazionali e di essere capace di esportare...

Significativo è l'impiego di sommergibili tedeschi i Mediterraneo, sotto certi aspetti il momento della verità lungamente rinviato (*ed illuminante è la lettura di Francesco Mattesini nel suo: LA PARTECIPAZIONE DEI SOMMERGIBILI TEDESCHI ALLA GUERRA AERONAVALE NEL MEDITERRANEO - Settembre 1941 -Gennaio 1942*).

Al rispetto, nel valutare tecnicamente i mezzi impiegati tedeschi in mediterraneo, prevalentemente del tipo VII, con l'inevitabile confronto con le unità italiane, si riporta una tabella ed alcune considerazioni su questi sommergibili, anche per favorire una riflessione sulle costruzioni italiane

Una riflessione, più politica che tecnica, merita la constatazione che per ragioni non solo di forma ma anche di sostanza, si decise di non integrare le due forze subacquee ed i battelli tedeschi furono dislocati inizialmente a Salamina, base dotata di buone infrastrutture dove fu possibile stabilire una buona logistica: con il peggiorare della situazione in Mediterraneo i sommergibili tedeschi operarono via via anche da basi italiane, con conseguenti interventi logistici e manutentivi ed il confronto – non solo sui risultati ma soprattutto sui mezzi che inevitabilmente vennero così conosciuti a fondo da parte italiana – risultò drammatico.

Tab. 7 - Caratteristiche dei sommergibili tedeschi Tipo VII

Sotto classe	VIIA	VIIIB	VIIC	VIIC/41	VIIC/42	VIID	VIIF
Dislocamento in superficie	626 T	753 T	769 T	769 T	999 T	965 T	1084 T
Dislocamento in immersione	745 T	857 T	871 T	871 T	1099 T	1080 T	1181 T
Lunghezza f.t.	64.5 m	66.6 m	67.1 m	67.1 m	68.7 m	76.9 m	77.6 m
Lunghezza scafo resistente	44.5 m	48.8 m	50.5 m	50.5 m	50.9 m	59.8 m	60.4 m
Larghezza max	5.85 m	6.2 m	6.2 m	6.2 m	6.85 m	6.4 m	7.3 m
Larghezza scafo resistente	4.7 m	4.7 m	4.7 m	4.7 m	5 m	4.7 m	4.7 m
immersione	4.4 m	4.74 m	4.74 m	4.74 m	5 m	5 m	4.9 m
Potenza MMTTP	1,270 HP ^[1]	1,800 HP ^[2]	1,800 HP ^[3]	1,800 HP ^[4]	1,800 HP ^[5]	1,800 HP ^[6]	1,800 HP ^[7]
Potenza in immersione	420 HP ^[8]	420 HP ^[9]	420 HP ^[10]	420 HP ^[11]	420 HP ^[12]	420 HP ^[13]	420 HP ^[14]
Velocità in superficie	17 n	17.9 n	17.7 n	17.7 n	18.6 n	16.7 n	17.6 n
Velocità in immersione	8 n	8 n	7.6 n	7.6 n	7.6 n	7.3 n	7.9 n
Autonomia in superficie	7000 m	10.000 m	9200 m	9500 m	14000 m	12500 m	16500 m
Autonomia in immersione	175 km	175 km	150 km	150 km	150 km	130 km	140 km
Equipaggio	42 - 46	44 - 48	44 t- 52	44 - 52	44 - 52	46 - 52	46 - 52
Unità consegnate	10	24	568	91	0	6	4

Notes

- 2 MAN, 6 cilindri, 4-tempi M6V 40/46 diesels complessivi 2,100 - 2,310HP. Max giri/min.: 470-485.
- 2 sovralimentati MAN, 6 cilindri, 4-tempi M6V 40/46 diesels complessivi 2,800- 3,200 HP. Max giri/min.: 470-490.
- 2 sovralimentati Germaniawerft, 6 cilindri, 4-tempi M6V 40/46 diesels complessivi 2,800- 3,200HP. Max giri/min.:470-490.
- Come **VIIC**
- Come **VIIC**
- 2 sovralimentati Germaniawerft, 6 cilindri, 4-tempi F46 diesels complessivi 2,800-3,200HP. Max giri/min.: 470-490.
- Come **VIID**.
- 2 Brown, Boveri & Cie GG UB 720/8 motori elettrici, complessivi 750HP. Max giri/min.: 322.
- 2 AEG GU 460/8-276 motori elettrici, complessivi 750HP. Max giri/min.: 295.
- Come **VIIA** or **VIIIB**, 2 Siemens-Schuckert Werke GU 343/38-8 motori elettrici, complessivi 750HP max 296 giri/1': oppure 2 Garbe Lahmeyer RP 137/c motori elettrici, complessivi 750HP - max 296 giri/1'.
- Come **VIIC**
- Come **VIIC**
- 2 AEG GU 460/8-276 motori elettrici, complessivi 750HP. Max giri/min.:

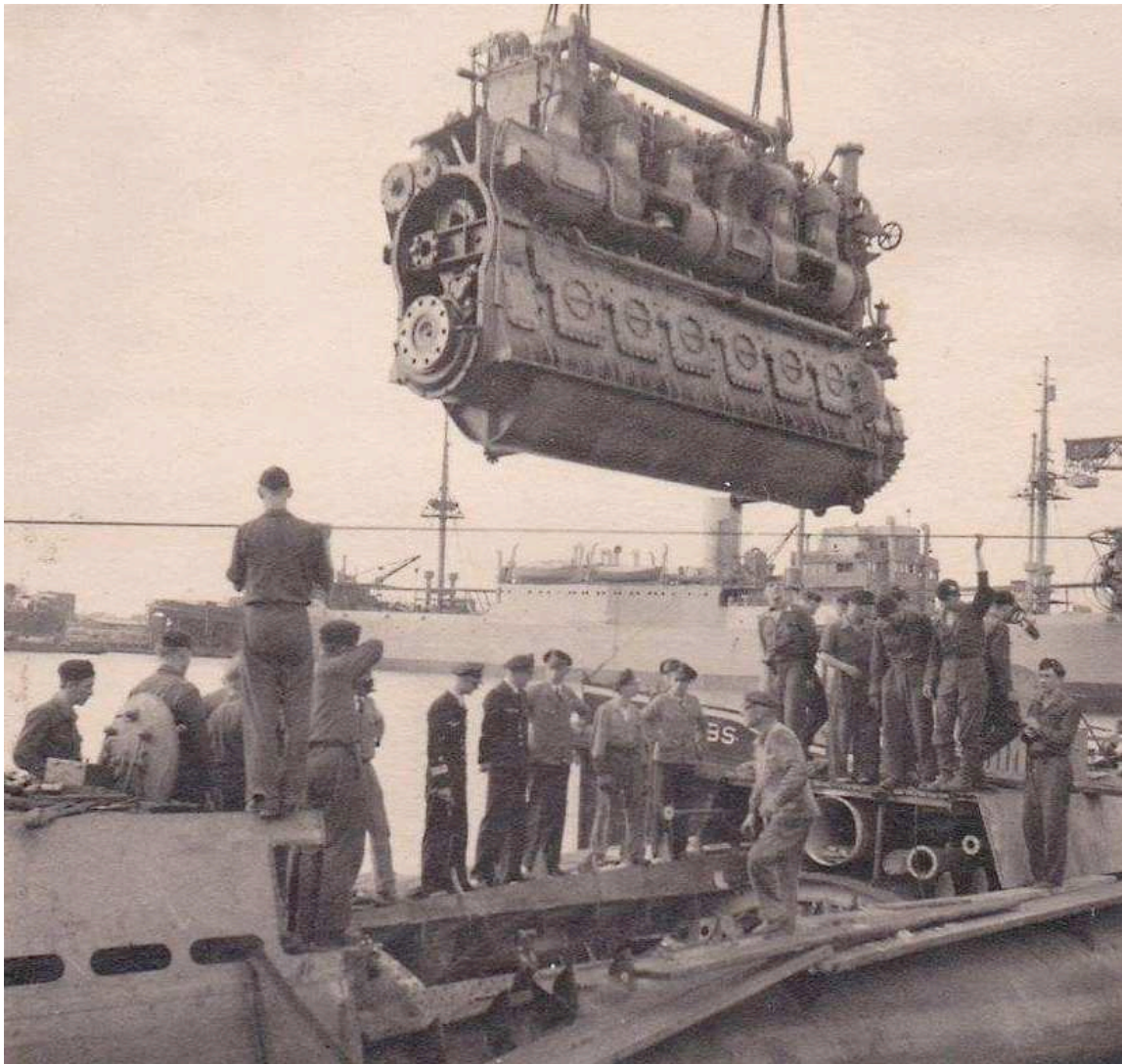


Fig. 197 - sostituzione di un MTP sull' U-593, un battello Type VIIC

Le soluzioni tedesche per le unità sottili di attacco

Le premesse: L' Italia vantava una grande esperienza e magari reclamava il primato e l'eccellenza per le piccole unità siluranti, per i risultati conseguiti in Adriatico durante la Grande Guerra, peraltro magnificati (e sfruttati) ben oltre la reale portata e soprattutto replicabilità di tali azioni, e la distanza dagli scenari di conflitto ipotizzabili per la Regia Marina dopo il 1^a GM.

Al di là di qualsiasi comodo ed opportuno mito, l'impiego di piccole unità veloci non era un'intuizione ed una prerogativa solo italiana: anche la Marina tedesca nel corso della I G.M. impiegò motoscafi siluranti, noti inizialmente come UZ, (motoscafi antisommergibile), ma nel loro servizio nel Baltico non ebbero molto successo, anche se ottennero importanti risultati nella difesa di Zeebrugge, persino in una versione radiocomandata

Le difficoltà non erano poche: per le sottili d'attacco sotto un certo dislocamento non si poteva usare un motore a vapore, troppo pesante e lento nell' approntamento, ma si doveva ricorrere ad un motore a scoppio leggero, potente ed affidabile: come soluzione si ricorse a motori per dirigibili, con un adattamento abbastanza difficile e complicato, e del resto le priorità (ma anche le opportunità) per quel teatro erano altre.

La Kriegsmarine ricominciò a valutare questo tipo di unità dal 1923, tra le diverse misure per aggirare i dettami e le limitazioni del trattato di Versailles passando inosservate ai controlli Alleati.

In questo contesto nel '26 venne valutato un battello sperimentale, K-Boot da 18 metri, propulso da due motori a benzina da 450 HP ciascuno, armato con due siluri da 457 mm lanciabili di poppa, ma in generale la Marina tedesca non era particolarmente interessata alle piccole unità siluranti

Partendo formalmente dalla costruzione di yacht, alla fine degli anni'20/ inizi degli anni '30 la Lürssen mise mano a un progetto di unità veloce a struttura metallica, rivestimento in legno, carena tonda anziché a spigolo come quella delle unità inglesi e la tendenza dei costruttori italiani. Il risultato fu un'unità dalle ottime qualità nautiche, superiore alle corrispondenti unità britanniche (e italiane) con carena a spigolo, che risultavano più veloci in acque calme, ma ideali al più per teatri operativi litoranei come l'Adriatico, con condizioni meteo marine favorevoli; con mare anche semplicemente mosso le prestazioni di quelli che non erano altro che grossi motoscafi decadevano, rendendoli lenti, meno manovrabili, inutilizzabili come piattaforma d' armi.

Il nuovo progetto, poi noto come S-Boote (Schnellboote) era più consono al concetto di unità militare che all' adattamento di unità sportive e da competizione.

Dopo la limitata esperienza delle K-Boote venne sperimentato un tipo di motosilurante con scafo di 20 m di lunghezza, in legno di mogano su struttura in lega leggera, propulso da 3 motori da 450 HP, ma l'interesse della Kriegsmarine per questo tipo di unità fu suscitato da uno yacht, l'Oheka II, da 22,5 m di lunghezza e 22,5 t di dislocamento propulso da tre motori da 550 HP a benzina., che malgrado fosse destinato a impiego misto fluviale/ marittimo (comunque Mare del Nord), evidenziò ottime doti di tenuta al mare.

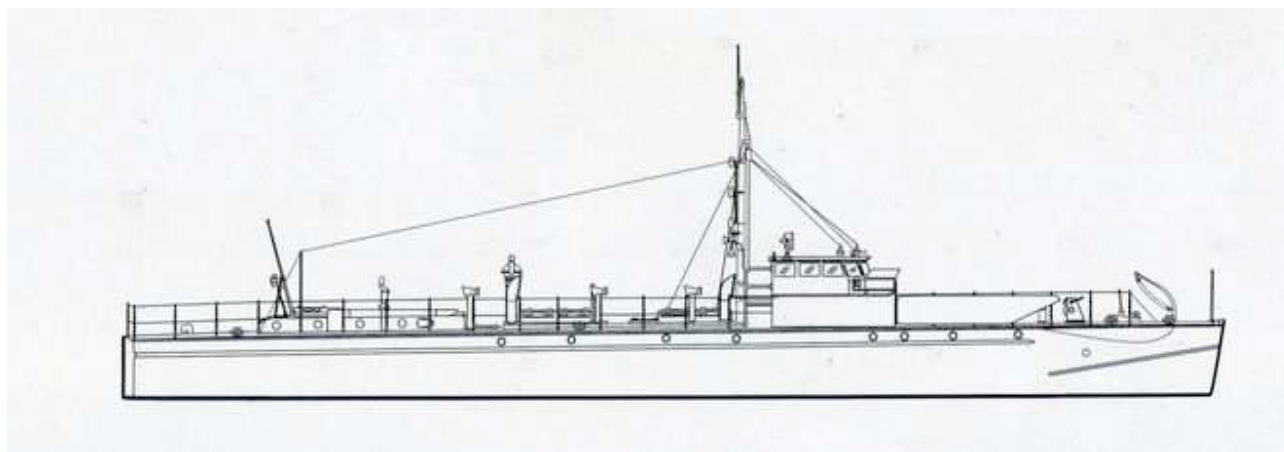


Fig. 198 - profilo della S1, l'unità prototipo delle schnellboote derivata dallo yacht Oheka II

Fu da questa unità che derivò nel 1929 l'ordine per la S1, inizialmente classificata UZ (S) 16, poi Schnellboot 1, o S1, entrata in servizio il 7 agosto 1930, quale unità sperimentale.

Con questo prototipo si dimostrò la possibilità di realizzare un battello d'attacco di superficie con buone caratteristiche di condotta e tenuta al mare; riguardo alla propulsione la soluzione non era soddisfacente, sia per la scarsa potenza dei motori disponibili, sia per l'impiego della benzina (in un paese che aveva puntato sul diesel anche in campo aeronautico).

Tali prove vanno inquadrare nella corsa al riarmo della Germania dal 1930, ed in proposito ci si rese rapidamente conto che sarebbero stati necessari motori diesel marini ad alte prestazioni per la propulsione di tali unità sottili.

Gli sviluppi delle piattaforme: La Kriegsmarine coinvolse pertanto la Mercedes-Benz nello sviluppo e fornitura di una serie di motori diesel veloci per uso navale, come si vedrà in dettaglio nel seguito, mentre attraverso la Lürssen continuava lo sviluppo della piattaforma.

Il tipo S 2, quattro unità da 27,9 m di lunghezza e 44,5 t di dislocamento era dotato i tre motori DB BFz da 1.100 HP turbocompressi (*caratteristica che va sottolineata, come periodo, in relazione agli indirizzi ed alle capacità dell' industria italiana, che evidentemente tendeva ad orientare la regia Marina verso altre scelte e soluzioni*) e un motore ausiliario Maybach da 100 HP per le manovre portuali e l'andatura silenziosa (in seguito ritenuto inutile e sbarcato).

Con il Tipo S7 ci si avvicinò ad una soluzione complessivamente soddisfacente come sistema ed alla configurazione definitiva, con una lunghezza di 32,4 m, 68 t di dislocamento e 35 nodi di velocità.

Con la versione S14 del 1936, che raggiunse – anche alla disponibilità di propulsori adeguati – il dislocamento di 88 Tonnellate, corrispondenti a 34,6 m di lunghezza, si raggiunse un equilibrio considerato ottimale per una produzione in grande scala; un risultato raggiunto senza cambi radicali di progetto tutto come furono costrette a fare sia la R.M. sia la R.N. ad ogni tentativo di migliorare le prestazioni delle proprie unità veloci sottili.

unità	quantità	Anno di costruz.
Oheka II	1	
S1	1	1929
S 2	4	1931
S 7	7	1933
S 14	4	1934
S 18	8	1937
S 26	4	
S 30	16	1939
S 38	58	1939/40
A 38 – S 100	81	
S 151	8	
LS	12	1939 - 1940

Tab. 8 – Sequenza di costruzione Schnellboot prevalentemente con motorizzazione MB serie 500, anche se sulle prime unità furono sperimentate diverse soluzioni propulsive e diverse combinazioni di motori (elaboraz. autore)

Le maggiori dimensioni, in particolare una lunghezza pressoché doppia rispetto ai 18 m dei MAS italiani permise l'installazione di lanciasiluri da 533 mm (prima in acciaio e poi in lega leggera), in posizioni prodriere, laterali e sopravanzanti la plancia, che permetteva un lancio ottimale, dando spazio e possibilità alla ricarica con due armi sgombrate in posizione posteriore (o, in alcune versioni, all'adozione di ulteriori lanciasiluri ad impulso laterale).

Tale efficiente sistemazione comportò successivamente la modifica del castello di prora, rialzandolo di circa un metro ed acquisendo a partire dalla S 26 la forma con i lanciasiluri integrati dentro la murata anteriore, e una bassa sovrastruttura, con una migliore tenuta al mare oltre che protezione completa delle armi, oltre a permettere l'installazione di una postazione difensiva sul castello di prora, tra le estremità dei due lanciasiluri

A partire dalla S 38b vennero imbarcati motori diesel sovralimentati, il modello MB 511 (e successivi) e va notato che al modello S38 si ispirarono i progetti di unità convertibili degli anni '50/ '60, compreso quello italiano della P 490 (poi Folgore).

Nonostante la loro fama, non vennero costruite molte S-Boote: circa 230, di cui solo 200 veramente definibili tali; circa la metà di queste costruzioni, nonostante un'attività intensissima e logorante con logistica precaria, sopravvisse al conflitto, e molte tra loro trovarono ulteriori impieghi o incorporate come prede prestando servizio nelle marine vincitrici.

Il "tasso di sopravvivenza in azione" risultò altissimo, enormemente superiore a quello dei sommergibili, ed incalcolabile – in senso positivo - il "costo/efficacia" in termini economici, tra costo unità e danni inflitti al nemico.

Seppur senza raggiungere i risultati assoluti, e la minaccia reale e psicologica degli U-Boote, malgrado il loro ridotto numero (meno di 1/20 degli stessi U-Boote) le S-Boote inflissero consistenti danni, affondando con attacchi diretti mercantili per 214.728 t, in media 10 volte tanto il loro tonnellaggio, mentre risulta difficile valutare gli affondamenti dovuti all'impiego di altre armi di tali piattaforme, almeno altri 37 mercantili per 148.535 t attribuiti a mine magnetiche posate da S-Boote.

Definite dagli alleati E.Boats (*Enemy boats*) si distinsero anche nell'attacco e danneggiamento di unità militari avversarie, non tutti definibili, come quelli in Mediterraneo contemporanei od immediatamente successivi all'armistizio italiano.

Secondo fonti tedesche nei vari teatri si contano successi contro 12 cacciatorpediniere, 11 dragamine, 8 navi anfibe, un sommergibile, 6 motosiluranti, per un totale di 187 unità, ma l'importanza va valutata sia in base al valore relativo (un cacciatorpediniere da solo costava quanto una quindicina di motosiluranti se non più), sia in relazione al costo delle riparazioni avversarie ed all'occupazione delle strutture di riparazione

L'evoluzione delle soluzioni propulsive: in questa analisi non vengono affrontati i temi delle numerose soluzioni propulsive adottate in rapida successione dai tedeschi, ma molto sommariamente si accenna solo alle caratteristiche, all'evoluzione ed all'impiego dei motori diesel veloci di propulsione delle unità sottili.

Come in altri casi, anche in questo settore si potrebbe rimproverare all'Italia di aver affrontato e combattuto la 2^a G.M. con i mezzi della 1^a G.M., assioma già usato e valido per quanto riguarda la guerra subacquea ma, alla luce di quanto si evince da questa analisi, applicabile anche per le unità veloci di attacco, soprattutto per quanto riguarda il sistema propulsivo.

Quale provocazione per una riflessione più profonda sulla preparazione italiana, il contesto globale ma soprattutto la dottrina di impiego di quei mezzi quasi insidiosi che avrebbero dovuto costituire una componente strategica delle forze navali italiane, questa analisi non vuole spaziare sulla motoristica tedesca e sulle diverse e possibili applicazioni ma è utile per poter inquadrare la situazione dei motori italiani,

Si accenna solo ai tipi e modelli tedeschi che erano disponibili o in sviluppo tra le due guerre ed in particolare alle soluzioni che se percepite, sviluppate ed adottate tempestivamente sarebbero state

compatibili persino come scala con le capacità produttive italiane e accessibili, come tecnologia ed eventuali forniture o accordi di licenza, alle industrie italiane.

È opportuno soffermarsi sullo sviluppo, applicazione e diffusione dei motori diesel veloci a 4 tempi, settore colpevolmente trascurato ed frettolosamente abbandonato per miopia ancor più che per costi dall'industria italiana (*secondo quanto descritto nella precedente parte II, pag 101 e seguenti*), macchine pressoché "sconosciute" nella Regia Marina come applicazioni propulsive di unità combattenti, che solo molto più tardi assunsero importanza, nella ricostruzione della Marina Militare Italiana.

In quanto alle costruzioni di guerra, stante la indisponibilità di affidabili Diesel-veloci tra la produzione nazionale (la Fiat con il V 1616 aveva fallito miseramente...), e risultando vane le molte pressioni sull'alleato tedesco per ottenere cessioni di unità motrici di questo tipo per dotarne le nostre motosiluranti, aspetto che si riflette anche nella mera "copiatura" delle "S 2" già iugoslave per la indisponibilità tedesca a cedere i piani di modelli di S-Boote più recenti, i CRDA per realizzare in fretta le MS tipo 60 t non trovarono altra soluzione che quella di dotarle di 3 I.F. ASM serie 180 .

Trattando il tema di motori diesel veloci per unità di superficie, è fondamentale il riferimento allo sviluppo dei motori Mercedes (*anche per il loro uso nella MMI per le prime unità sottili del dopoguerra*), come dimostrazione di un'opportunità non colta, del gap tecnologico della nostra industria ma soprattutto come dimostrazione degli errori di programmazione e dell'inesistenza di un rapporto con l'"alleato" tedesco su aspetti tecnici critici, anche di potenziale comune interesse.

La scelta tedesca, anche in campo aeronautico, per i motori veloci privilegiò sempre il ciclo diesel mentre in Italia, anche per limitazioni e miopia dell'industria, per i motori veloci ci si rifugiò in forma quasi suicida sui motori a ciclo Otto, a benzina, malgrado la loro pericolosità ed all' obsolescenza delle immutate scelte costruttive.

Si affronta, seppur in forma enunciativa, il tema dello sviluppo dei motori tedeschi in quanto esempio di una logica di studi e progetti con una progressione di sviluppo che sarebbe stata (quasi) alla portata dell'industria italiana.

Il filo conduttore è quello della famiglia dei motori veloci a 4 tempi della serie 500 che, nella dovuta scala, ha avuto nella Marina e nell' industria tedesca la stessa trascendenza che in Italia ebbero i motori a 2 tempi della serie 400.

Lo spunto evolutivo: Nel 1926 la fusione di Daimler Motoren Gesellschaft e Benz & Cie. dette origine a Daimler-Benz ; entrambe le società avevano in precedenza prodotto motori aeronautici con i rispettivi nomi Mercedes e Benz.

Dopo la fusione, il nome Daimler-Benz contraddistinse principalmente i motori aeronautici, mentre quello Mercedes-Benz è stato utilizzato principalmente per la produzione di automobili e relativi motori.

In campo marino sono invece stati utilizzati entrambi i marchi, in campo navale principalmente Mercedes, mentre nel tempo l'industria motoristica navale è passata attraverso vorticosi cambi di marca e di marchio, per attraversare MTU ed arrivare oggi a trovarsi sotto il marchio Rolls Royce (!!)

È pertanto utile semplificare a continuazione, citando Daimler-Benz per i propulsori aeronautici e Mercedes-Benz per i motori marini (ovviamente si tratta sempre di motori veloci)

Sulla fine degli anni 20 del secolo scorso lo studio e lo sviluppo di motori diesel veloci riguardò in primo luogo la propulsione dei dirigibili; attraverso una serie di esperienze come punto di arrivo di questa fase si possono considerare il motore Daimler-Benz DB 602 (LOF2) sviluppato per i dirigibili LZ 129 Hindenburg e LZ 130 Graf Spee ed il successivo motore DB 603 (e già queste scelte, al pari della struttura dei dirigibili, evidenziano la distanza tra l' industria tedesca e quella italiana).

Sulla fine degli anni '20 la Daimler-Benz progettò il motore F-2, macchina ad ignizione, ciclo Otto, per uso strettamente aeronautico: una macchina con cilindri a V, a 60 gradi, sovralimentato (*è bene notare questa caratteristica, in relazione alla data*) una macchina costruttivamente abbastanza tradizionale per l'epoca, a

12 cilindri, individuali e non monoblocco, ed alberi a camme in testa, rapporto di compressione non elevato, 6 (ad1).

Alesaggio 165 mm e corsa 210 mm divennero un riferimento per l'epoca; il motore erogava 800 HP (597 kW) a 1,500 g/min. con un extra di 1,000 HP (746 kW) a 1,700 g/min.

Il propulsore poteva essere fornito con collegamento diretto o con riduzione (0,5), con un peso totale di circa 780/790 kg).

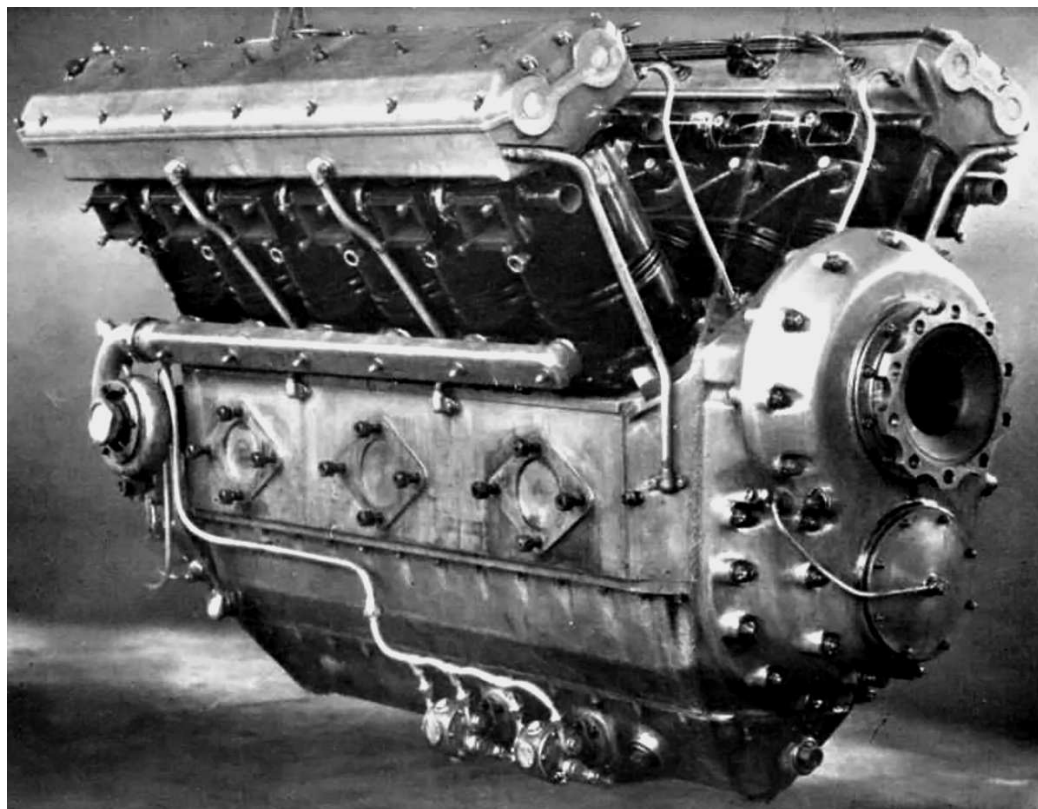


Fig. 199 – Il motore diesel aeronautico Daimler-Benz OF-2 come aspetto esterno simile al motore F-2; la foto permette di individuare a posizione dei due alberi a camme in testa, racchiusi in un carter in lega di magnesio (elektron) che raccordava le teste dei cilindri, soluzione non adottata ne sulle successive versioni aeronautiche (LOF6) né nella versione navale

Non risulta sia mai stato usato per alcun velivolo, ma sembra sia stato provato su battelli veloci, aprendo la strada a successive applicazioni (secondo alcune fonti potrebbe anche essere stato provato sullo yacht fluviale *Oheka II*, la già citata private venture sperimentale formalmente destinata allo yacht del magnate statunitense/tedesco *Kahan*, battello dal quale derivò il prototipo *S1*, ma è difficile risalire a dati tecnici certi di un'epoca in cui il segreto circondava ogni ricerca e sviluppo che potesse essere considerato violazione del trattato di Versailles).

Daimler-Benz successivamente, agli inizi degli anni 30, sviluppò un nuovo motore – diesel – per dirigibili basato sul modello F2 ad ignizione.

Il nuovo motore, diesel, venne designato OF-2 (O significava *Ölmotor*), adottando la stessa configurazione V 12 del motore F2 a ciclo Otto.

Molto importante ed avanzato l'uso dei materiali: ciascuno dei cilindri in acciaio era montato su un carter in lega di magnesio; veniva introdotto l'impiego di quattro valvole per ciascun cilindro, due di lavaggio e due di scarico, azionate da un doppio albero a camme in testa.

Mantenendo la stessa cilindrata e lo stesso alesaggio, il rapporto di compressione aumentava a 15 (a 1).

L' iniezione di combustibile avveniva a una pressione di circa 92 bar attraverso due banchi di 6 iniettori, ciascuno, alimentati ciascuno da una pompa Bosch, quindi due in totale per motore.

L' iniezione avveniva in una pre-camera ricavata in posizione centrale e simmetrica nella testa: un disegno di derivazione automobilistica di motori diesel della stessa Mercedes-Benz.

Il motore veniva prodotto con riduttori ad ingranaggi con diversi rapporti di riduzione (piuttosto limitati).

La potenza erogata dal motore Daimler-Benz OF-2 era di 700 HP (522 kW) continuativi a 1,675 g/min., con un extra di 750 HP (559 kW) a 1,720 g/min., con possibili spunti di brevissima durata di 800 HP (597 kW) a 1,790 g/min..

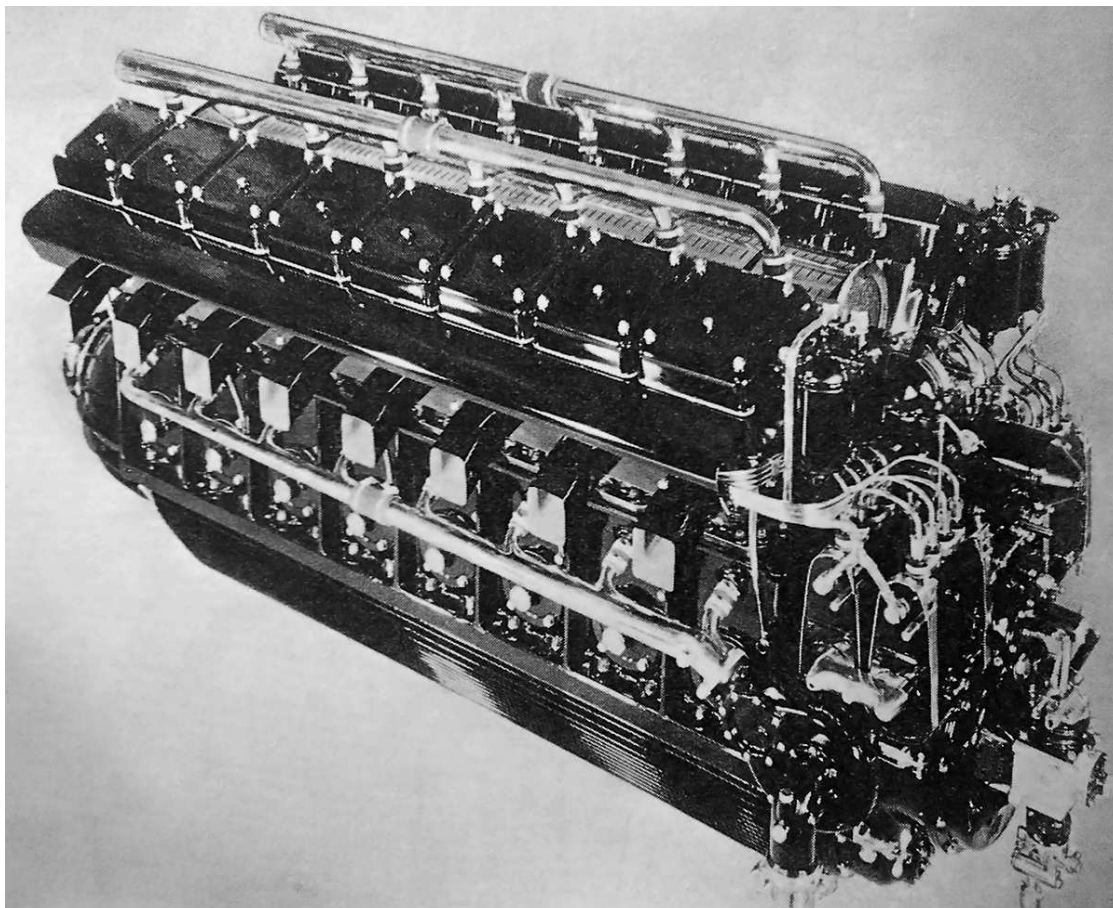


Fig. 200 - L'angolatura di questa foto di motore DB 602 e la relativa nitidezza dei particolari permette di identificare le quattro pompe Bosch di iniezione, tutte sistemate sulla parte posteriore del motore; al contrario del carter unico per ciascun banco di cilindri, la copertura delle testate è singola.

Il consumo specifico era di 238 g/kW/hr.

Con una lunghezza di 1.88, larghezza di circa 1 m, ed altezza 1.08 m, il peso del motore OF-2 era di 935 kg. Il motore OF-2 si rivelò di potenza insufficiente per gli ultimi tipi di dirigibili, LZ 129 *Hindenburg* e LZ 130 *Graf Zeppelin II*, di dimensioni sino ad allora immaginabili, che avrebbero dovuto essere equipaggiati con quattro propulsori; per questa esigenza Daimler-Benz cominciò lo sviluppo di un nuovo motore, che nel 1933 ricevette la designazione del costruttore LOF-6, poi classificato dal Ministero dell'Aria tedesco come DB 602.

Lo sviluppo e la messa a punto di queste macchine coincisero temporalmente con la corsa al riarmo della Germania dal 1930, quando da parte dei cantieri quanto da parte dell'utente (Kriegsmarine) ci si rese rapidamente conto che sarebbero stati necessari motori diesel marini leggeri e di alte prestazioni per la propulsione di unità sottili.

Come accennato in precedenza, la Kriegsmarine coinvolse pertanto la Mercedes-Benz nello sviluppo e fornitura di una serie di motori diesel veloci per uso navale

Si iniziava così lo sviluppo della serie di motori MB 500, derivati dal motore Daimler-Benz DB 602 (LOF2) sviluppato per i dirigibili (e già questi indirizzi, al pari della struttura dei dirigibili e della scelta dei materiali, evidenziano la distanza tra l'industria tedesca e quella italiana, in un momento in cui peraltro –con la sola consapevolezza - si sarebbero potute cercare alternative e collaborazioni e si sarebbe potuto pensare ad un recupero).

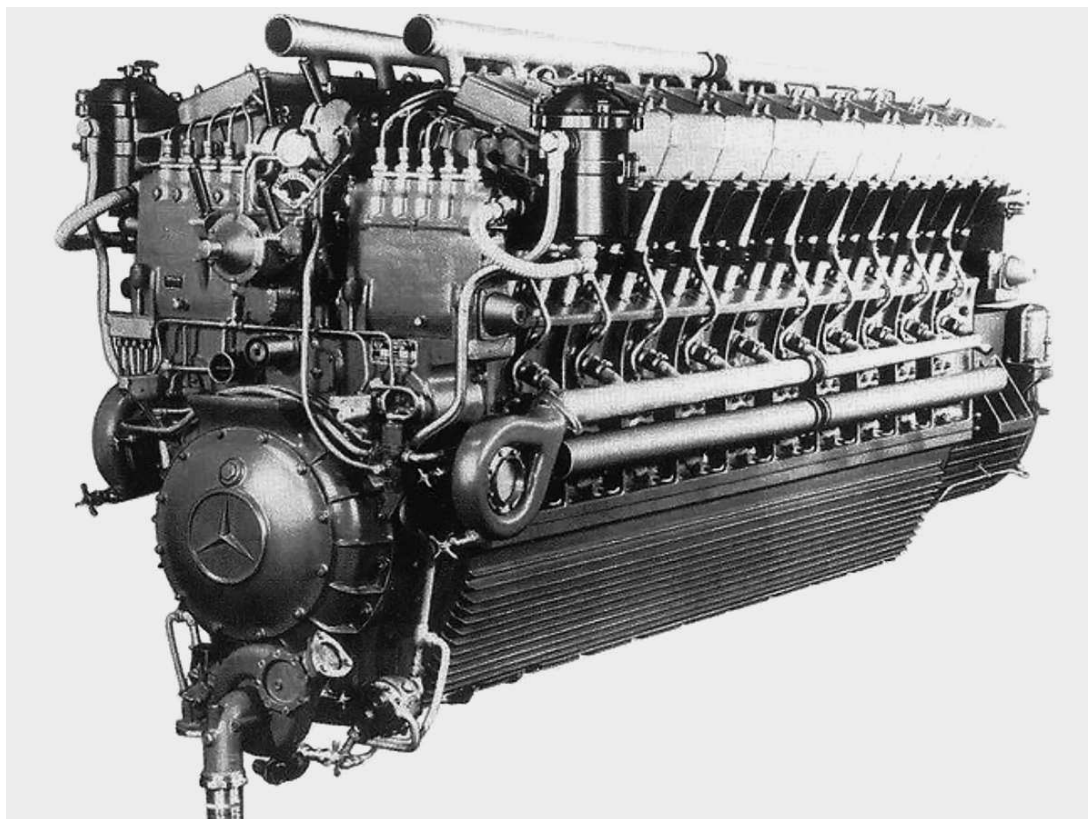


Fig. 201 – la foto evidenzia la somiglianza del motore MB 501 con il DB 602, ma i motori avevano angoli diversi della struttura a V ed azionamento valvole totalmente diversi. Notare le doppie pompe di iniezione e le doppie dell'acqua di circolazione nella parte posteriore del motore.

I motori diesel della serie 500 erano a quattro tempi, raffreddati ad acqua, e utilizzavano una disposizione a "V" dei cilindri.

Il primo motore della serie 500 fu il MB 500 V-12. I due banchi di cilindri avevano un'angolazione di 60 gradi.

Il motore MB 500 utilizzava singoli cilindri di acciaio inseriti su blocco manovelle/olio in alluminio, costituito da due gusci, divisi orizzontalmente in corrispondenza dell'asse dell'albero a manovella. uno inferiore, carter allettato, ed uno superiore con la sede dei cilindri.

Ciascun cilindro sporgeva per circa un terzo dal blocco motore, i restanti due terzi rientravano all'interno. Una disposizione che conteneva i movimenti laterali dei cilindri e riduceva le vibrazioni (problemi che invece affliggevano i motori italiani).

La parte inferiore del blocco – il carter vero e proprio - era rastremata ed allettata esternamente per aumentarne la rigidità e la superficie di raffreddamento dell'olio del motore.

Ogni cilindro aveva doppie valvole di scarico e di aspirazione.

L'albero a camme aveva due sets separati di camme di scarico e di aspirazione per cilindro. Un set era per il funzionamento in MAV, e l'altro per l'inversione in MAD. Lo spostamento assiale dell'albero a camme per MAV e MAD era ad azionamento pneumatico.

Le pompe di iniezione, di tipo Bosch, erano sistemate nella parte posteriore del motore ed erano azionate dall'albero a camme. (va considerato come all'epoca in Italia fosse già in corso una diatriba, mai sopita, sull'uso o meno delle pompe Bosch, con la Tosi orientata a soluzioni autoctone, diatriba che si protrasse per

un decennio ed oltre a minare l'efficienza comportò ancora dopo molti anni notevolissimi problemi logistici alla Regia Marina).

Ogni pompa di iniezione forniva carburante ai cilindri a 1.600 psi (110.3 bar).

Il carburante veniva iniettato nella camera di pre-combustione, ricavata al centro della testa del cilindro, simmetrica tra le quattro valvole.

Per le andature ridotte veniva ridotto o tagliato il carburante ad un banco di cilindri.

Il rapporto di compressione era 16 (a 1).

L'albero a camme utilizzava cuscinetti a rulli, mentre l'albero a manovella era supportato da cuscinetti semplici.

L' albero motore era collegato ad un riduttore ad ingranaggi planetari a denti inclinati.

La circolazione dell'acqua di raffreddamento era assicurata da due pompe d'acqua montate sui lati posteriori del motore: ciascuna pompa serviva un banco cilindri; le pompe erano mosse da un albero collegato all'asse motore. Nella parte posteriore.

L' avviamento del motore avveniva ad aria compressa.

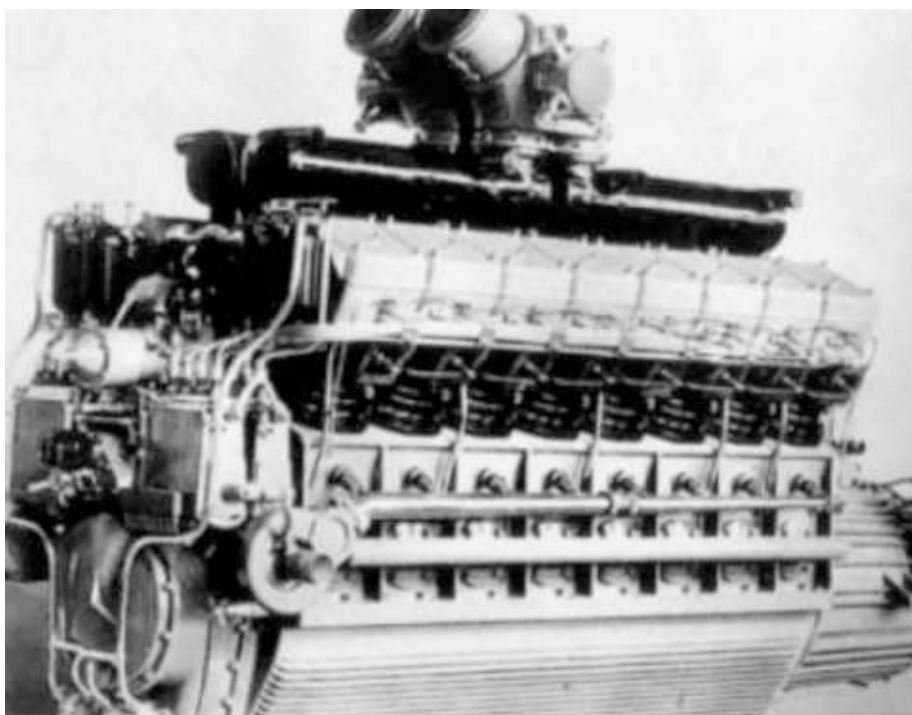


Fig. 202- Il motore MB 502 era sostanzialmente identica al DB 602, salvo il collettore di aspirazione ed i suoi attacchi. Si nota la rastrematura e l'alettatura del carter per la dissipazione del calore e la refrigerazione dell'olio, tratto caratteristico di questi motori.

La serie MB 500 aveva un alesaggio di 175 mm e una corsa di 230 mm, caratteristiche identiche al DB 602.

La cilindrata totale del motore MB 500 era di 66,4 litri.

Poteva erogare una potenza continuativa di 700 CV (522 kW) a 1.460 giri/min. e una potenza massima di 950 CV (708 kW) a 1.630 giri/min.

Il consumo era di 241 g/kW/hr .

Con una lunghezza di 2,93 m, larghezza 0,98 m, altezza 1,73 m, il motore MB 500 pesava circa 2.170 kg.

I motori MB 500 furono destinati anche all' esportazione, come nel primo caso di motosiluranti costruite in Germania per la Bulgaria, poi per Cina e Spagna, evidenza dell'apertura tedesca anche per eventuali collaborazioni, e riprova della mancanza di interesse, oltre che di dialogo, da parte dell' industria italiana, concentrata su soluzioni tradizionali e fundamentalmente sull' impiego di motori ad ignizione per i battelli veloci, per i quali si aveva una concezione ed una prospettiva di impiego distanti da quelle tedesca.

Nell ricerca di motrici di maggiore potenza, venne poi sviluppato il motore MB 501 che, oltre ad altre sostanziali modifiche (vedere a continuazione) si distingueva per due file di dieci cilindri, disposte a V, da cui la sigla V-20.

Il motore MB 501 era simile al MB 500 e tra le differenze all' angolo tra i cilindri era di 40 gradi e il motore utilizzava due alberi a camme posizionati nella parte superiore del blocco. I bilancieri e l'azionamento delle camme erano a rulli.

Due aste sul lato esterno di ciascun cilindro muovevano coppie di bilancieri per le doppie valvole di lavaggio e scarico.

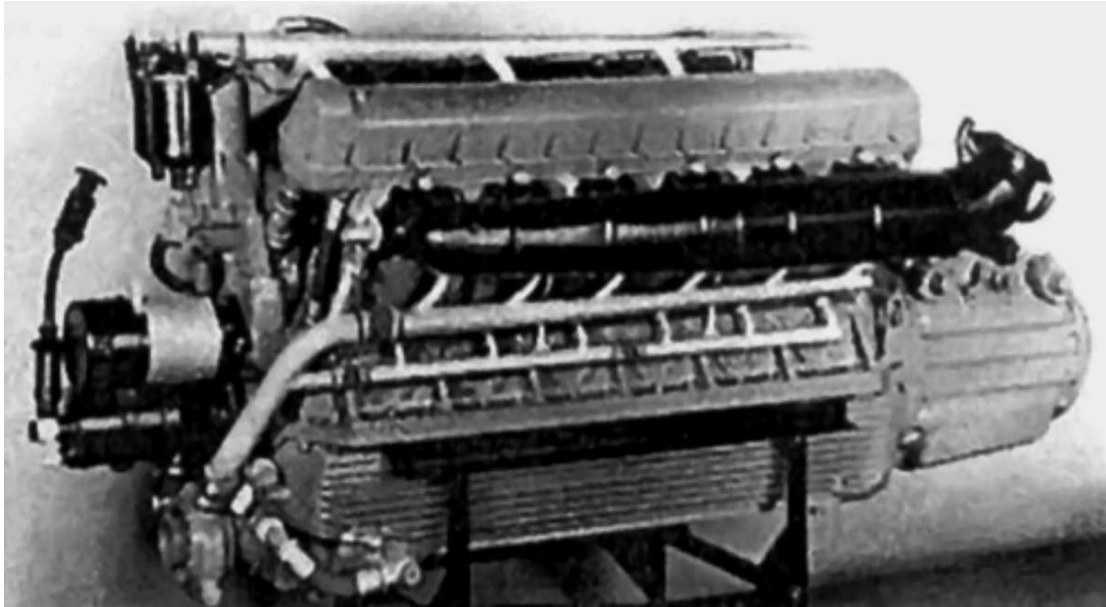


Fig. 203 - Il motore MB 507 era l'adattamento del motore aeronautico V-12 invertito DB 603. Anche se l'architettura del motore era simile, il MB 507 aveva un carter e riduttore ad ingranaggi completamente diversi dal DB 603, e non era sovralimentato.

Ai fini dell'incremento di potenza alesaggio e corsa del MB 501 furono incrementati, rispettivamente a 185 mm e 250 mm, in modo che la cilindrata totale del motore passò a 134.40 litri.

Il motore MB 501 erogava potenza continuativa di 1.500 CV (1.119 kW) a 1.480 giri/min. e poteva fornire una potenza massima di 2.000 CV (1.491 kW) a 1.630 g/min.

Il consumo di carburante rimaneva di 241 g/kW/hr.

Con una lunghezza di 3,88 m, larghezza 1,58 m, altezza 1,71 m, aveva un peso di 4.220 kg.

A partire dal 1937 l'apparato motore delle Schnellboote era costituito da tre motori MB 501, sistemazione che divenne standard anche nelle successive versioni.

Nello stesso periodo sei motori di questo tipo furono installati in ciascuno dei sommergibili ma furono giudicati inadatti (o insoddisfacenti?) per tale impiego e furono presto sostituiti da motori diesel MAN.

Il motore MB 502 era essenzialmente una copia del Daimler-Benz DB 602, modificato con un collettore di aspirazione raffreddato ad acqua che sovrastava la V della struttura del motore.

Per il resto il MB 502 era copia fedele del DB 602: motore a V a 50 gradi, con un singolo albero a camme situato nello spazio a V.

Con alesaggio di 175 mm e corsa di 230 mm, cilindrata di 88.5 Litri, il MB 502 erogava una potenza continua di 900 CV (671 kW) a 1.500 giri/min. con la sorprendente possibilità di erogare una potenza massima di ben 1.320 CV (984 kW) a 1.650 giri/min. quale spunto.

Con una lunghezza di 3,02 m, larghezza 1,22 m, altezza 1,90 m. , il motore MB 502 pesava 2.700 kg.

Il consumo di carburante - alla velocità di crociera - scese a 225 g/kW/hr.

A partire dal 1939 l'apparato motore delle Schnellboot (sequenza di costruzione secondo tabella 8, pag. 270) era costituito da tre motori MB 502

Il successivo motore MB 507 era basato sul motore V-12 invertito Daimler-Benz DB 603, incorporando alcune caratteristiche del DB 602 in base all' esperienza acquisita.

Il motore MB 507 era un motore diesel V-12 verticale e non invertito, che incorporava cilindri monoblocco e non separati.

Il rapporto di compressione si manteneva a d 17 (a 1).

Il carter era simile a quello degli altri motori della serie 500.

Per la produzione iniziale dei motori 507, l'alesaggio venne ridotto dai 162 mm, tipico del DB 603, 158 mm, mantenendo la corsa invariata a 180 mm. La cilindrata corrispondente e risultò di 42,35 Litri.

Con un peso di 850 kg. il motore MB507 erogava una potenza continuativa di 700 CV (522 kW) e una potenza massima di 850 CV (634 kW) a 2.300 g/min.

Una successiva versione aggiornata, la MB 507 C, tornò all' alesaggio di 162 mm), che aumentò la cilindrata a 44.52 Litri.

Il motore MB 507 C erogava 750 CV a 1.950 giri/min. e 1.000 CV a 2.400 giri/min.

Il motore, con una lunghezza di 1,83 m, larghezza 0,80 m, altezza 1,06 m, aveva un peso di 790 kg. Coppie di motori MB 507 furono utilizzati per la propulsione di alcuni battelli superleggeri e superveloci, LS (*Leichte Schnellboote*), di costruzione aeronautica (Dornier), mentre ne fu provata l'installazione su grandi semoventi di artiglieria.

Era inevitabile che venisse presa in considerazione la possibilità di adottare la sovralimentazione per questa serie di motori

Il motore MB 511 era una versione sovralimentata del precedente MB 501 V-20.

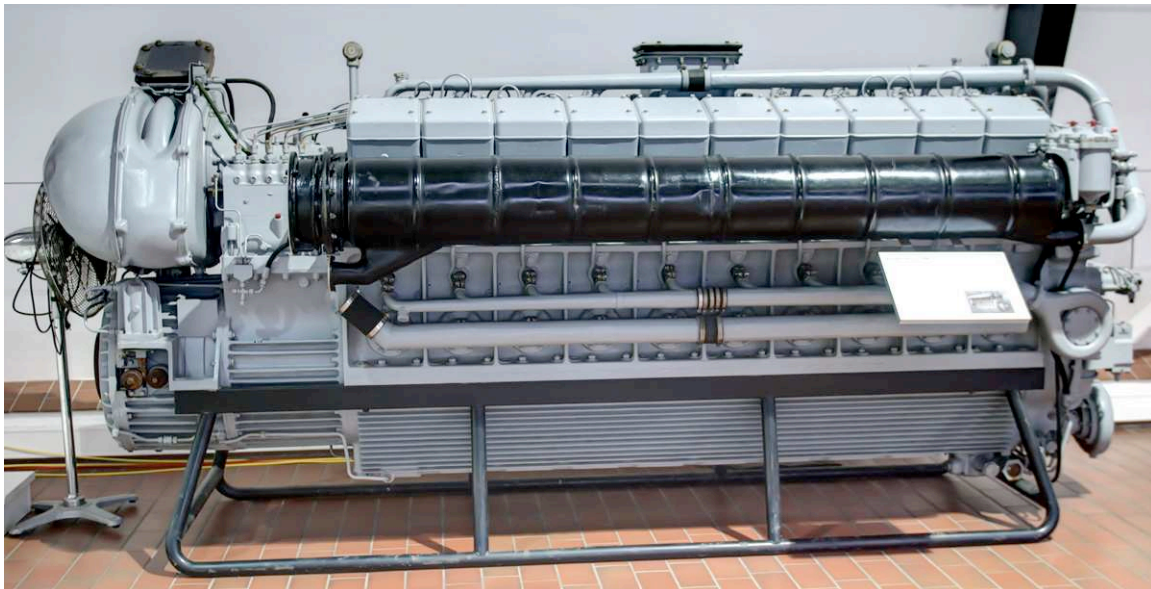


Fig. 204 - un esemplare di motore MB 511 è conservato e musealizzato in Germania – la foto - purtroppo viziata da oggetti estranei – evidenzia la fitta alettatura del carter e permette di apprezzare, sulla parte anteriore (sn della foto) il gruppo riduttore della sovralimentazione, manca il condotto di aspirazione del motore che collegava la flangia rettangolare in uscita della pompa aria alla flangia rettangolare del condotto di aspirazione visibile sulla sommità del motore .

Questo motore fu impiegato dalla Marina Militare italiana negli anni '50, sulle unità del primo programma navale, 1950 (Teta pk image via Wikimedia Commons)

Alesaggio, corsa e cilindrata rimasero invariati, ma il rapporto di compressione venne ridotto a 14 a 1. Il sovralimentatore era posizionato nella parte anteriore del motore, sopra la riduzione del cambio. Con il sovralimentatore, la potenza è aumentata a 1,875 HP (1,398 kW) a 1.480 g/min. per una potenza continua e a 2,500 HP (1,864 kW) a 1.630 g/min. per la massima potenza.

Il MB 511 con una lunghezza di 4,00 m, larghezza 1,58 m, altezza 2,33 m. pesava 4.720 kg.

Tre motori MB 511 costituivano l'apparato motore delle Schnellboot delle classi fine 1939/1940, (sequenza di costruzione secondo tabella 8, pag. 270).

Come corollario va ricordato che la costruzione del motore MB 511 venne ripresa nel 1950 nella Germania Orientale, dalla VEB Motorenwerk Ludwigsfelde come 20 KVD 25 che sembra aver avuto uso sperimentale in unità sottili

Il motore MB 512 fu in pratica la versione sovralimentata dell'originale MB 502.

Il rapporto di compressione venne ridotto a 14 (a 1), a cui però corrispose un incremento a 900 CV (1.398 kW) a 1.500 g/min. di potenza continuativa e 1.600 CV (1.864 kW) a 1.650 g/min. per la massima potenza.

Con una lunghezza di 3,05 m, larghezza 1,28 m e altezza 1,92 m., il motore MB 512 pesava 3.100 kg. I motori MB 512 sostituirono MB 502 come retrofit in alcune Schnellboot in occasione di lavori.

Il motore diesel MB 517 era invece una versione sovralimentata del MB 507. Tornando alle proprie origini, il propulsore DB 603, il motore fu invertito, pur mantenendo alesaggio di 158 mm e corsa di 180 mm dei primi MB 507.

La sovralimentazione consentiva al motore di 42,3 litri di cilindrata di erogare 1.200 CV (895 kW) a 2.400 giri/min.

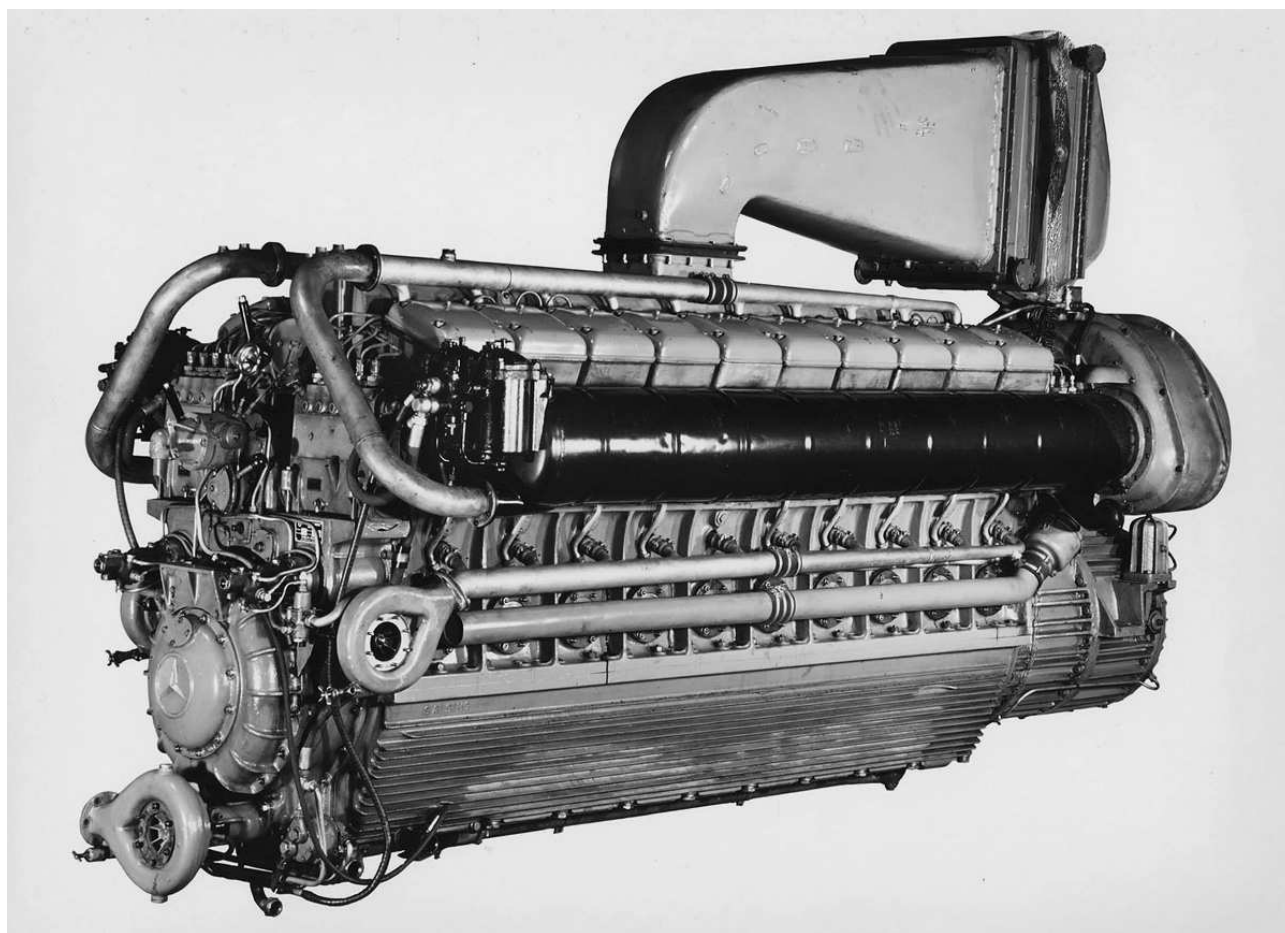


Fig. 205 - Il motore MB 518 è stato l'ultima versione dei motori V-20. Questa foto evidenzia il caratteristico refrigerante (intercooler) di grandi dimensioni installato sopra il motore prima del manicotto di aspirazione del motore (foto Mercedes)

Il motore MB 518 è stato l'ultimo sviluppo delle macchine della serie 500, in particolare della serie V-20, ed è rimasto a lungo in produzione, sino a costituire il propulsore più diffuso delle nuove unità veloci sino agli anni 60 del secolo scorso.

L'MB 518 era un limitato perfezionamento del MB 511 ed era dotato di un intercooler, che ne faceva visivamente il tratto caratteristico.

Un grande refrigerante (intercooler) era posizionato nel condotto di aspirazione, sopra il motore, tra il sovralimentatore posizionato nella parte anteriore del motore ed i manicotti di aspirazione situati nella V del motore.

Il modello iniziale dei motori MB 518 erogava una potenza continua di 2.000 CV (1.696 kW) a 1.500 g/min. e una potenza massima di 3.000 CV (2.237 kW) a 1.720 g/min..

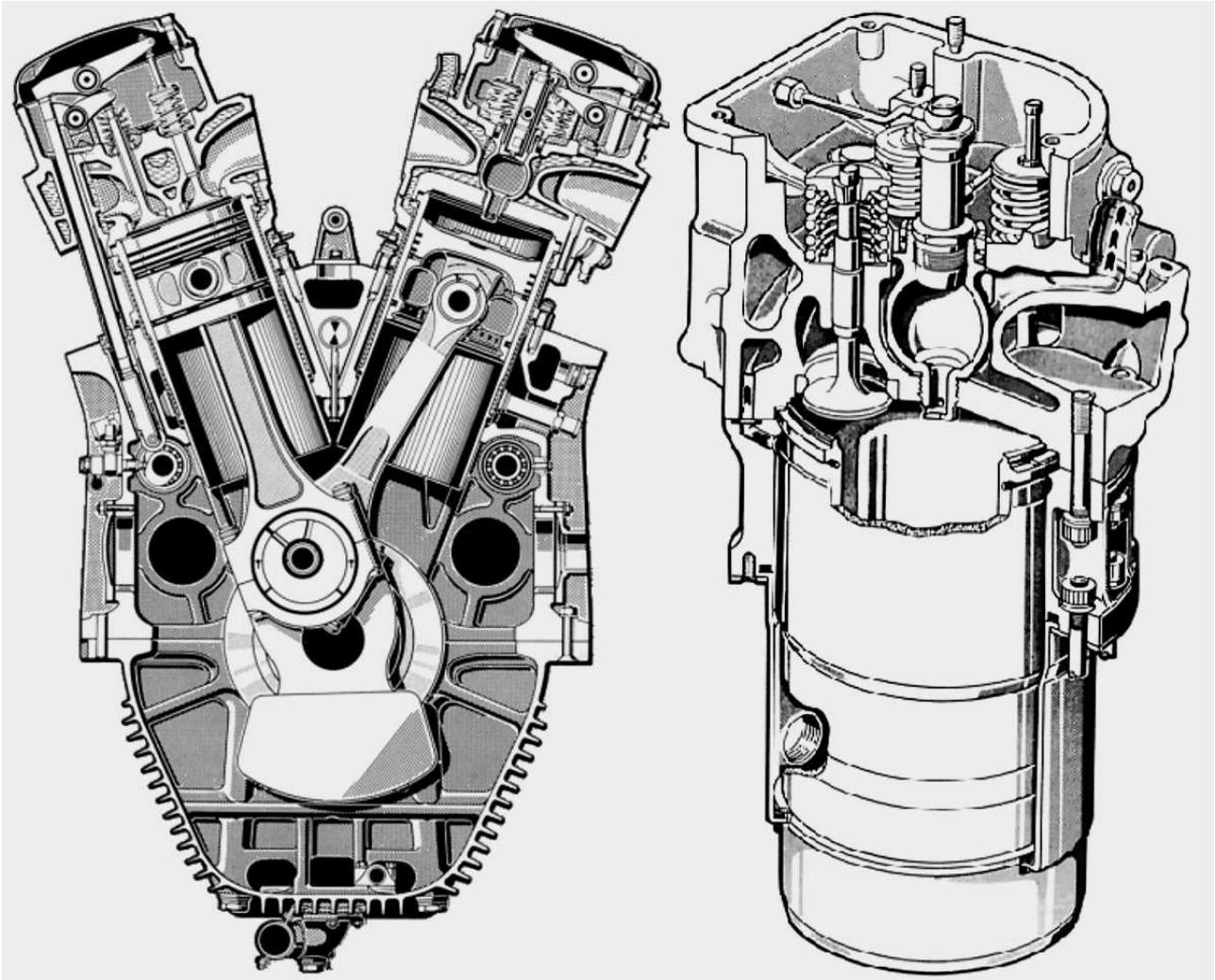


Fig. 206 - sezione trasversale di un motore MB518 ed assonometria di un cilindro dello stesso motore; il disegno ed i componenti dei motori MB 501 e MB 511 erano molto simili; motori V-20 a 40 gradi con cilindri separati collegati solo dal carter. Si notano la camera pre-combustione, il gruppo valvole ed i due alberi a camme.

Dopo la seconda guerra mondiale, la produzione riprese nel 1951 con versioni progressivamente aggiornate:

- Il motore MB 518 B erogava una potenza continuativa di 2.275 CV (1.696 kW) e una potenza massima di 3.000 CV (2.237 kW).
- Il motore MB 518 C erogava una potenza continuativa di 2.500 CV (1.864 kW) e una potenza massima di 3.000 CV (2.237 kW).
- Con l'adozione di una turbosoffiante venne sviluppato il MB 518 D, che erogava una potenza continuativa di 2.900 CV (2.163 kW) e una potenza massima di spunto di 3.500 CV (2.610 kW).

Con una lunghezza di 4,52 m, larghezza 1,58 m, altezza 2,44 m., il motore pesava circa 5.140 kg.

I motori MB 518 sono stati utilizzati per la propulsione delle prime serie di unità d' attacco della Marina Federale Tedesca ed hanno avuto largo e lunghissimo impiego in ben 35 paesi, in alcuni casi (compresa la Germania) per il retrofitting di unità residue della seconda guerra mondiale-

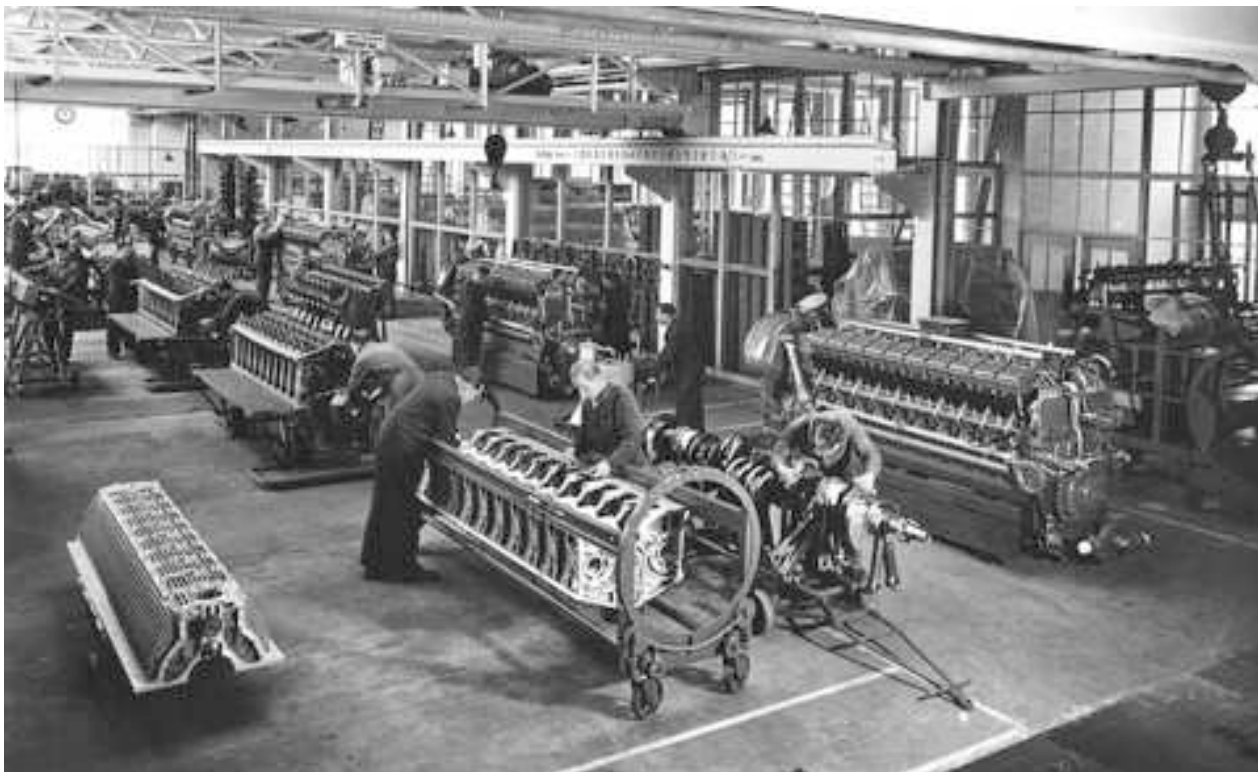


Fig. 207 – Assemblaggio finale di motori MB 518 che permettono di apprezzare certi dettagli costruttivi: al suolo, rovesciata, la parte inferiore, alettata del carter, mentre sulla culla rotante è sistemata la parte superiore ed è possibile discriminare i tunnel degli alberi a camme, mentre l' albero a manovelle è posizionato sul carrello a lato; In secondo piano un motore con un solo banco di cilindri installato e sulla destra un motore quasi completo meno manicotti e refrigerante di aspirazione.

Per la Regia Marina il primo serio momento di riflessione sulla validità della “formula MAS” o della “formula Schnellbote”, anche alla luce delle prime esperienze di guerra, coincise con la cattura alla marina jugoslava di sei unità di costruzione tedesca.

La decisione di replicarne la costruzione in Italia fu praticamente immediata, affidando la responsabilità della costruzione ai CRDA, quale capo commessa, ma stranamente ancora una volta non fu immediatamente presa in esame la soluzione propulsiva tedesca, e le unità di costruzione italiana vennero dotate di 3 motori Isotta Fraschini ASSO 1000 a benzina; quanto sia pesata la lobby industriale italiana e quanto le difficoltà di rapporto e di forniture tedesche, con altre priorità, è ancora oggi difficile saperlo

Solo nel 1943 vennero finalmente ordinati propulsori diesel Mercedes ma la costruzione delle unità a cui erano destinate non fu completata prima dell'armistizio, né la motorizzazione con motori tedeschi fu presa in considerazione quando a fine anni 50 fu deciso il refitting delle motosiluranti CRDA ancora in servizio.

La Marina Militare si era comunque orientata all' impiego di motori diesel veloci a 4 tempi con i due prototipi di unità sottili veloci previsti con il primo programma navale del dopoguerra, il programma navale 1950, nelle due varianti, P490 (poi Folgore) e Sentinella (poi Fulmine).

La mancanza di esperienza – e di prodotti – dell'industria nazionale portò alla decisione di dotare ambedue le unità di motori MB511 (motori già “datati” per la cui acquisizione non si è potuto sinora appurare per quali vie, di quale origine e produzione e per quale decisione), anche se sul mercato erano già disponibile la versione MB518, la cui produzione era stata comunque avviata nel periodo bellico.

Queste due costruzioni, con una vita abbastanza travagliata, nelle scelte per il loro apparato motore sono la dimostrazione del gap più che ventennale (!!!) accumulato dall' industria motoristica italiana, riprova

ulteriore delle difficoltà che la Regia Marina si trovò ad affrontare in guerra per prodotti e prestazioni inadeguati.

Lo stato dell'arte e l'impasse dell'industria italiana sui motori veloci a 4 T è menzionata in precedenza, nella parte III, e di fatto non ci furono evoluzioni se non sino ai primi anni '60, tanto che le costruzioni del primo programma navale italiano del dopo guerra fecero ricorso a motori "datati".



Fig. 208 - La MC 490, considerata a grandi linee una evoluzione del progetto S38 tedesco della 2^a GM, nella configurazione originale, al momento della consegna alla MMI, a Monfalcone, nell' agosto 1955. Notare il gradino poppiero dello scafo a livello di galleggiamento, poi eliminato in sede di grandi lavori (foto collez. autore)

Non è tema di questa analisi, ma solo memoria: dopo un primo periodo di prove, ed un notevole servizio delle due unità, per correggerne i difetti riscontrati (più di scafo che di propulsione), ambedue le unità all' inizio degli anni '60 furono sottoposte a grandi lavori che comportarono notevoli modifiche allo scafo, von l' allungamento dello stesso, e fecero considerare l' adozione di propulsori di maggiore potenza: ancora una volta – non essendo ancora disponibili unità motrici di produzione nazionale – si ricorse alla fornitura tedesca, con l' acquisizione di motori MB 518 ed un adeguato supporto logistico, facilitato anche dalla vasta diffusione di tale motore ed all' adozione dello stesso da parte di marine alleate (NATO)



Fig. 209 – SENTINELLA, con il distintivo ottico F598, nella sua configurazione originale, durante il primo periodo di servizio, e la classificazione di corvetta (foto collez. autore)

La tradizione e le soluzioni tedesche per la propulsione delle unità di superficie con motori endotermici

Non si trattano i temi delle numerose soluzioni propulsive adottate in rapida successione dai tedeschi, ma molto sommariamente si accenna solo alle caratteristiche ed all' impiego ed evoluzione dei motori diesel di propulsione per unità maggiori di superficie.

Se si può rimproverare all' Italia di aver affrontato e combattuto la 2^a G.M. con i mezzi della 1^a G.M., per quanto riguarda la guerra subacquea si può dire che i tedeschi erano già pronti alla fine della 1^a G.M. per combattere la 2^a G.M., quindi si trattò praticamente di riprendere le ostilità, in continuità.

La Imperial Marina tedesca nell'impiego di motori diesel per navi di linea andò ben oltre semplici ipotesi, considerato che già nei programmi della Grande Guerra l'ultima nave della classe Kaiser, la PRINZREGENT LUITPOLD, con la tipica propulsione tedesca su tre assi, prevedeva l'installazione sull' asse centrale di un motore diesel da 12.000 HP.

Le premesse nell'impiego di motori diesel per navi di linea ed il confronto con l'industria

il parallelo con la situazione e le proposte italiane

Nel primo decennio del 1900, si cominciò a pensare all' impiego del motore diesel per la propulsione marina, partendo da "mostri" derivati dall'esperienza di costruzione di grandi motori a vapore o endotermici stazionari a gas.

Si deve ai tedeschi la prima applicazione di un motore diesel su un battello subacqueo, episodio storicamente trascurato e dimenticato probabilmente perché non avvenuto in suolo tedesco: riguardò nel 1902 il sommergibile francese "L'AIGRETTE" sul quale era installato un motore costruito su licenza M.A.N.: in termini di applicazioni navali solo in Germania venne considerata quale priorità, già in un primo tempo, l'alternativa del motore diesel quale sostituto delle macchine a vapore, comprese le turbine che appena costituivano una novità ed altra alternativa di propulsione; il diesel era già un concorrente sulla terraferma delle macchine a vapore per rendimenti, consumi e relativa affidabilità, ma non era pronto ad andare in mare senza un ulteriore sviluppo.

Le prime esperienze concrete di propulsione diesel navale risalgono al 1910, quando per rispondere alle stringenti specifiche per l'impiego sui sommergibili vennero forzati alcuni parametri di macchine che avevano già raggiunto una certa maturità, in particolare:

- Il motore diesel doveva essere alleggerito, ma mantenere la propria rigidità in uno scafo flessibile.
- Il carburante e l'olio lubrificante dovevano essere specifici e disponibili in qualsiasi scalo, in tutto il mondo (e questo non era il caso nei primi anni del 1900).

Tra i concorrenti sul mercato, la M.A.N. che non poteva vantare referenze previe di motori diesel di elevata o media potenza ma solo esperienza nella costruzione di enormi motori stazionari orizzontali alimentati a gas, con una mossa molto azzardata propose nel 1909 lo sviluppo di un motore diesel da 12.000 HP per la propulsione delle nuove corazzate in programma, con l'ipotesi di impiegare sei motori collegati a coppie su tre assi elica, per soddisfare il requisito di 70.000 HP fissato dalla Marina tedesca. Quest'ultima sottoscrisse sia con M.A.N. sia con Krupp contratti di sviluppo per la costruzione di unità dimostrative a tre cilindri, con una potenza di 2.000 HP/cilindro, nell'ipotesi di realizzare successivamente motori a sei cilindri per l'impiego a bordo di unità navali.

I programmi delle navi di linea per la Marina tedesca si evolsero nell'ipotesi, ricorrente, di propulsione su tre assi, dei quali quello centrale mosso da un singolo motore diesel da 12.000 HP per le andature di crociera, e quelli esterni collegati turbine a vapore per spunti alle alte velocità.

Per citare la "vivacità" del mercato e gli sviluppi del settore, va notato che in parallelo all'evoluzione contrattuale di cui sopra, la SULZER Brothers, ovviamente a conoscenza del programma della Marina tedesca, sviluppò in proprio un motore monocilindrico di caratteristiche simili, 2 tempi ma a semplice effetto.

Sul mercato tedesco competevano pertanto non solo due grandi gruppi nazionali, MAN e KRUPP ma anche, in diversi settori, il gruppo svizzero SULZER; una presenza importante anche se a volte persino ingombrante, certamente fondamentale nelle fasi di aggiramento delle clausole del trattato di Versailles.

In parallelo a prove e studi simili tra tutti i concorrenti, compresi motori a doppio effetto, nel 1915 l'ingegnere svizzero Alfred J. Büchi, a capo del centro di ricerche della SULZER, presentò il prototipo di un motore diesel sovralimentato con turbo soffiante, al quale stava lavorando sin dal 1909.

Malgrado che questo tipo di sovralimentazione assicurasse un incremento delle prestazioni del motore del 40%, la soluzione non fu accettata con entusiasmo.

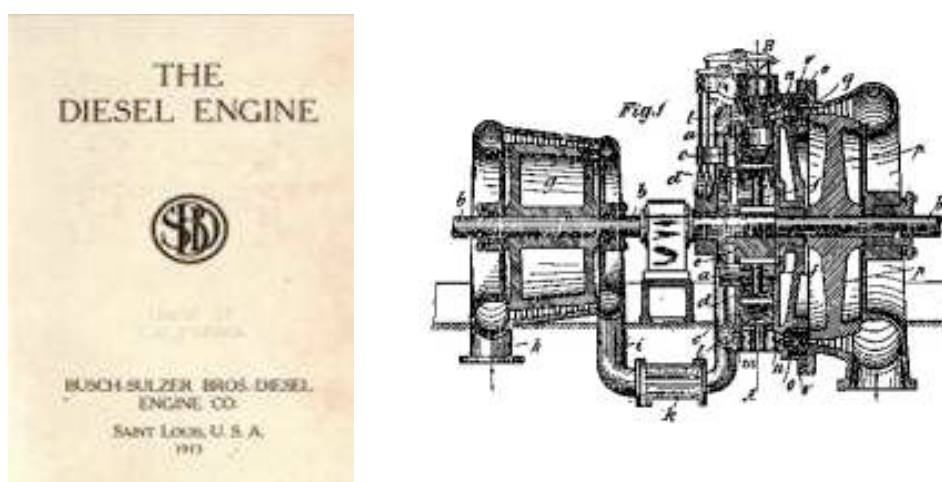


Fig. 210 – il prototipo di turbosoffiante ed il brevetto Büchi

La data del 1909 è pertanto una data fatidica di riferimento per valutare gli sviluppi ed i traguardi della propulsione diesel-navale: studi ed applicazioni che non potevano sfuggire all'industria ed alla conoscenza italiana, visto che in Germania in diverse occasioni sono stati distaccati fior di ingegneri ed ufficiali italiani, non ultimo il Cuniberti.

Studi condivisi su combustibili, macchine e sistemi di propulsione, compresi diesel per le unità maggiori; origini lontane che in continuità avevano portato a soluzioni concrete e non solo teoriche e sperimentali. Rapporti strettissimi, comprese cessioni di licenze, come tra Büchi – presto staccatosi dalla SULZER – e la TOSI, che applicò in vari progetti mercantili tale sistema di sovralimentazione, come tra SULZER e CRDA per la produzione su licenza di motori, come più tardi – tra MAN e Gruppo Caproni: ancora una volta la dimostrazione che molti sapevano ma nessuno di questi gruppi industriali investì nello sviluppo e produzione di "sistemi" di propulsione navale, e la Regia Marina fu probabilmente quella che ne pagò maggiormente le conseguenze.

Per tornare all'analisi di dettaglio dell'evoluzione della propulsione diesel per le navi di superficie, in primo di luogo delle navi di linea, viste le dimensioni ed i pesi delle macchine dell'epoca, le prove sul motore M.A.N. sperimentale a tre cilindri iniziarono nel marzo del 1911, nell'ipotesi contrattuale che prima di procedere alla costruzione di un motore a 6 cilindri, il 3 cilindri doveva funzionare per 5 giorni al 90% della potenza massima.

Iniziò così un lungo periodo di rodaggio, fallimenti, riprogettazione e migliorie, sino a che nel gennaio del 1912 si verificò un terribile incidente sulla macchina di seconda progettazione, quando un'esplosione sul motore di prova provocò la morte di dieci persone e il ferimento grave di altre quattordici.

Fu un importante segnale di allarme sui rischi impliciti del motore a duplice effetto, che impose una riprogettazione a fondo la quale, pur eliminando parte delle cause imputabili al sistema di lavaggio e alimentazione, non poté eliminare quelle concettuali, relative alla camera di combustione inferiore ed all'interazione della stessa con il carter e l'asta del pistone.

A seguito dell'incidente, con una terza progettazione fu approntato un nuovo motore di prova, monocilindrico, che andò in prova nel marzo del 1913, a cui seguirono continue modifiche sino a che sei mesi dopo, alla settima riprogettazione, la M.A.N. iniziò la costruzione di un motore a 6 cilindri. Già nel febbraio del 1914 iniziarono le prove al banco su tale motore e dopo alcuni problemi esso erogò oltre 10.000 HP a 130 giri al minuto nel settembre 1914.

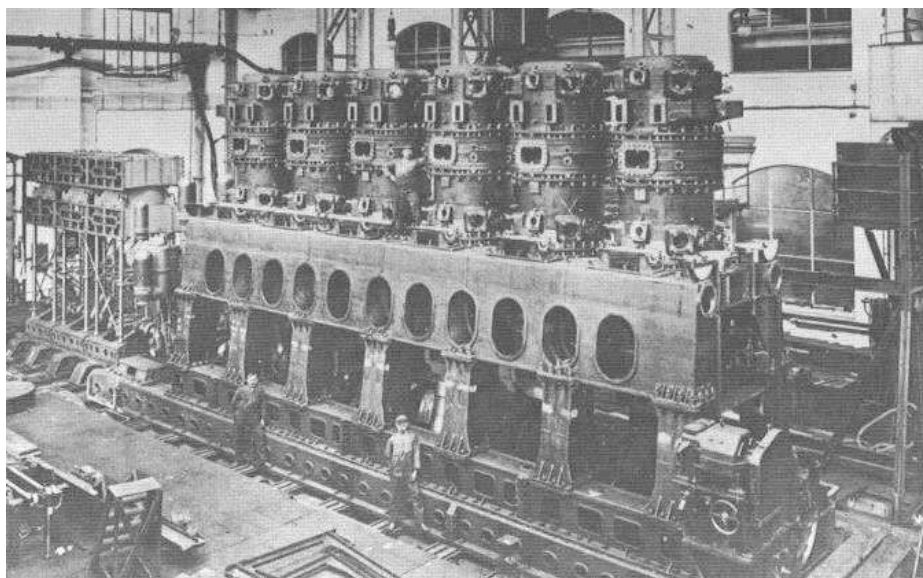


Fig. 211 - Montaggio al banco prove a Norimberga, nel 1914, di un Motore MAN 2 Tempi a doppio effetto per le nuove NB tedesche, dato per 10.000 HP con 6 cilindri di 860 mm di alesaggio per 1060 mm di corsa (Fonte L. Cummings)

I programmi di costruzione navale subirono un rallentamento con lo scoppio della guerra, così come i lavori di messa a punto e costruzione dei motori, e una delle ragioni fu la mancanza di carburante. Il motore dovette essere ricondizionato per funzionare con olio di catrame di carbone; nel 1917, esso era in grado di funzionare con una miscela di olio di catrame/cherosene erogando 12.200 HP.

Il motore superò le prove contrattuali di accettazione con cinque giorni di funzionamento a 10.800 HP (90% di potenza), pur presentando alcuni gravi fenomeni di usura e rotture di consumabili.

Quando fu evidente che - per il precipitare degli eventi e la rinuncia ai programmi navali - il motore non avrebbe mai lasciato la fabbrica, si decise di sottoporlo comunque a prove esasperate di massima potenza; per ragioni di prova si decise di spingere alla massima potenza solo un cilindro, che erogò oltre 3.600 HP a 145 giri al minuto, ossia la possibilità di circa 21.600 HP totali.

Le caratteristiche del motore, stabilendo così uno standard almeno concettuale per le successive costruzioni erano le seguenti:

- cilindri a doppio effetto con teste in acciaio fuso, alti circa 3,3 metri.
- alesaggio di 850 mm con corsa di 1.050 mm.
- altezza complessiva motore 7,4 metri.
- base e struttura in acciaio fuso.
- testa cilindro con 4 valvole di lavaggio, 4 valvole del carburante e 2 altre valvole per l'avviamento dell'aria e le valvole di sicurezza.
- quattro alberi a camme, due su ciascun lato del motore, che azionavano 18 delle 20 valvole per cilindro.
- lavaggio con aria sotto pressione fornita da tre pompe pneumatiche con pistone a doppio effetto, ciascuna con alesaggio e corsa di 1.320 x 800 mm (cilindrata maggiore del 45% rispetto al cilindro di potenza).
- iniezione combustibile pneumatica, con polverizzatori ad aria compressa ad alta pressione fornita da motocompressori ausiliari separati, destinati anche alla carica delle bombole aria avviamento.

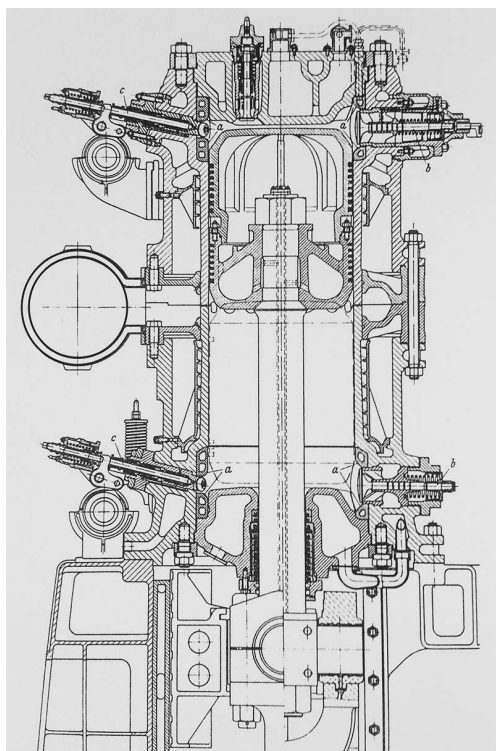


Fig.212 - Sezione trasversale del motore a doppio effetto MAN per corazzate nella versione finale del 1917

A sinistra il sistema di iniezione del combustibile e le valvole di lavaggio sulla destra

– il collettore di scarico in posizione centrale al cilindro

– Le due teste risultano imbullonate tra loro, soluzione che inizialmente aveva creato notevoli problemi di rottura.

Come si vede un progetto molto definito che poté essere facilmente utilizzato nell' immediato dopoguerra

(Manuali M.A.N. di impiego e manutenzione)

Il motore, in quanto destinato alle nuove corazzate in programma, fu demolito dopo la guerra in ottemperanza alle clausole del Trattato di Versailles, ma l'esperienza acquisita permise all'industria tedesca di soddisfare richieste dell'armamento mercantile; infatti, la crisi di costruzioni militari del primo dopoguerra impose a M.A.N. e SULZER di sviluppare motori a doppia azione a due tempi per grandi navi mercantili e passeggeri, cedendo anche licenze ad altri costruttori, nonché a preparare la strada alle nuove costruzioni militari, quando in Germania cominciò la corsa al riarmo.

Ci si è soffermati sullo sviluppo tedesco, ma soprattutto sul caso specifico di questa famiglia di motori, per la sua attinenza con quanto venne proposto in Italia a fine anni 30, sia in campo mercantile sia in campo navale per la eventuale propulsione di navi di linea.

Un ritardo, in Italia, quasi ventennale: stride, come è facile riscontrare nei precedenti capitoli, la superficialità con cui si trattarono in Italia i temi della propulsione endotermica ai massimi livelli, sia da parte della R.M. sia ancor più inspiegabile dell' Industria o da personaggi ad essa collegati: eppure in Germania – almeno nelle fasi iniziali di sviluppo - erano stati distaccati fior di ingegneri ed ufficiali italiani, ed ancora nell' imminenza della guerra si mantenevano importanti collaborazioni industriali (compresi sommergibili e la propulsione dei sommergibili), mentre non si era tratto alcun vantaggio dalla ripartizione di "beni e conoscenze" che i vincitori avevano imposto nel complesso del trattato di Versailles, e proprio la produzione di grandi motori per le navi di linea, con l' obbligo alla demolizione, rientrava tra gli argomenti.

Stride che nei dibattiti dei primi anni 20 si parli di combinare numerosi motori della potenza unitaria di alcune centinaia di HP, stride che (attribuendolo tra gli altri a Bernardis) a metà degli anni 30 si metta in dubbio la possibilità di costruire motori da 2000HP/cilindro quando si aveva costanza di potenze tedesche - al banco e non teoriche, su motori ormai di produzione e non prototipi - di 3600 HP/cilindro, seppur con prove estreme (ma anche con combustibili poverissimi e di scarto).

Per quanto fosse arretrata e criticabile, il livello della metallurgia e della meccanica italiana degli anni 30 era almeno pari a quelle tedesche di vent' anni prima, per quanto esistessero problemi i combustibili disponibili. in Italia negli anni 30 erano infinitamente superiori a quelli con cui la MAN condusse le prove sino al 1917.

Mistificare o contrabbandare- in Italia - la scelta dei motori a doppia azione come spunto di innovazione tecnologica è dimenticare non solo precedenti facilmente riscontrabili ma soprattutto che in Germania si era scelto di installare un solo grande motore perché a quel momento non esistevano giunti e ingranaggi in

grado di trasmettere le potenze richieste, quindi non era possibile suddividere la potenza richiesta tra diversi motori, motivo per il quale già allora per ridurre gli ingombri si adottò una configurazione due tempi a doppio effetto, ma questo era purtroppo anche lo stato dell' arte dell' industria italiana ancora a fine degli anni '30.

Non solo progetti, ma la scelta definitiva della propulsione diesel per le unità di superficie ha nella Marina tedesca origini lontane e radici solide, sia che si trattasse di soluzioni "tutto diesel" sia di soluzioni combinate "vapore + diesel".

Già nei programmi della Grande Guerra l'ultima nave della classe Kaiser, la PRINZREGENT LUITPOLD, con la tipica propulsione tedesca su tre assi, prevedeva l'installazione sull' asse centrale di un motore diesel da 12.000 HP mantenendo la propulsione sugli assi esterni con motrici a vapore.

Sul motore già realizzato si sono forniti i particolari e la storia nel paragrafo precedente, si tratta adesso di fissare questa realizzazione (non progetto) quale punto di partenza e definire il punto di arrivo, nel 1942-44

Malgrado la relativa ampia offerta di motori sul mercato tedesco, la storia dei motori marini tedeschi di grande potenza è essenzialmente MAN, ed il pieno sviluppo e la facile adozione della propulsione diesel si raggiunge solo quando si risolse efficacemente ed affidabilmente il problema dell' accoppiamento di più motori su un unico asse, compreso il non secondario problema dei giunti di accoppiamento e della sincronizzazione dei motori e dei motori/asse.

Dopo l'interruzione della produzione per la recessione conseguente alla prima guerra mondiale, solo nel 1926 MAN riprese appieno le attività, con la progettazione del primo di una nuova serie di motori diesel a doppio effetto a due tempi.

Sotto la supervisione dell'ingegnere Gustav Pielstick (*la "mente" che nella confusione della conclusione del conflitto venne abilmente esfiltrata dai francesi ed opportunamente compensata e riverginata divenne nel secondo dopoguerra il padre dell'industria motoristica francese, con la costituzione della SEMT Pielstick*) per la nuova serie venne sviluppato uno schema simile al motore a doppio effetto costruito durante la prima guerra mondiale, incorporando nuove e molteplici funzionalità.

Pielstick durante la prima guerra mondiale era destinato alla progettazione dei motori MAN per sommergibili, e non aveva partecipato agli studi per il grande motore a doppio effetto destinato alle navi da battaglia.

Dopo una serie di prove su un monocilindrico, il primo motore completato di questa serie fu il D4Z 23/34.

Per seguire lo sviluppo di queste macchine è utile soffermarsi sulla nomenclatura assegnata dalla MAN: "4" rappresenta il numero di cilindri per banco e "23/34" l'alesaggio / corsa in cm.

Con un alesaggio di 230 mm ed una corsa da 340 mm in un cilindro a doppio effetto, il motore D4Z 23/34 erogò 1.000 HP a 800 giri /1' nel corso di una serie di prove - nel 1927 - tanto soddisfacenti che già nel marzo 1928 la Reichsmarine commissionò alla MAN lo sviluppo di un motore più potente per la propulsione del nuovo incrociatore LEIPZIG.

La propulsione dell'unità con a.m. misto vapore/diesel su tre assi, prevedeva l'impiego di quattro dei nuovi motori M7Z 30/34 collegati all'asse centrale, mentre gli assi esterni erano collegati a turbine a vapore.

Il motore M7Z 30/34 a sette cilindri erogava 3.100 HP a 800 giri /1', per un totale di 12.400 HP sull' asse centrale.

Sono noti e sono già stati descritti i vantaggi del diesel rispetto alla propulsione a vapore, ma c'è da aggiungere un passaggio che mostra chiaramente il dettaglio e le valutazioni di parte tedesca: furono presi in considerazione i rischi che poteva generare un colpo a bordo e quali danni si sarebbero potuti subire senza conseguenze disastrose.

Si considerò che mentre una serie di schegge che avesse raggiunto un motore diesel l'avrebbe messo fuori servizio, "spegnendo" lo stesso, e quindi solo una frazione della potenza installata senza eccessivi danni indotti, mentre una sola scheggia che colpisse le parti vitali o le adduzioni di una turbina avrebbe messo

fuori uso un'intera motrice, o una scheggia che fosse penetrata in una caldaia potrebbe farla esplodere, provocando più vittime e danni maggiori del colpo stesso.

Negli anni la Marina tedesca e la cantieristica tedesca oscillarono tra soluzioni con propulsione a vapore di altissime prestazioni, adottando pressioni di esercizio sino a 80 kg/cm² e relative alte temperature, rivelatesi troppo spinte e poco affidabili, e soluzioni con propulsione diesel o, eventualmente, miste vapore diesel.

La Reichsmarine decise di adottare la sola propulsione diesel per le Panzerschiffe (corazzate "tascabili") della nuova classe Deutschland: queste unità vennero pertanto propulse da due gruppi di quattro motori a nove cilindri, ciascuno agente su una linea d' assi.

I motori furono ordinati in tre serie, tra l'ottobre 1928 ed il marzo 1931.

I motori del peso di circa 110T, reversibili, erano del tipo M9Z 42/58, a nove cilindri a doppio effetto, capaci di erogare ciascuno 7.100 HP a 450 giri /

I due gruppi, su otto motori, potevano erogare pertanto un totale di 56.800 HP-

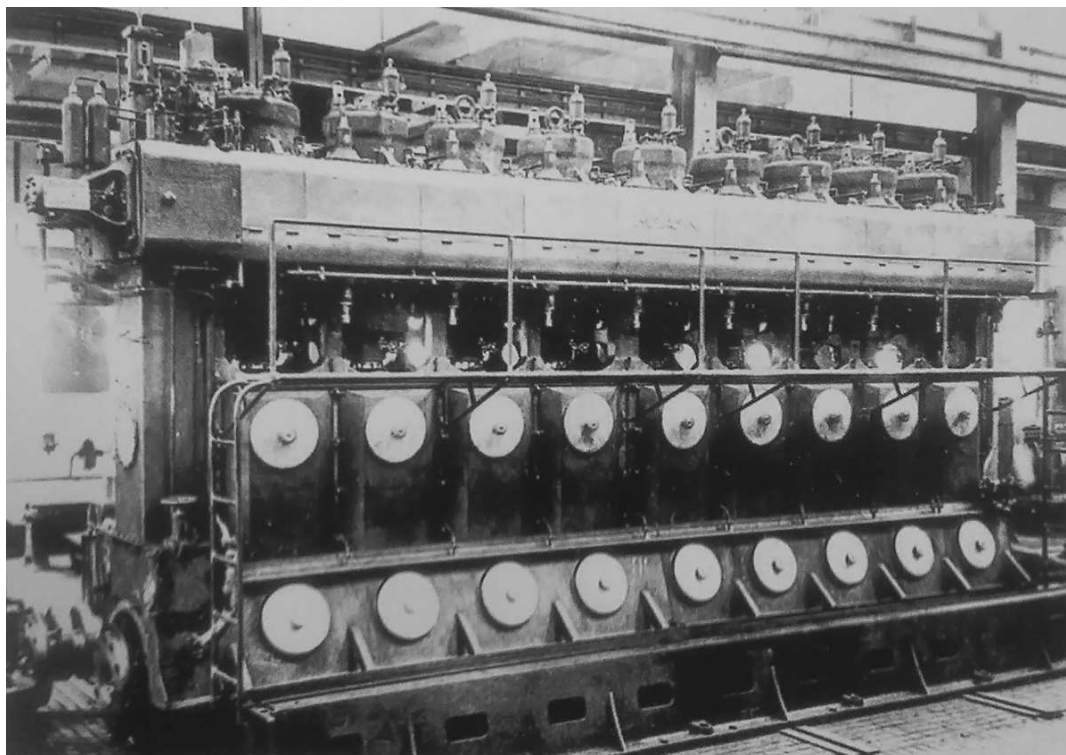


Fig.213- vista laterale di un motore MAN M9Z 42/58 costruito per l' installazione sulle unità della classe Deutschland - Furono prodotti almeno 24 esemplari di questo motore : le pompe di iniezione di ciascun cilindro sono visibili sopra e sotto le carenature laterali del motore e meglio nelle successive sezioni trasversali di fig. 214 (Foto MAN)

La scelta della propulsione diesel fu mantenuta nel 1931 per la nave scuola cannonieri (Artillerieschulschiff) BREMSE; era assicurata da otto motori M8Z 30/44, in gruppi di quattro su ciascuno dei due assi elica.

Si trattava dello stesso motore già adottato per in precedenza per il LEIPZIG, modificato con l'aggiunta di un cilindro in linea: con la nuova denominazione M8Z 30/44, il motore a otto cilindri erogava 3.350 HP a 600 giri/1', per una potenza totale di 26.800 HP.

Con il successivo incrociatore leggero NÜRNBERG, ordinato nel 1933, si tornò alla formula mista, diesel e turbine a vapore, a similitudine del LEIPZIG; sull' asse centrale erano collegati quattro motori M7Z 32/44, macchine dimensionalmente più grandi della gemella che comunque erogavano la stessa potenza nominale, 3.100 HP a 600 giri / 1', per ciascuna macchina, per un totale di 12.400 HP sull' asse centrale.

Il 1933 segnò anche il ritorno della Reichsmarine verso la propulsione a vapore, forse per le mirabolanti prospettive delle nuove caldaie ad alta pressione: la conseguenza fu anche quella di minori commesse per

la MAN, obbligando la stessa a cercare nuovi sbocchi con nuovi progetti: l'esigenza immediata del mercato domestico riguardava la propulsione dei grandi dirigibili tedeschi, Hindenburg e Zeppelin II.

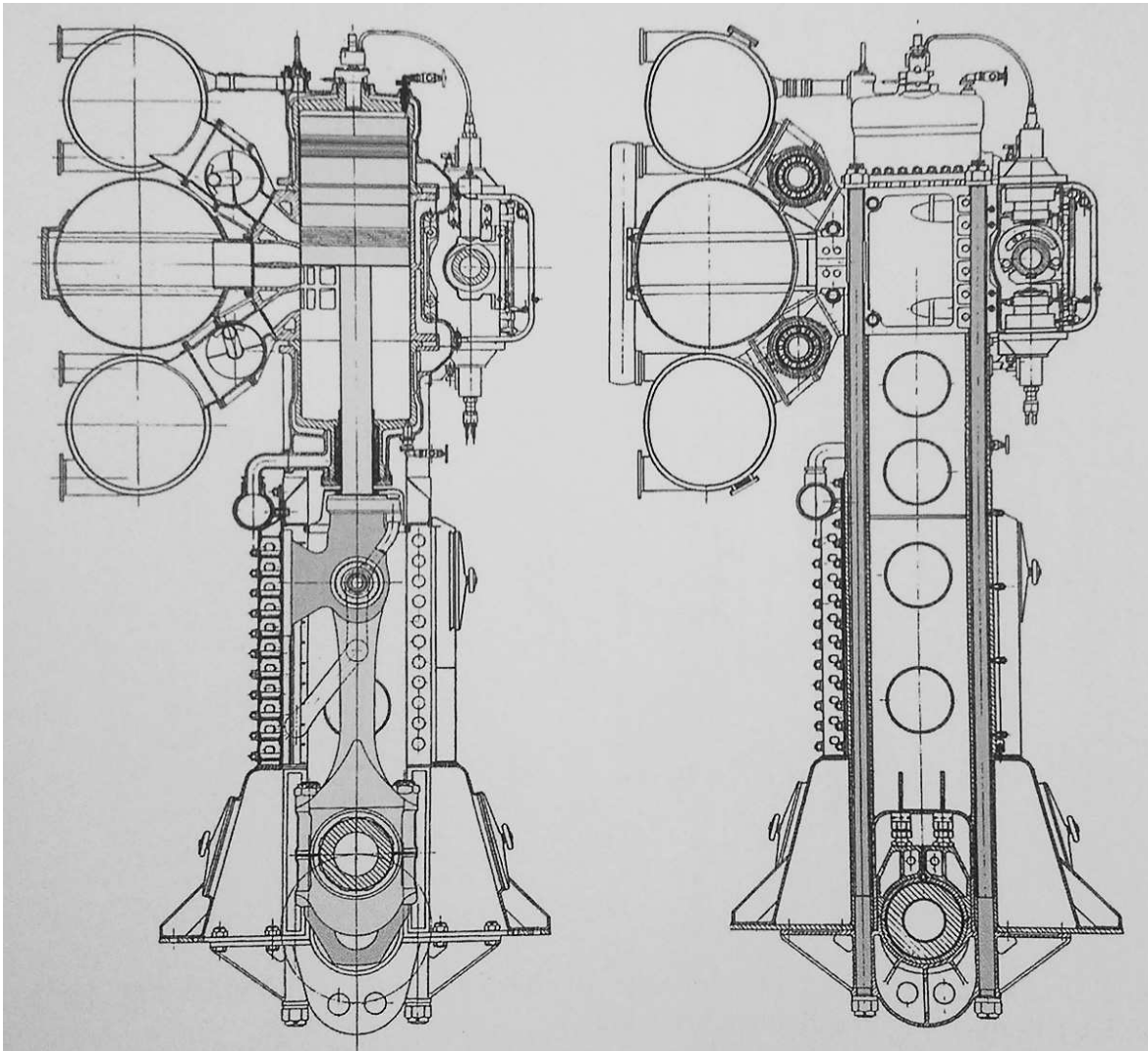


Fig.214- Sezioni trasversali del motore MAN M9Z 42/5 della precedente figura - Permettono di vedere chiaramente le valvole di scarico rotanti posizionate in un condotto tra il cilindro e il collettore di scarico e di apprezzare i lunghi tiranti imbullonati che collegano il carter con la testa del moto irrigidendo tutta la struttura .

Pielstick adattò pertanto il consolidato schema del diesel a doppio effetto per sviluppare un motore più leggero e più piccolo, L7Z 19/30.

Quando la sua proposta per la propulsione dei dirigibili venne scartata a favore di quella Daimler-Benz, la MAN modificò tale macchina con l'aggiunta di quattro cilindri al motore L7Z per creare la versione L11Z 19/30 a 11 cilindri per uso navale; novità importante era il lavaggio realizzato con una soffiante trascinata

Il motore aveva una potenza massima, di spunto, di 2.000 HP a 1.050 giri /1' e una potenza continuativa di 1.400 HP a 900 giri /1', per la sua derivazione aeronautica era estremamente compatto e leggero, con un peso di 3.800 kg, pur essendo reversibile.

I motori L11Z19/30 furono adottati per alcune delle prime motosiluranti, con tre motori installati sulle Schnellboot della serie S14 a S17 (la S 14 varata nel gennaio 1936) e quattro motori installati sulla Versuchs Schnellboot VS5 (varata nel gennaio 1941).

Alcuni motori di questo tipo sono ancora conservati ed esposti, tanto al MAN Museum di Augsburg quanto al Deutsches Museum di Monaco.

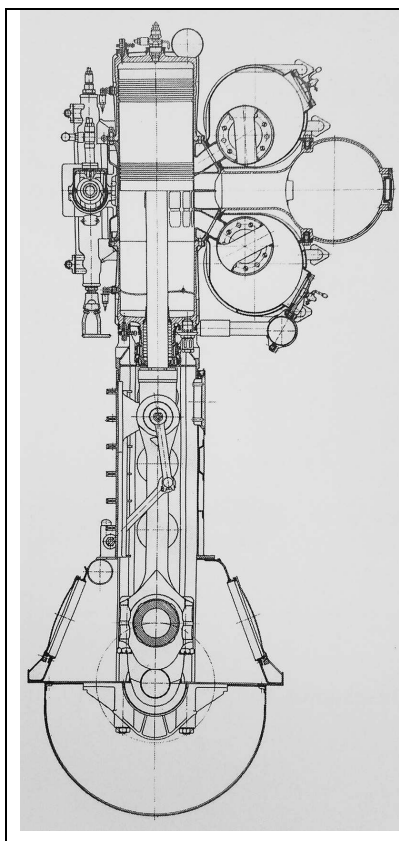


Fig. 215 – sezione trasversale del motore MAN L11Z 19/30. E' evidente la sua derivazione da motori aeronautici per dirigibili.

L'albero a camme correva lateralmente ai cilindri e controllava le pompe di iniezione del carburante. Il volantino sulla parte anteriore dell'albero a camme serviva per la regolazione dell'albero a camme nella fase di inversione del senso di rotazione. .

(Hermann Historical Images)

Nell' anno della transizione alla Reichsmarine alla Kriegsmarine, il 1935 ebbe inizio la progettazione delle nuove navi di linea della classe H ed almeno la prima avrebbe avuto propulsione diesel.

Nel 1938, è da ritenersi dopo le difficoltà riscontrate con la propulsione a vapore ad alte pressioni e temperature, la Kriegsmarine mostrò un rinnovato interesse la propulsione diesel delle grandi navi e per motori di elevata potenza, destinando cospicui fondi alla ricerca, di cui beneficiò la MAN.

Nel 1938 MAN sviluppò il motore M9Z 65/95, destinato alle navi di linea della classe H, in una soluzione di gruppi di quattro motore per ciascuno dei tre assi.

Si trattava di un motore a nove cilindri di un peso unitario di circa 248 tonnellate in grado di erogare una potenza continuativa di circa 12.500 HP a 256 giri/1' in grado di spunti in sovraccarico di 13.750 HP a 265 giri/1'.

La potenza complessiva erogabile dai 3 gruppi per un totale di 12 motori sarebbe stata di 150.000 HP con possibilità di spunti in sovraccarico e 165.000 HP .

All'inizio del 1939 Kriegsmarine ordinò 24 motori M9Z 65/95, seguiti nel corso dell'anno da altri 24 di un secondo ordine.

Non fu costruita alcuna unità della classe H e tutti gli ordini relativi furono annullati alla fine del 1939 ma per lo stato di avanzamento raggiunto fu terminata la produzione di un solo motore M9Z 65/95, che venne sottoposte a prove nel 1940 per andare poi distrutto da un bombardamento alleato.

Sulla base dei precedenti progetti, ed in particolare ricorrendo agli stessi cilindri, nel 1939, Pielstick progetto motori più potenti, adottando una configurazione a V con 24 cilindri disposti con un angolo di inclinazione di 45° ed ovviamente una nuova disposizione dei collettori, ma ebbe cura di mantenere la stessa componentistica dei precedenti motori in linea.

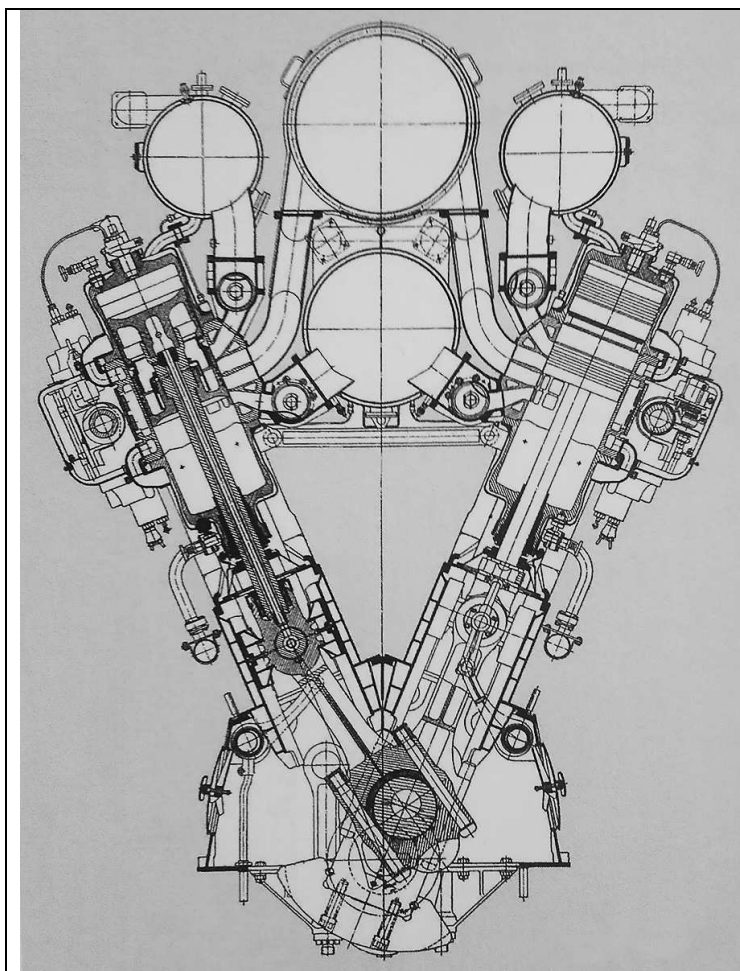


Fig. 216 - sezione trasversale del motore MAN V12Z 32/44 con la nuova collocazione dei collettori: Il grande collettore superiore era il lavaggio e gli altri tre collettori erano per lo scarico; l'albero a camme e le pompe di iniezione del carburante sono posizionati all'esterno dei banchi dei cilindri. All'interno della V del motore era sistemato il collettore inferiore che raccoglieva i gas di scarico dalle camere di combustione inferiori di ambedue i banchi, sopra questo collettore c'era il collettore di lavaggio che serviva tutti i cilindri mentre ogni banco di cilindri aveva un collettore che raccoglieva i gas di scarico dalle camere di combustione superiori.

L'aria di lavaggio era fornita da una soffiante trascinata posizionata nella parte posteriore del motore collegata al collettore di lavaggio.

Il primo V-24, designato V12Z 42/58, era destinato agli incrociatori da battaglia della classe O, con propulsione su tre assi: su ciascuno degli assi esterni agiva un gruppo di quattro motori, mentre sul terzo albero agiva una turbina a vapore.

Il V12Z 42/58 pesava 150,5 tonnellate e poteva erogare 15.600 HP a 450 giri /1' in modo che la potenza totale erogabile dagli otto motori diesel previsti per la classe O sarebbe stata di 124.800 HP

Anche nel caso della classe O la costruzione venne e gli ordini relativi cancellati, mentre l'unico motore realizzato venne sottoposto a oltre 200 ore di prove al banco a potenza ridotta, 10.000 HP a 243 giri / 1'

Con la guerra, e la mutata strategia navale, si avvicinava la fine della saga della propulsione diesel per le navi di superficie tedesche : i punti finali di questa evoluzione furono quello relativo ad un grande CT, peraltro denominato Spähkreuzer 1938 (in effetti tre successive evoluzioni, 1938, 1939,1940), e quello relativo ad un caccia di squadra, denominato Zerstörer 1942 : nessuna di queste unità entrò mai in servizio, anche se la costruzione delle prime unità di ciascun tipo giunse ad uno stadio molto avanzato.

Progetto 1938 – 1940 Sebbene fossero chiamate Spähkreuzer - Incrociatore da ricognizione - quelle navi erano fondamentalmente grandi cacciatorpediniere in grado di operare sull'Atlantico.

Progetto sviluppato dal consolidato standard dei CT della seconda metà degli anni '30, era orientato ad una unità di dimensioni prossime ad incrociatore leggero; seguendo lo schema ormai consolidato, era prevista l'adozione di un sistema di propulsione misto, turbine a vapore per alte velocità e motori diesel per andature di crociera.

L'ipotesi di impiego era quella del piano Z, in combinazione con le nuove navi di linea per operare in Nord Atlantico quali punte avanzate, "occhi" di potenti Task Forces, e ne è significativa la classifica (Spähkreuzer ossia "Scout Cruiser")

Venne impostata solo la prima unità, SP1, ma la costruzione e l'intera documentazione di progetto si persero in seguito ad un' incursione aerea e del resto le funzioni di queste unità vennero messe in dubbio dall'evoluzione della guerra sul mare e l'affondamento della Bismark: nell'aprile del 1942, la costruzione di tutti gli Spähkreuzer fu sospesa con ogni sforzo concentrato, per le unità di superficie, sulla costruzione di "normali" cacciatorpediniere.

Si trattava di un progetto in seguito poco conosciuto e unico della Seconda Guerra Mondiale caratterizzato da grandissima autonomia, in tutti i suoi aspetti, scafo da incrociatore, armamento da CT.

L'autonomia, ben 7000 mg, sarebbe stata raggiunta grazie all'impiego dei motori diesel, mentre l'a.m. combinato avrebbe permesso una velocità massima di 36 nodi, opportuna per le funzioni di scout ed il disimpegno dopo l'avvistamento di forze superiori.

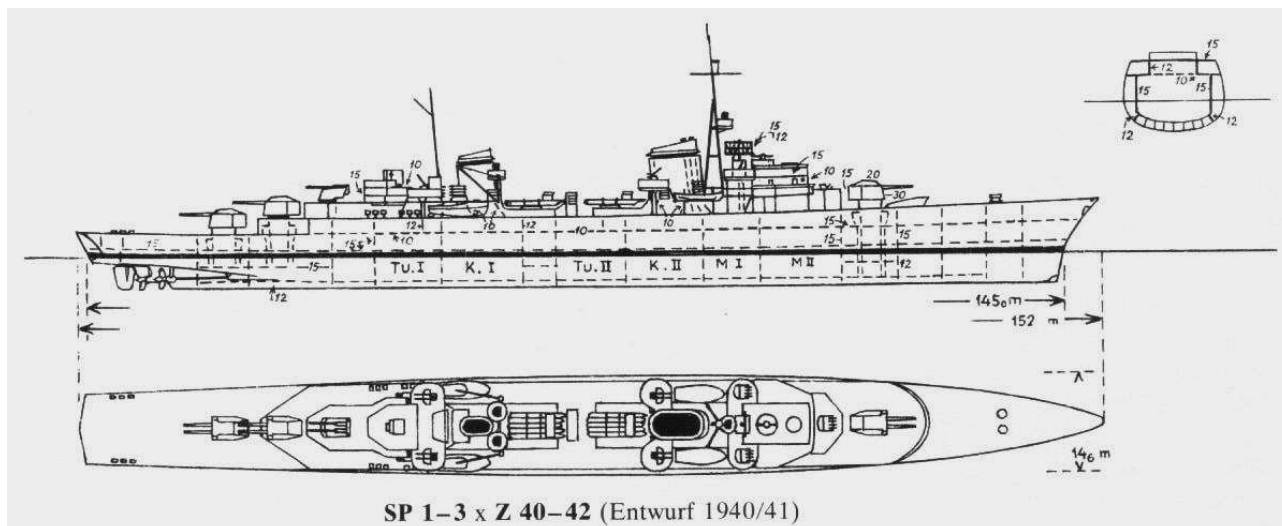


Fig. 217 - Spähkreuzer 1938 - dislocamento ca 5800 T – lungh. 145 m – apparato misto combinato, vel.max. 36 nodi – 2 motori Diesel MAN a 6 cilindri, per andature di crociera, vel. max 17 nodi, autonomia 7000 mg

Zerstörer 1942: Le nuove prospettive della guerra navale imposero alla Kriegsmarine, forte ormai di una lunga esperienza sulla propulsione diesel e conscia dei problemi sollevati da a.m. a vapore troppo sofisticati, di concentrare le costruzioni di superficie su nuovi CT, la classe Zerstörer 1942, a propulsione esclusivamente diesel

Sulla base dell'esperienza ormai acquisita, e per soddisfare i requisiti delle unità dei nuovi programmi di guerra, fu sviluppato un motore a V più piccolo, V12Z 32/44 (a volte chiamato V24Z 32/44).

Della classe - Zerstörer 1942 - cui era destinato questo motore, fu costruito un solo esemplare, lo Z 51: il progetto era, dimensionalmente e come armamento, molto simile allo Zerstörer 1938B, ma la sistemazione propulsiva totalmente diversa .

I motori: secondo alcune fonti il V12Z 32/44 poteva erogare 10.000 HP a 600 giri/1', secondo altre il 10.000 HP sempre a 600 giri / 1', ma era già prevista una versione turbosovralimentata che avrebbe elevato la potenza a 16.000 HP.

il sistema di accoppiamento e trasmissione della potenza : era assolutamente una novità; la potenza era erogata da sei motori diesel, identici, accoppiati in forma inusuale su tre assi (tutte le precedenti costruzioni e progetti di CT erano su due assi, anche se la possibile propulsione su tre assi è stata una costante delle costruzioni tedesche) .

Ben quattro motori erano accoppiati su un' unico riduttore, agente sull' asse centrale, con un' elica di maggiori dimensioni, mentre ciascuno degli altri motori era collegato in testa a ciascuno degli assi laterali, azionanti eliche di minori dimensioni; indipendentemente dalla potenza attribuita, tutte le fonti riportano una velocità stimata in ben 36 nodi.

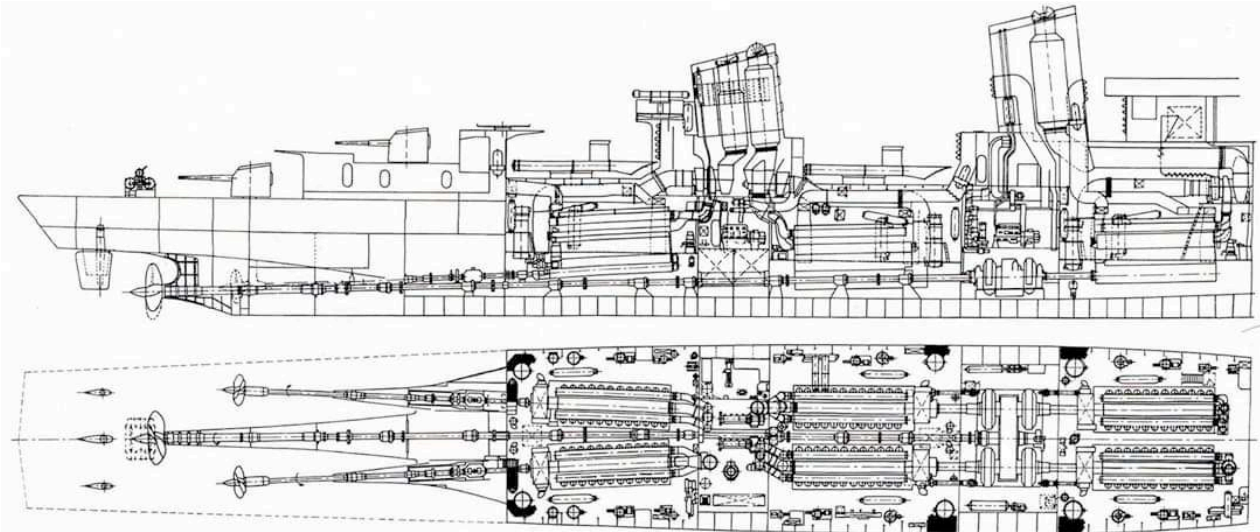


Fig. 218 - Zerstörer 1942 - dislocamento ca 2800 T – lungh. 114 m – apparato motore su 6 motori diesel MAN SE da 9000HP – andatura di crociera su 2 motori, vel. max 19 nodi, autonomia 5500 mg

Le difficoltà di produzione e le esigenze di tempi ristretti portarono alla proposta di installare inizialmente solo quattro motori e di montare gli altri due in seguito, ma non sembra che questa ipotesi sia stata adottata

L' unica unità della classe (Z 51), ordinata nel 1942, fu impostata nel 1943 presso i cantieri Deschimag di Brema e varata il 2.10.1944; gravemente danneggiata da un bombardamento il 21.03.1945, fu demolita tra dicembre 1947 e febbraio 1949.

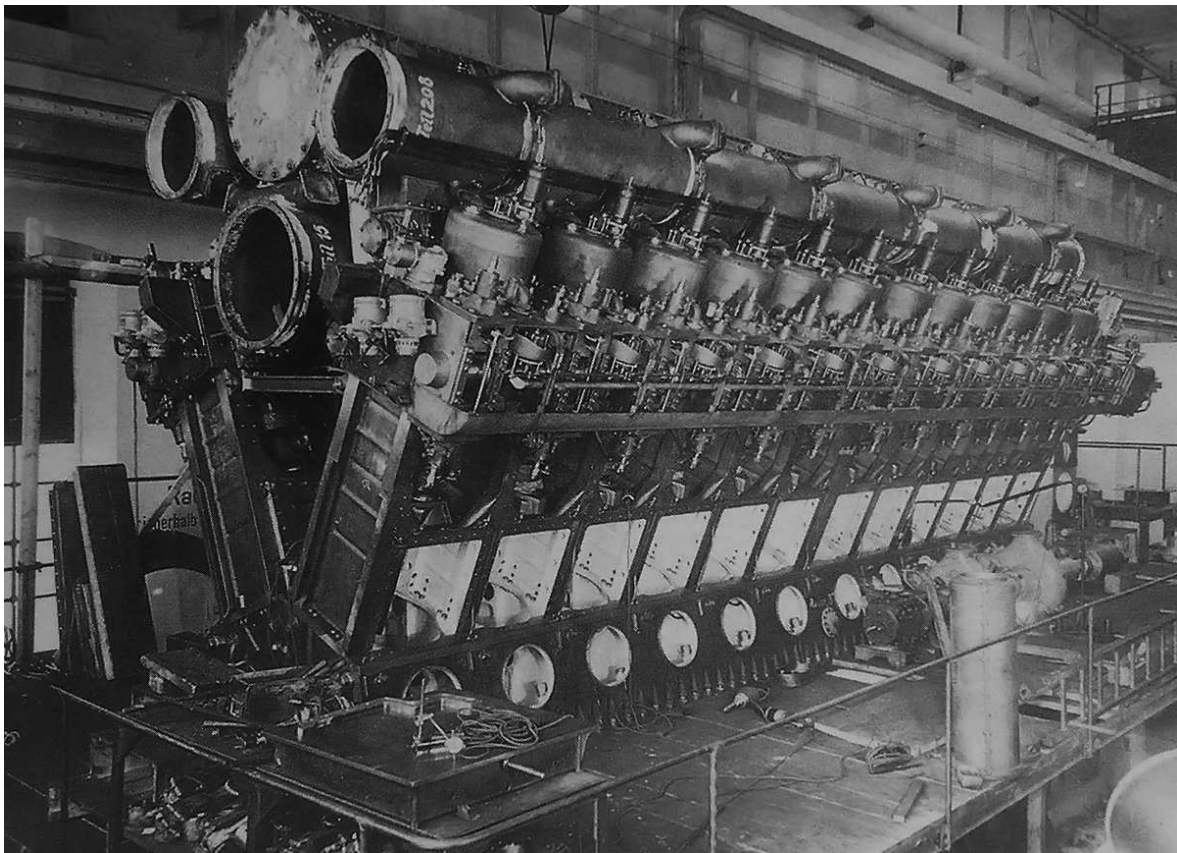
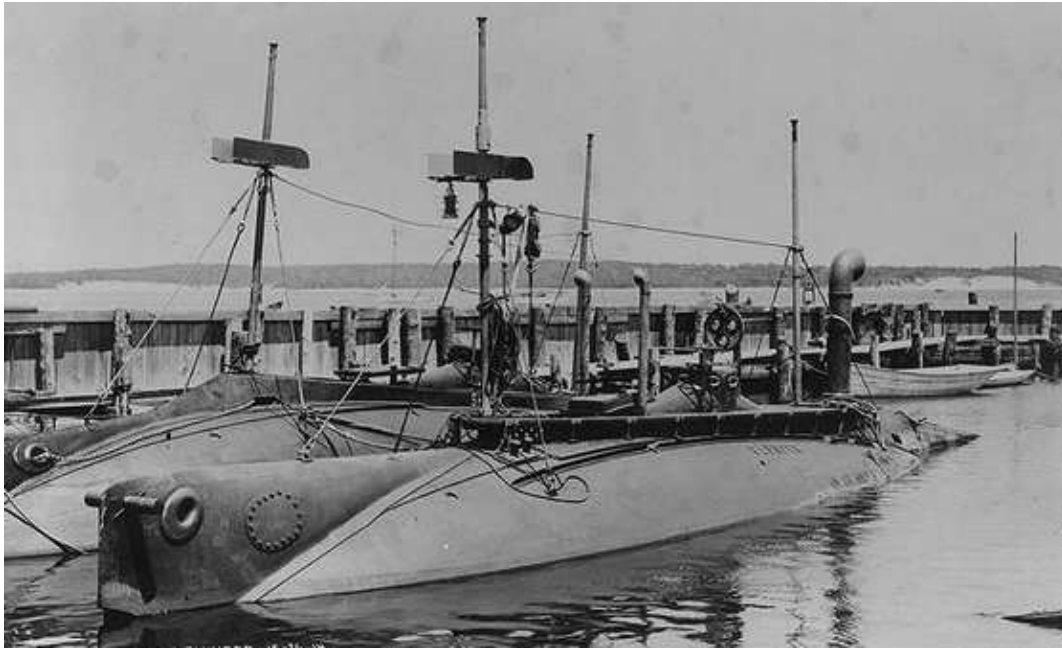


Fig. 219 - Motore MAN V12Z 32/44 in fase di montaggio finale al banco. La soffiante di lavaggio era montata sul retro del motore e degna di nota è la modernità della struttura, con numerosi e ampi pannelli di accesso incorporati nel basamento del motore che rendevano facili e rapide ispezioni e manutenzioni. Un esemplare di questo motore è stato conservato ed è esposto nel Museo A. & T. di Sinsheim.

VI – 2 - L'evoluzione e LA soluzione statunitense

Temi da seguire molto attentamente, perché per molti versi speculari alle condizioni ed evoluzioni italiane, la considerazione di come in Italia, almeno in questo settore, la soluzione avrebbe potuto essere diversa.



*Fig. 220 – USS Plunger e USS Shark – i primi due battelli Holland, a New Suffolk, N.Y., nel 1902 (US Navy NH 42621)
Holland come Pullino, R.N Delfino come USS Plunger*

- Gli Stati Uniti ebbero un personaggio, Holland, che al pari di Pullino capì perfettamente le potenzialità del mezzo.
- Negli Stati Uniti al pari dell'Italia si fecero una serie di tentativi per identificare la migliore possibilità di motorizzazione.
- Negli Stati Uniti l'industria privata ben prima del 1914 cercò immediatamente collaborazioni e licenze, infruttuosamente con la stessa industria tedesca di cui riconosce la superiorità, ma persino con la nascente industria italiana del settore, sia con FIAT (che fornì alla CRAMP tanto i progetti del Laurenti quanto motori a ciclo Otto per le prime costruzioni) che con Tosi
- La pur possente industria pesante e meccanica statunitense non ha le capacità e le competenze dell'industria tedesca ed inanellò una serie di tentativi ed esperienze con risultati mediocri.
- Gli Stati Uniti come l'Italia durante la 1^aG.M. impiegarono con poco impegno e scarsissimi risultati i propri sommergibili, anche per errate ipotesi tattico/strategiche sull'impiego degli stessi.
- Al termine della seconda guerra mondiale gli Stati Uniti, tanto la US Navy come l'industria pubblica (gli Arsenal) e quella privata, a differenza dell'Italia capirono l'importanza di valutare a fondo le prede belliche e rimase colpita dalla distanza tecnologica e costruttiva con i mezzi tedeschi.
- Iniziarono subito, con risultati minimi e qualche volta disastrosi, la strada della replica.
- A differenza delle altre potenze, e per quello che ci riguarda dell'Italia, nella stagione dei trattati capirono l'importanza ed il potere dell'arma subacquea e ne fecero una bandiera (prima ancora che l'Italia facesse lo stesso, ma senza ipotesi e strutture strategiche).
- Sotto la guida degli organi tecnici della US Navy per un decennio si seguì la strada della replica e del miglioramento dei motori catturati ai tedeschi, e si acquisirono persino licenze tedesche; un percorso deludente, che evidenzia come la metallurgia e certe lavorazioni meccaniche del paese fossero ancora inadeguate, nonostante la taglia dell'industria statunitense.

Un continuo di scarsi risultati se non proprio di disastri, sino a che agli inizi degli anni 30 la stessa US Navy, e proprio i responsabili delle forze subacquee, non decisero un vero salto nel buio, di cambiare tutto, sia come indirizzi strategici (anche a seguito del consolidamento dei trattati e nella consapevolezza che la

futura minaccia per gli Stati Uniti fosse il Giappone ed il teatro il Pacifico, con la stesura del piano Orange) sia come soluzioni costruttive e propulsive, sia come responsabilità.

Non è più la US Navy a fare progetti ed a guidare il gioco con il Bureau of Engineering, ma è la stessa Marina che consapevole che è necessario cambiare, e cambiare radicalmente, stimola l'industria privata affinché sia propositiva, e responsabilmente propositiva, fissando solo alcuni parametri evolutivi per quanto estremamente stringenti (12,5 kg/Hp e massimo TBO, *time between overhaul*).

Negli anni 30 inizia così la vera grande rivoluzione dell'arma subacquea, che porterà ai *Fleet Submarines* ma soprattutto ad una grande evoluzione e specializzazione dell'industria americana, mentre in Italia, si sceglie la via della continuità e di adattarsi ai mezzi a disposizione, frutto di mancanza di decisioni e di evoluzione.

Perde la Regia Marina ma perde l'industria italiana che godeva di chances intrinseche, inizialmente ed almeno sino ai primi anni 30 in molti casi vicine se non alla pari di quelle statunitensi, un'industria che aveva a portata di mano la possibilità di rivitalizzare una serie di cooperazioni industriali (*imprenditorialità debole e industria probabilmente frenata dagli interessi inglesi che ancora predominavano all'interno*).

Assurdo e patetica scusa a difesa dell'industria italiana e degli indirizzi sbagliati affermare, a giustificazione e distanza di tempo, che i *Fleet Submarines* erano inadatti alla guerra atlantica e meno all'ambiente mediterraneo: come soluzione costruttiva rispondevano certamente ad altri criteri operativi (*ed il loro impiego in Atlantico fu minimo per poter trarre conclusioni*) ma la tecnologia, l'impiantistica, i componenti potevano benissimo trovare applicazione in altre soluzioni costruttive, e ciò che è assurdo è che si trattava di fattori noti e replicabili, se non addirittura acquisibili da parte italiana.

Proprio alla luce della necessaria comparazione, e del parallelismo delle difficoltà, almeno sino agli inizi degli anni 30, è opportuno comprendere l'evoluzione dei motori per sommergibili negli Stati Uniti e soprattutto convincersi che i sommergibili non avrebbero potuto trasformarsi in un'efficace arma offensiva nell'imminenza della seconda guerra mondiale senza lo sviluppo e l'adozione di motori diesel più avanzati che hanno permesso di aumentare la velocità, il raggio di azione, l'autonomia e l'affidabilità.

Agli albori dei sommergibili la propulsione influenzava la disponibilità, la dislocazione e la tattica dei sommergibili, mentre l'autonomia del mezzo ossia il periodo in cui una nave può rimanere in mare, ben diversa del raggio d'azione, che è la distanza percorribile da una nave, rimaneva un fattore imponderabile.

Sir John Fisher, Primo Lord del mare nel 1904, riteneva che il sommergibile avesse bisogno di una maggiore autonomia per essere usato come arma offensiva, opinione condivisa da quasi tutte le Marine che non credevano che i sommergibili potessero essere veramente utilizzati come sistema d'armi credibile senza motori migliori.

Lo sviluppo dei motori diesel puntava a fornire la potenza, l'affidabilità ed un favorevole rapporto peso/potenza per completare la transizione dei sommergibili da piattaforma costiera a unità d'altura.

Gli Stati Uniti, come molti paesi europei, intesero il sommergibile come un'arma di difesa costiera, almeno fino alla prima guerra mondiale, e solo dopo i successi francesi nella violazione del blocco, considerarono i sommergibili per operazioni di altura.

Solo le unità statunitensi delle classi K e L trovarono impiego nella prima guerra mondiale e le carenze delle loro ridotte dimensioni furono immediatamente evidenti.

Dimensioni e limitate prestazioni che costrinsero a rimorchiarli in Inghilterra poiché non avevano autonomia o affidabilità per attraversare con i propri mezzi l'Atlantico.

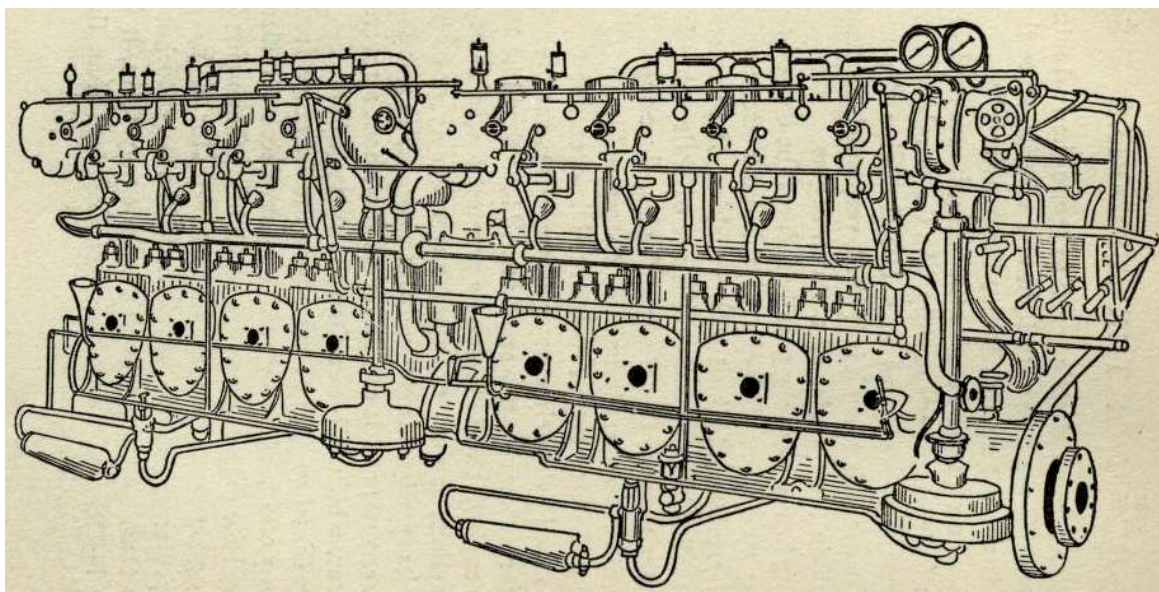
Una situazione speculare, sotto molti aspetti, con le unità italiane (con l'Italia che aveva acquistato anche unità di progettazione e fornitura statunitense seppur costruite in Canada).

Pur in mancanza di successi dei sommergibili impiegati nella prima guerra mondiale la US Navy intuì i vantaggi del sommergibile come arma offensiva ed incamerò rapidamente alcune lezioni, che cominciarono a essere messe a frutto sui sommergibili della classe S, entrati per la prima volta in servizio nel 1918.

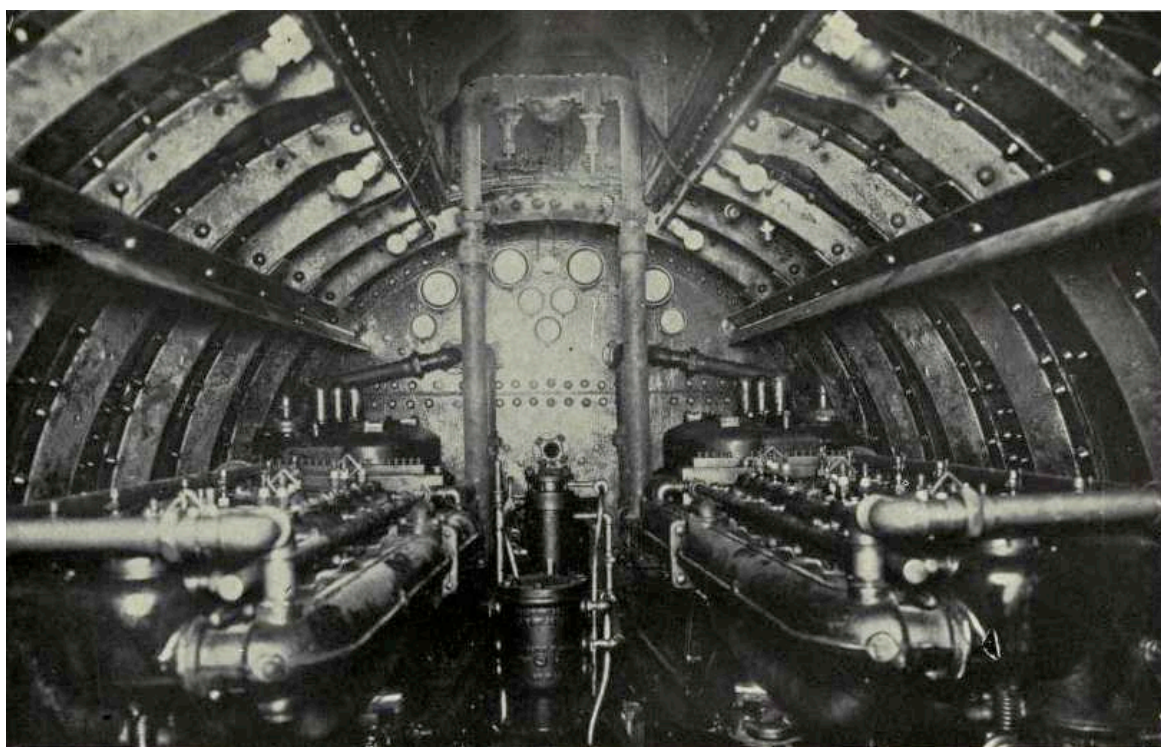
La capacità del sommergibile di raggiungere rapidamente la zona di operazioni si era rivelata più importante di un'elevata velocità subacquea.

I diesels sino allora in servizio non assicuravano velocità e mancavano in affidabilità ed i sommergibilisti

statunitensi uscirono dalla prima guerra mondiale chiedendo sommergibili più grandi in grado di operare in Atlantico, con idonea abitabilità e autonomia.



*Fig.221- assonometria di motore NELSECO, dello stesso tipo installato sulle unità costruite per la Regia Marina
(da book of submarines, collrich 1918)*



*Fig.222 - La spartana sistemazione di un motore NELSECO, dello stesso tipo dell' assonometria della precedente F. 173
(da scientific American, 03 1918)- Struttura scafo chiodata e sistemazione similie a quella del Smg provana conservato nella
esde dell' ANMI di Torino*

Le deficienze nei propulsori di produzione nazionale erano evidenti prima della guerra, quando NELSECO non fu in grado di produrre su licenza il motore diesel M.A.N. a due tempi perché gli Stati Uniti non disponevano della tecnologia metallurgica richiesta dal progetto originale, e si acuirono dopo per l'incapacità di replicare i motori delle unità catturate.

NELSECO disponeva dei piani tedeschi e dell'assistenza di ingegneri tedeschi, ma le fonderie non potevano assicurare fusioni secondo le specifiche tedesche (oltre a questo, in seguito si scoprì che i tedeschi consentivano solo l'esportazione della tecnologia dei motori a due tempi, il cui perfezionamento avevano

abbandonato).

I tedeschi hanno utilizzato motori a quattro tempi da 850 HP e 1000 HP nei loro U-Boot della prima guerra mondiale, ma neppure quando le industrie statunitensi ebbero accesso a esemplari di questi motori furono in grado di produrre macchine di similari prestazioni e caratteristiche.

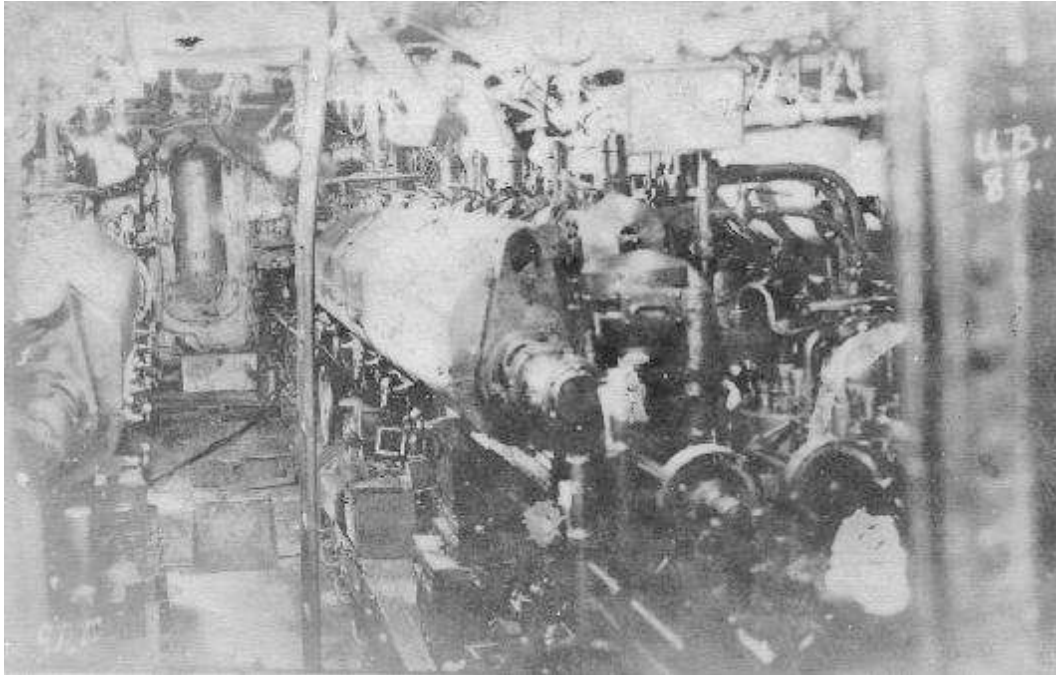


Fig. 223 -Locale MMTTPP del U 88, preda bellica trasferita negli Stati Uniti – è evidente la distanza concettuale e realizzativa con la soluzione di cui alla precedente e pressoché contemporanea soluzione NELSECO della fig.174



Fig. 224 - Motore MAN S6V 45/42, di costruzione 1918, uno degli esemplari studiati e clonati dal BuEng della US Navy

Gli U-boat tedeschi che alla fine della 1^a G.M. si erano ripartite le potenze vincitrici si rivelarono un'eccellente fonte di tecnologia motoristica e di costruzioni subacquee, della quale la componente subacquea della US Navy, che riconosceva la superiorità dei battelli tedeschi, riteneva si dovesse approfittare.

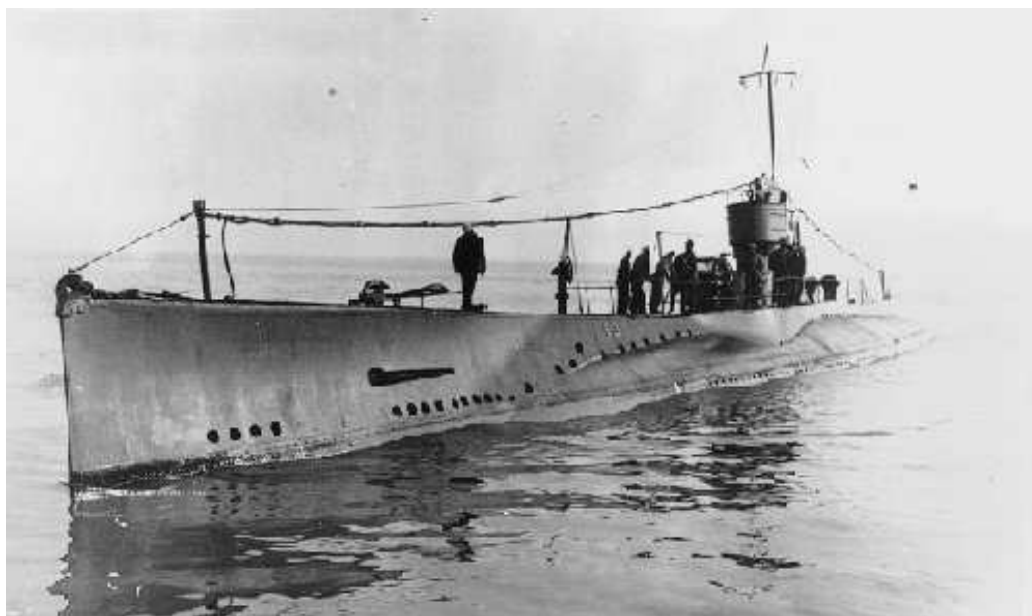
È un percorso che non trova riscontro né nella Regia Marina né nell'industria Italiana.

L'arroganza e la sopravvalutazione non erano solo problemi e difetti italiani, e la US Navy, arrivò persino a declinare l'offerta di progetti ed assistenza tecnica da parte di Germaniawerft, il principale produttore di sommergibili tedesco, statuendo che se i tedeschi erano stati capaci di costruire sommergibili affidabili, gli Stati Uniti potevano essere capaci di copiarli senza alcun aiuto.

Sono importanti alcuni elementi di valutazione che trovano riscontri anche nelle posizioni italiane

- Gli U-Boot potevano effettuare le manovre di ormeggio con i diesel mentre i battelli statunitensi non potevano farlo a causa dei complessi meccanismi di inversione dei propri motori, il che portava la maggior parte dei comandanti ad utilizzare i motori elettrici per le manovre in marcia AD.
- I tedeschi avevano giunti migliori che potevano essere rapidamente disingranati.
- Il significativo tempo richiesto per arrestare i diesel statunitensi e disinnestare l'asse motore rendeva questa manovra critica per l'immersione rapida, pericolosa e fondamentale per sommergibili impegnati in operazioni belliche.
- I sommergibili dovevano immergersi rapidamente per evitare gli aerei nemici e la propulsione era necessaria rapidamente per mantenere la profondità.
- Le possibilità non solo di immersione rapida ma anche di "tuffarsi in profondità", non era così importante durante la prima guerra mondiale, ma gli Stati Uniti si resero conto che sarebbe diventato una capacità vitale per il futuro, ed in particolare per le loro previsioni di teatro nel Pacifico contro i giapponesi.

Furono condotte prove comparative tra le più recenti costruzioni statunitensi, con l'impiego del S3, ed uno degli U-boat catturati, che risultò essere tre nodi più veloce.



*Fig.225 - S3 (poi SS107) il battello delle prove comparative con uno degli Uboot di preda bellica
(NavSource: Submarine Photo Archive)*

Gli U-Boot catturati risultarono così affidabili e facili da usare che, nel lunghissimo trasferimento dalla Germania alla costa pacifica degli Stati Uniti (Bremerton, nello stato settentrionale di Washington) con motoristi certamente non preparati sulle loro macchine, non si registrarono problemi.

Quando a scopo di valutazione fu smontato ed ispezionato un motore che aveva 25.000 miglia di servizio, i segni di lavorazione erano ancora visibili sulla parte interna della pompa dell'olio, che era uno dei punti deboli sui sommergibili della classe S; ci si rese immediatamente conto che si poteva beneficiare dei motori tecnologicamente superiori degli U-Boot anche se non si fossero replicati altri aspetti costruttivi dei sommergibili tedeschi.



Fig. 226 -I componenti elementari dei motori del UB-88 smontati per ispezione nell' aprile del 1920, prima dell'affondamento in ottemperanza alle clausole del trattato di pace. È evidente il lavoro capillare di smontaggio e la meticolosità delle ispezioni con il rilievo di ogni dato, sia di stato che dimensionale, che permise al BuEng della US Navy di clonare letteralmente i motori, per la produzione che dovette assumere a seguito di una lunga contesa con la NELSECO (che porto anche alla scomparsa di questo costruttore)

Anche qui il confronto con la politica e le strategie italiane è stridente: si hanno notizie e rapporti del trasferimento di ben nove unità in Italia, senza rapporti tecnici, né sono stati trovati riscontri nella documentazione tecnica italiana dell'epoca, neppure aziendale (FIAT e TOSI), quando è invece disponibile ancor oggi un'ampissima bibliografia sulle valutazioni statunitensi, tra l'altro all'epoca centrali nei dibattiti di alcuni congressi delle principali associazioni di settore e certamente accessibili anche da parte italiana.



*Fig. 227 - Lo USS T-3 – Primo e infelice tentativo della US Navy di dotarsi di un fleet submarine - Dopo essere stato ritirato dal servizio, nel 1922 fu modificato imbarcando nuovi motori, di fornitura dello stesso BuEng quali cloni dei motori MAN e fu a lungo impiegato per il solo scopo di valutare le prestazioni dei motori diesel MAN
(NavSource: Submarine Photo Archive)*

Pur avendo l' Italia ricevuto, e fatto arrivare in Italia, ben 9 unità tedesche di vario tipo, non si ha notizia né

di valutazioni né di prove, né da parte della Regia Marina né nella documentazione storica dei due principali costruttori italiani di motori, FIAT e TOSI.

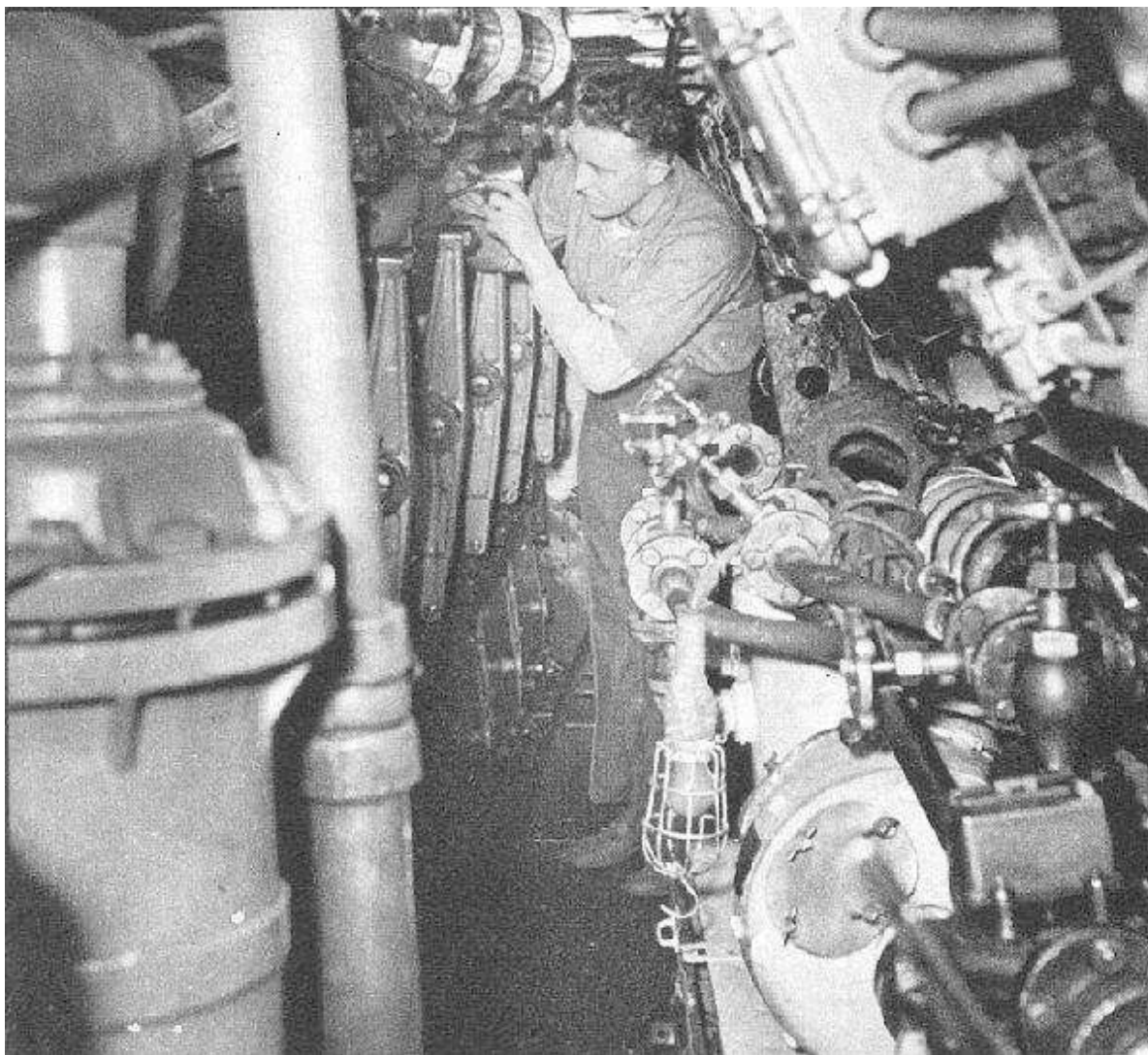


Fig. 228 – Il locale MMTTPP di un battello classe S – la foto riguarda lo spazio a paratia, retrostante il passaggio di manovra tra i due motori (NavSource: Submarine Photo Archive)

La Marina aveva bisogno di motori diesel di grande potenza ed affidabili, idonei al particolare servizio a cui erano destinati: la propulsione di nuove classi di grandi e soprattutto veloci sommergibili in grado di operare con la flotta ed alle velocità della flotta (fleet submarines).

Su questa necessità e la mancanza di risposte od adeguamenti sulle forniture di motori diesel già in atto, s'innescò una violenta e pubblica controversia tra la US Navy e NELSECO, iniziata con il programma della classe S ed esplosa quando emersero sia le risultanze delle ispezioni alle prede belliche che il confronto con i "cloni" di produzione nazionale.

Tale controversia, volendo cercare una soluzione, avrebbe obbligato la US Navy e l'industria ad identificare ed affrontare un problema fondamentale implicito nella loro relazione: il "sapere" (inteso come conoscenza e capacità di innovazione), sul quale nessuna delle parti riconosceva la portata o la natura della sua dipendenza dall'altra.

Ognuna aveva una percezione diversa delle proprie attribuzioni ma soprattutto delle proprie responsabilità nello sviluppo e nella costruzione dei sommergibili (ed anche delle altre unità).

Questo duro confronto si trasformò, quasi involontariamente, in fattore importante nello sviluppo di tecnologie di punta, in questo caso la propulsione, per la costruzione di sommergibili negli Stati Uniti.

I vertici aziendali di Electric Boats si attenevano ad un'interpretazione ristretta e rigorosa del loro rapporto contrattuale con la US Navy (Department of Navy).

Qui occorre un'annotazione in merito all'Italia, dove più ancora che negli USA nel caso dei motori i rapporti contrattuali riguardavano indirettamente la Marina ma più propriamente i cantieri, che avevano la sola responsabilità di piattaforma.

L'interpretazione rigida del contratto era considerata l'unica protezione contro il proliferare di riserve della Marina per le scarse prestazioni dei motori diesel NELSECO.

Per quanto inoppugnabile dal punto di vista commerciale, la pratica era incompatibile con l'esigenza di una tecnologia costantemente da aggiornare, che né il cantiere, Electric Boat (con il fornitore NELSECO che comunque controllava), né lo stesso BuEng dominavano completamente.

Attenendosi a questa rigida interpretazione contrattuale, Electric Boat non poteva che fornire battelli di ridotto valore operativo (riduzione dovuta all'evoluzione tra il periodo del progetto e della stipulazione contrattuale, con tutte le cautele e tutele del caso, ed il momento della consegna)

Ovviamente, nel caso specifico preso in esame, la US Navy non poteva accettare gli inconvenienti e le limitazioni che i motori diesel NELSECO avrebbero inflitto alle classi S e T, soprattutto alla luce delle conoscenze che erano emerse a seguito del conflitto e dall'esame delle prede belliche.

In questo contesto qualsiasi tentativo di risolvere il problema dei motori diesel fu interpretato da EB come un tentativo del committente di ottenere prestazioni superiori a quelle stipulate.

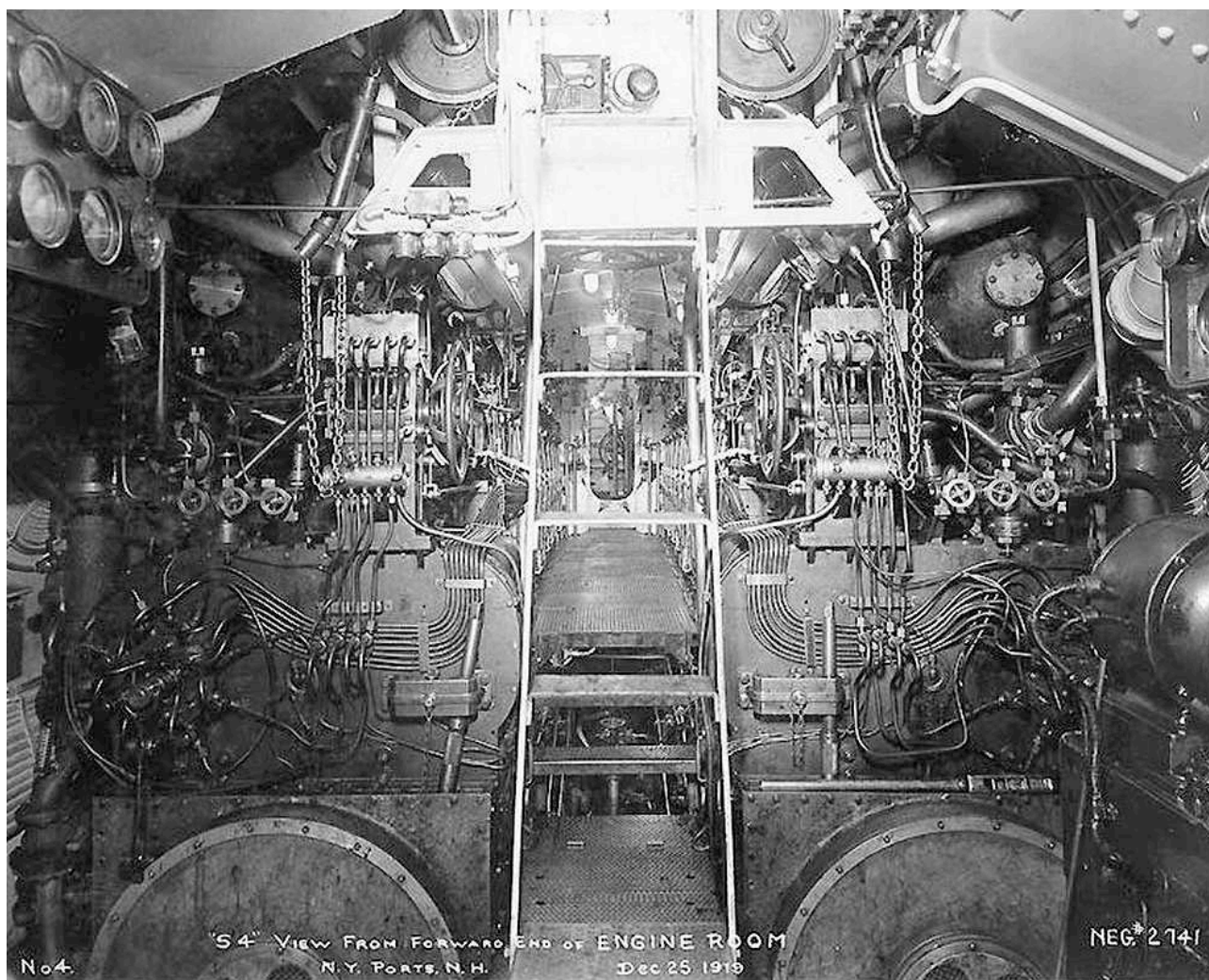


Fig. 229 – Il detonante della contesa tra la US Navy e NELSECO, i motori diesel destinati alla classe S. Una foto da Pp verso Pr del locale MMTTPP del sommergibile S4 del dicembre 1919 (NavSource: Submarine Photo Archive)

Interpretazioni assolutamente divergenti con l'industria che arrivò ad accusare la US Navy, ed il BuEng, di considerare i reciproci rapporti come una sorta di self service (se non in termini odierni un bancomat)

Nell'affrontare le necessità di innovazione piuttosto che i problemi prestazionali di motori ormai superati, concettualmente e costruttivamente obsoleti, le autorità navali consideravano il problema della propulsione diesel una sfida allo sviluppo, che doveva essere affrontata combinando le risorse della Marina con quelle dell'industria privata; si presumeva in tal modo che i fornitori coinvolti avrebbero dovuto impegnarsi a risolvere almeno i problemi già emersi, anche se tale impegno fosse andato oltre i termini delle loro responsabilità contrattuali

Nella US Navy permaneva, forse inopportuno ed inattuale, il concetto di poter lavorare ed addirittura imporre quello spirito di urgenza e di lavoro di squadra, ossia quella mobilitazione che aveva caratterizzato lo sforzo bellico, considerando – da parte del Dep. of Navy – che NELSECO si era sviluppata ed era cresciuta all'ombra della US Navy, realizzando grandi profitti con le costruzioni belliche in cui era stata indubbiamente favorita.

La US Navy riteneva che solo sulla base di questa sorta di simbiosi dovesse proseguire la collaborazione e svilupparsi finalmente un prodotto valido.

Una visione che mostrava una certa dose di mistica e ingenuità riguardo agli Stati Uniti, ma avrebbe avuto una logica e avrebbe rispecchiato una certa reciproca saggezza nel contesto italiano, vista anche la dipendenza diretta o indiretta, per le sovvenzioni, dei fornitori italiani.

Continuando le considerazioni su un ipotetico parallelo, se questo era fuori luogo nel contesto statunitense del momento, rispecchiava però in Italia lo spirito del regime e dei nuovi programmi di costruzione.

Le strutture e le capacità dell'arsenale di Portsmouth (Naval Shipyard) così come quelle dell'arsenale di New York (NY NavyYard) erano stati opportunamente potenziati nell'ottica di un maggior potenziale industriale ma soprattutto in un quadro di auspicata integrazione con il gruppo E Boat di cui NELSECO era parte.

Il Dep. of Navy ed il BuEng irrealisticamente avevano sbagliato i calcoli ritenendo che l'industria privata potesse sviluppare una nuova generazione di diesel affidabili partendo come prototipo dal contestato modello NELSECO per la classe S.

Questa percezione, e la politica che è derivata, non solo non ha tenuto conto della limitazione delle risorse private (risorse di ogni genere, non solo economiche ma anche progettuali di sistema), ma ha anche chiesto a fornitori come E.B. di intervenire ben oltre le specifiche e le pattuizioni contrattuali la Marina

Costatata l'incapacità dell'industria motoristica, che aveva fallito anche nel semplice tentativo di licenza prima della guerra, il Bureau of Engineering della US Navy iniziò a progettare un proprio modello.

Il punto di partenza fu ancora la costruzione di copie dei motori M.A.N. delle unità catturate, che segnò l'assunzione di responsabilità industriali da parte del BuEng, che agiva attraverso il New York Naval Yard quale stabilimento meccanico.

Mentre era urgente e necessario fornire i motori per le classi S e V occorreva sperimentare adeguatamente l'apparato motore per le nuove classi di fleet submarines, e si pensò di ricorrere come banco prova a uno dei grandi sommergibili costruiti troppo tardi per partecipare alla guerra in Atlantico ed in Europa, battelli che dopo un brevissimo periodo di servizio erano stati messi in riserva a fine 1922.

Dopo varie vicende e passaggi dal T1 al T3, e con tempi lunghi anche per carenza di stanziamenti, su quest'ultima unità furono installati presso l'arsenale di Filadelfia come nuovi motori le repliche dei motori MAN realizzati dal BuEng; l'unità fu rimessa in servizio il 1 Ottobre 1925 e per quasi due anni (21 mesi per l'esattezza) fu intensamente usata come banco prova; i tests terminarono nell'estate del 1927, e l'unità fu nuovamente messa in riserva per essere poi radiata nel 1930

Le prove, al di là del buon funzionamento dei motori, non fornirono risultati soddisfacenti, sia perché i motori si rivelarono di potenza insufficiente per assicurare le prestazioni richieste per i fleet submarines, sia

perché neppure il New York Naval Yard (Nyny) riuscì a superare il gap accumulato ancora anni dopo nel campo della tecnologia metallurgica, al punto che le copie realizzate, tra altri inconvenienti, pesavano il 10% in più dei motori dei quali erano la riproduzione.

La debolezza (e le precedenti cause di fratture) risiedeva nelle fusioni a pareti sottili in acciaio, e neppure l'intervento della fabbrica di cannoni del Washington Navy Yard risolse il problema: in effetti tutta l'industria americana si trovava in difficoltà in questo settore, e la vera soluzione si trovò, molto più tardi, con il passaggio ai basamenti saldati.

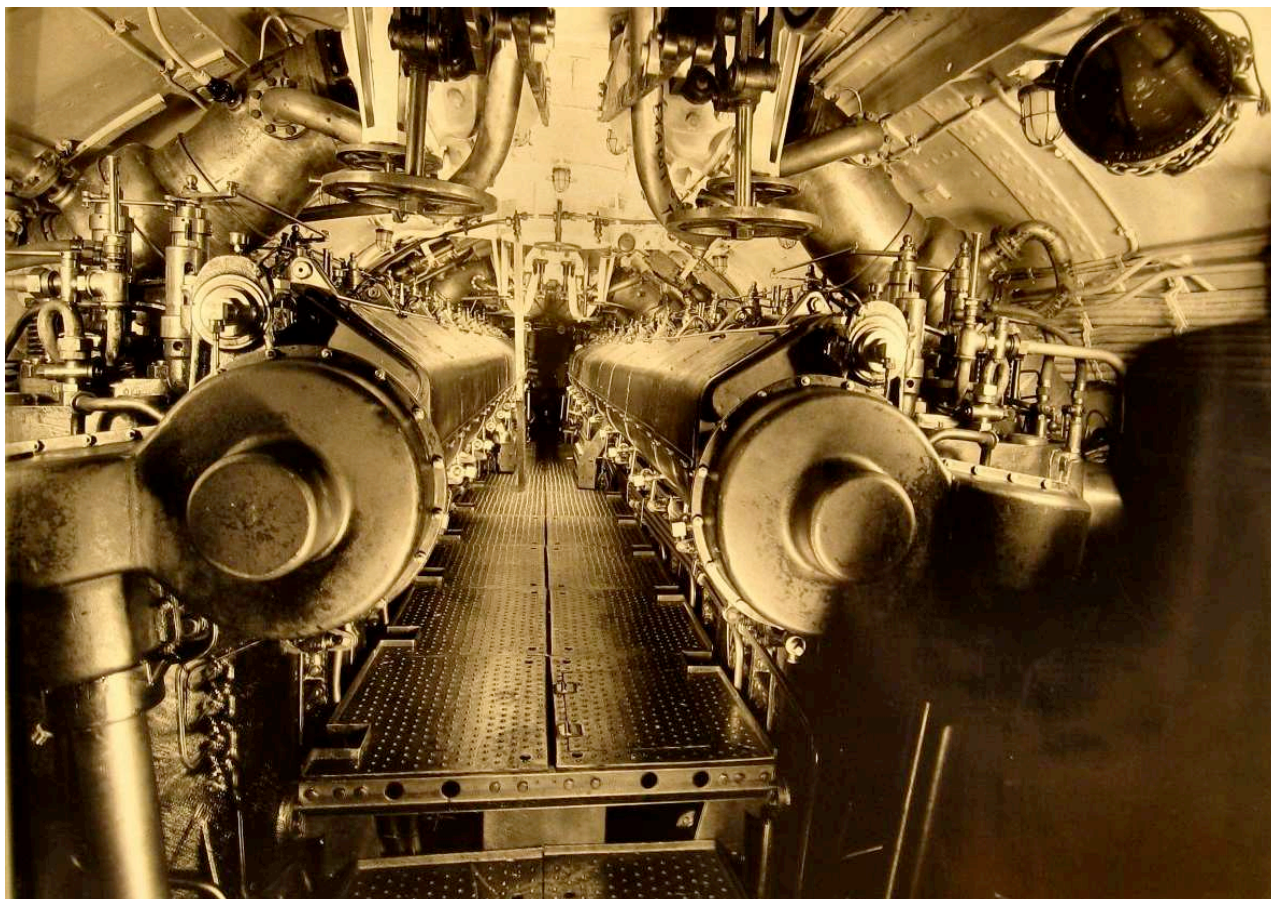


Fig. 230 – Il locale MMTTPP del T3 dopo l'installazione dei motori BuEng copie dei MAN– nonostante la diversa prospettiva della foto, è notevole la differenza nella sistemazione del locale riguardo a quella originale ed a quella delle precedenti costruzioni come evidenzia la precedente foto di un battello della classe S .

Era comunque necessario assicurare, pur nella provvisorietà, una continuità alla componente subacquea della US Navy e nell'ambito parallelo programma relativo ai sommergibili classi S e V gli originali motori NELSECO vennero progressivamente sostituiti con motori BuEng-M.A.N. della potenza nominale di 1000 HP a 425 giri/min., che si rivelarono semplici copie – seppur più pesanti - dei motori M.A.N. sei cilindri 6V 45/42 1200 HP a 450 giri/min.

Anche questo un riferimento, un possibile segnale in un momento in cui esisteva una diffusione di informazioni, uno spunto per la Regia Marina che comunque utilizzava motori NELSECO sui sommergibili classe H, ed una opportunità (mancata) per l'industria italiana.

Dopo una lunga serie di modifiche ed adattamenti, solamente nel 1930, il Bureau of Engineering, si dichiarò soddisfatto dei propri motori, alla potenza progettata, macchine però paragonabili a quelle che i tedeschi avevano messo in servizio ben tredici anni prima.

A quella data gli Stati Uniti disponevano comunque di un diesel per sommergibili affidabile, anche se non della potenza richiesta per le nuove classi di sommergibili: in pratica si aveva un motore di nuova costruzione però obsoleto e pesante, che richiedeva una quantità sproporzionata di spazio a bordo dei sommergibili.

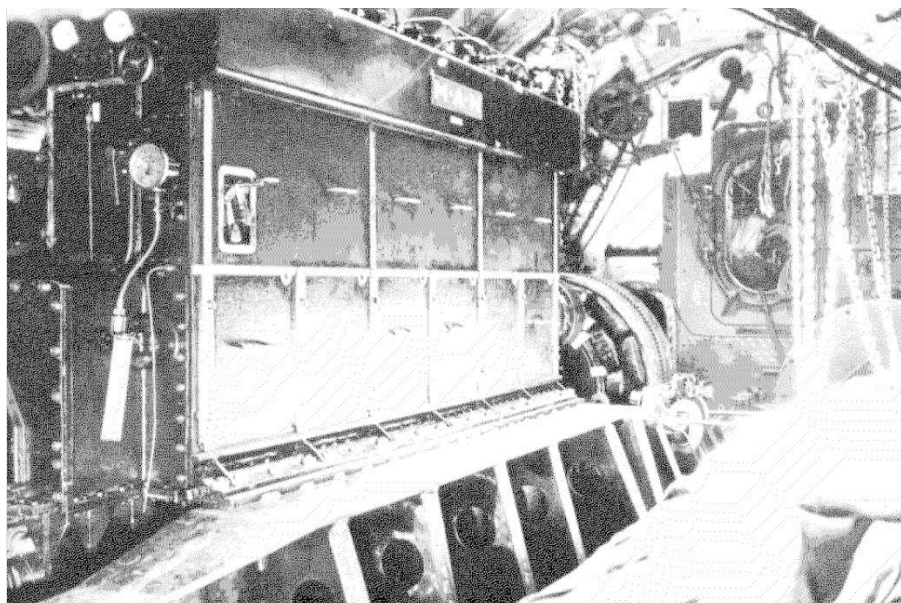


Fig. 231-il montaggio a bordo del sommergibile S20 di un motore BuEng – MAN nel 1932 presso l'arsenale di Mare Inland, California - "Building American Submarines 1914-1940" G.E. Weir e D.C. Allard

BHP Rating		Cylinders	Bore × Stroke (in)	RPM	
German	BuEng			German	BuEng
3,000	2,350	10	20 $\frac{1}{8}$ × 20 $\frac{7}{8}$	380-390	345
1,750	1,400	6	20 $\frac{1}{8}$ × 20 $\frac{7}{8}$	380-390	345
1,200	1,000	6	17 $\frac{1}{4}$ × 16 $\frac{1}{8}$	450	425
550	550	6	13 $\frac{1}{4}$ × 13 $\frac{1}{4}$	450	—
450	450	6	13 $\frac{1}{4}$ × 13 $\frac{1}{4}$	—	425

Tab. 9: il percorso ed i risultati del Bureau of Engineering nella sua corsa alla replica dei motori M.A.N. Risultati negativi per le grandi potenze, appena sufficienti per le macchine a 6 cilindri.
(L. Cummins, Diesels for the First Stealth Weapon-Submarine Power 1902-1945)

Nel 1931, ci si rese conto che la US Navy aveva bisogno di motori diesel più leggeri ed allo stesso tempo più potenti, ed ancora una volta il Bureau of Engineering della US Navy si confrontò nel progetto di un motore basato sul più leggero M.A.N. M9V 40/46, il motore tedesco che ha predominato dalla prima alla seconda guerra mondiale, da destinare ai grandi sommergibili della classe V.

Ancora una volta la US Navy dovette confrontarsi con una realizzazione che non rispondeva alle aspettative, non soddisfaceva le necessità, ed inoltre il nuovo motore da 1535 HP a 450 giri/min. presentava gravi problemi di vibrazioni.

Questo percorso produttivo, parallelo alle analisi statunitensi relative ai sommergibili classe S, le cui caratteristiche hanno similitudini con costruzioni italiane molto successive, avrebbero dovuto essere un riscontro se non un monito per le scelte italiane.

Né i motori che rappresentavano l'evoluzione in continuità dei primi motori diesel operativi né, nel suo complesso, la classe S, erano adatti a prolungate operazioni oceaniche, e meno nel Pacifico, per i battelli anche a causa delle condizioni di abilità, a cominciare dall'aria condizionata o almeno un robusto sistema di ventilazione.

Le dimensioni della classe S riducevano la capacità di imbarco di combustibile in serbatoi interni allo scafo a pressione, dovendo ricorrere al riempimento dei serbatoi di zavorra con il carburante, ma questo in operazioni generava la formazione di chiazze di petrolio una volta nella zona di immersione o emersione.

L'uso alterno delle casse zavorra fu anche uno dei problemi dei sommergibili italiani

Le chiazze di petrolio rendevano i sommergibili più sensibili al rilevamento visivo da parte delle navi e degli aeromobili.

I diesel non erano abbastanza potenti o affidabili per consentire ai sommergibili di tenere il passo con la velocità di transito dei convogli e delle squadre navali, pur essendo all'epoca stimata in solo dodici nodi.

Tab. 10 - Le criticità della propulsione diesel dei sommergibili della US Navy ed il ruolo della USN come polo di sviluppo tecnologico e industriale dell' industria nazionale

1906	Il sommergibile U-1 entra in servizio nella Marina Imperiale tedesca
1909	La US Navy decide di adottare la propulsione diesel ed affida alla Electric Boat la costruzione di quattro unità classe F (SS20 – SS23) e di due unità classe E (SS24 e 25) che dovranno imbarcare motori prodotti dal Fore River Shipyard su licenza MAN. In effetti la responsabilità della fornitura verrà assunta dalla NELSECO in via di costituzione
1911	La NELSECO, New London Ship & Engine Co. Diviene una sussidiaria della Electric Boat Company, specializzata nel settore motoristico. Questo stretto collegamento con E.B.co. obbliga l'altro costruttore statunitense di motori, la Busch Company, a stringere un accordo con il proprio corrispondente/licenziante, la Sulzer svizzera, costituendo la BUSCH SULZER Diesel Engine Company
1913	La BUSCH SULZER fornisce il primo propulsore diesel alla US Navy
1916	In previsione della guerra la US Navy, attraverso il BuCR, Bureau of Construction & Repair che si avvale dell'assistenza sia dell'Electric Boat Co sia della Lake Torpedo Boat co (ormai in difficoltà finanziarie) avvia la costruzione dei battelli della classe S, da 800 T, la cui caratteristica fondamentale dovrebbe essere l'elevata velocità in superficie, 15 nodi. Si preparano i piani di guerra e si prevede la costruzione di 30 nuove unità
1917	Con l'entrata in guerra del 6 aprile il Governo americano approva una serie di misure, che da una parte consente alla US Navy di programmare un totale di 38 nuovi battelli ma fissa anche regole per le nuove costruzioni di sommergibili e la standardizzazione degli stessi e dei loro componenti, nonché la centralizzazione degli acquisti
1918	La US Navy riesce ad esaminare e provare per un certo tempo 4 sommergibili tedeschi catturati dalla Royal Navy, e su questa base avvia una riflessione per una revisione dei programmi in corso
1919	La US Navy prende in carico ed incorpora sei battelli tedeschi di preda bellica, di differenti tipi e classi, al fine di una estesa valutazione e dell'acquisizione delle tecnologie che hanno reso questi battelli superiori ai corrispondenti alleati, soprattutto riguardo alla propulsione
1919-1921	Si acuisce la vertenza, tecnica e legale, tra la US Navy e NELSECO in merito a difetti e prestazioni dei motori diesel di propulsione, coinvolgendo la Controllante E.B. Co
1920	Comincia la produzione di motori diesel prodotti dal New York Navy Yard e si valuta nuovamente l'alternativa della Lake come possibile fornitore
1922	I primi motori diesel, copie dei MAN preda bellica, vengono forniti dal NY NY come alternativa alla produzione NELSECO per l'imbarco su alcune unità della classe S.
1924	A fronte della persistenza di problemi strutturali e delle incontrollabili sollecitazioni torsionali a cui rimangono soggetti gli ultimi propulsori, anche per problemi di sistemazioni a bordo e lunghezza delle linee d'assi, viene sperimentata la propulsione diesel elettrica sul nuovo sommergibile V – 1 da 2000T.

1930-1931	E' il punto di svolta nell' evoluzione della propulsione diesel nella US Navy: preso atto delle deficienze dell' industria nazionale, e forse dello scarso interesse nella soluzione dei problemi in funzione di una decisa evoluzione, rompendo ogni ritrosia sull' interpretazione delle clausole del trattato di Versailles tratta direttamente con la MAN per la produzione non solo su licenza ma con assistenza tecnica a favore del New York Navy Yard come costruttore dei motori; è interessante la formula contrattuale che punta a fornire garanzie sulle prestazioni. Definite due serie di motori, MAN WV 28/38 da 1500 HP e MV 40/46 da 2000HP, il pagamento delle royalties è legato alle reali prestazioni dei motori, mentre nella fondata ipotesi che la MAN possa mettere punto motori di potenza e prestazioni superiori, viene assicurata da una parte l'opzione di acquisto e dall'altra un premio legato alla crescita delle prestazioni. Il contratto tra US Navy e MAN entra in vigore a febbraio 1931.
1931	Dopo ben 12 anni dalla fine della Grande Guerra, la US Navy può contare su battelli con una propulsione affidabile ed un modello costruttivo basato sugli standard dell'U – 135 di preda bellica, una sicurezza ma non certo un successo esaltante da esibire; tale sicurezza permette però alla US Navy di riaprire le porte alla collaborazione con l'industria privata per coinvolgerla nell'evoluzione, cominciando nuovamente dalla E.B.Co
1932	La US Navy, con l'apertura all'industria privata, intende riattivare la concorrenza nel settore delle costruzioni subacquee, superando per primi i problemi e le deficienze di propulsione. Viene anche concesso alla Electric Boat di acquisire una licenza per la costruzione di una coppia di motori MAN (9) V 40/46
1934-1940	Con la pratica denuncia delle limitazioni del 1930 del trattato di Londra, la US Navy propizia l'incremento delle capacità costruttive dei cantieri navali ed allo stesso tempo inizia un'attiva opera di coinvolgimento e nuovo interesse dell'industria motoristica nazionale, che diverrà massima quando, con la generalizzazione della propulsione diesel elettrica, risulterà evidente l'affinità e la complementarità con i costruttori delle macchine per trazione ferroviaria.
1938	L'industria privata, dopo le difficili fasi di "traino" da parte della US Navy è pienamente coinvolta nella produzione di nuovi propulsori, sulla base dell'adattamento ed evoluzione di soluzioni già consolidate per la trazione ferroviaria
1940	Seguendo una logica economia di scala, come d'altra parte avviene in Italia, le soluzioni propulsive diesel elettriche sviluppate per i sommergibili vengono applicate alle unità scorta, i DE delle classi Edsall e Bostwich, e da allora troveranno molteplici applicazioni, come per esempio nel caso delle unità rompighiaccio della Coast Guard.

Tab.10 -Molti punti in comune con le difficoltà italiane (e non si tocca l' altro aspetto spinoso della costruzione degli scafi, compresa saldatura o meno) e se per opportuna comparazione a questa tabella dovessimo aggiungere una colonna relativa all' evoluzione italiana avremmo certo difficoltà a scrivere qualcosa dopo gli anni 20 dello scorso secolo, a cominciare dalla mancanza di interesse dimostrato dall' industria italiana persino per la semplice ispezione delle numerose prede belliche tedesche trasferite in Italia (vedere relativa tabella, Fig.12, pag. 30)

Se la minaccia da considerarsi prioritariamente era il Giappone, la US Navy, anche in base alle considerazioni già esposte in merito alle conseguenze dei trattati, aveva bisogno di sommergibili con elevata velocità in superficie, grande autonomia, ed elevato raggio di azione.

I sommergibili dovevano avere le capacità di operare con la flotta ma anche di operare isolati ed a grande distanza dalle proprie basi, in acque nemiche.

Per soddisfare i requisiti di velocità e raggio di azione, i sommergibili dovevano essere di grande dislocamento e dotati di motori diesel di elevata potenza, bassi consumi e soprattutto affidabili.

Per quanto riguarda la propulsione, di fronte alle difficoltà e incapacità emerse con la progettazione e costruzione di motori da parte del Bureau of Engineering nell'arco di ben 13 anni, da un lato la US Navy cerco in tutti di modi, seppur con scarsi risultati di coinvolgere l'industria statunitense mentre dall'altro il Governo americano cercò di negoziare l'acquisto di progetti e macchine in Germania, ed analizzando ed interpretando le clausole del trattato di Versailles.

Nelle more di questa trattativa, nella quale gli USA non volevano creare un precedente a favore del

Giappone (che aveva le stesse difficoltà e stava negoziando allo stesso modo) fu studiata la formula di acquisto attraverso una delle "società ombra" tedesche, la Rauschenbach svizzera, la US Navy nel 1932 indisse una gara la fornitura di motori diesel compatti ad elevato numero di giri per impiego terrestre e navale.

Gli obiettivi della gara erano due:

- sviluppare un diesel ad alta velocità per propulsione diesel elettrico,
- disporre di una propulsione in grado di assicurare velocità in superficie dei sommergibili sino a ventuno nodi, con il già citato criterio vincolante del peso max contenuto sotto 12,5 Kg/hp.

La US Navy puntava a coinvolgere i fornitori dei diesel per trazione ferroviaria, che ormai era l'espressione della tecnologia di punta del settore motoristico, creando così un mercato più ampio e competitivo in funzione dell'evoluzione non solo di prodotti di migliori prestazioni ma di un'economia di scala che permettesse investimenti in quei settori metallurgici che erano risultati insormontabili nei tentativi isolati della stessa Marina.

In parallelo alla gara dei motori, già nel 1933 vennero definiti i requisiti per una nuova classe di sommergibili, a conclusione di un ampio dibattito tra i componenti della forza sottomarina, dando origine al progetto della classe PORPOISE



Fig.232 - USS PORPOISE, SS 172 – Entrato in servizio nel 1935, qui ripreso nel 1936

*Questo sommergibile segnò una svolta non solo per l'apparato motore ma anche per la costruzione, con scafo saldato
(NavSource: Submarine Photo Archive)*

Con una decisione azzardata (per la mancanza di precedenti) più ancora che innovativa il PORPOISE adottava la propulsione diesel elettrica, per una velocità di superficie di diciotto nodi, una autonomia di settantacinque giorni e un raggio di azione di 11.000 miglia

Questi requisiti, meno la velocità che ancora costituiva una incognita, costituirono la base per tutti i futuri sommergibili statunitensi (*fleet submarines*) che dovevano rispondere a criteri di polivalenza, e dovevano essere in grado di operare con la flotta o isolatamente.

L'obiettivo di poter mantenere velocità oltre venti nodi imponeva le caratteristiche di propulsione, ed ovviamente dei motori diesel.

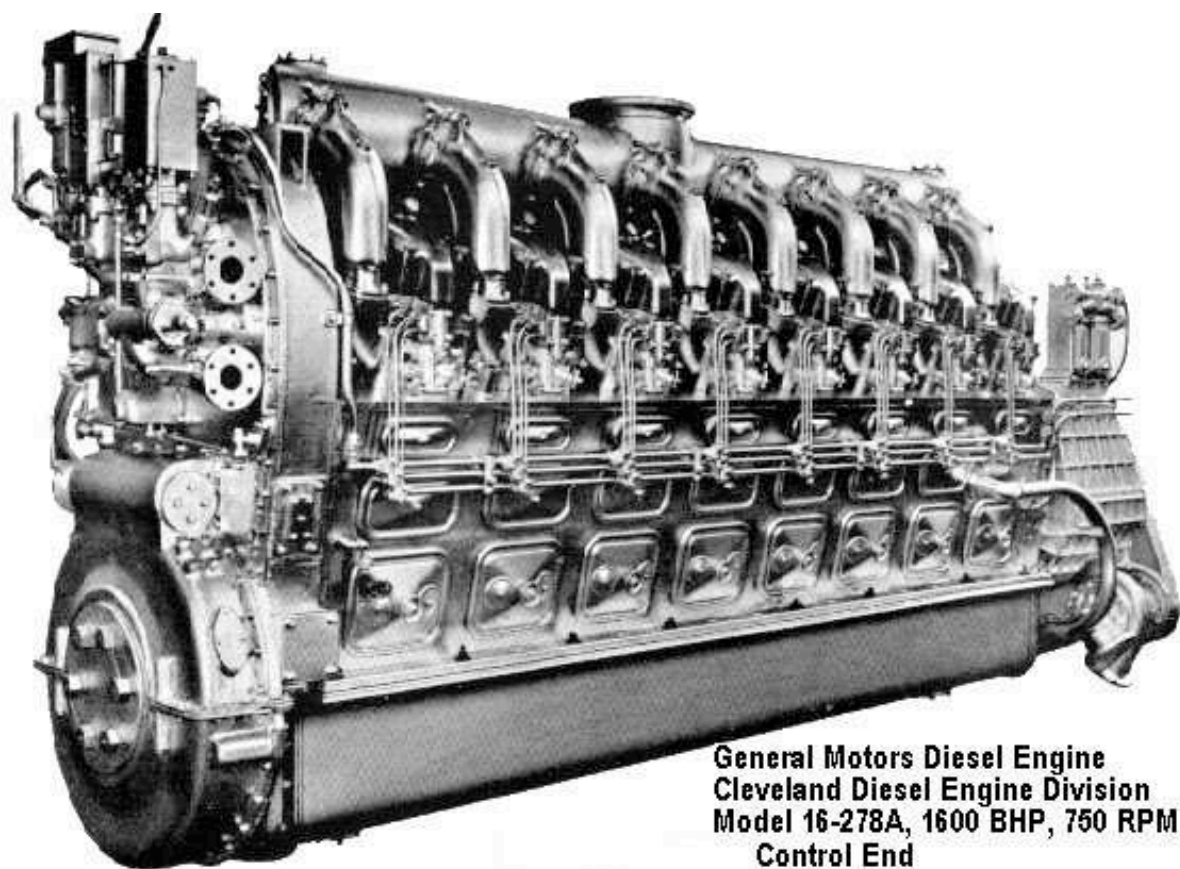
I motori diesel dovevano essere affidabili, perché qualsiasi avaria in operazione, soprattutto se isolata, rappresentava la differenza tra il disimpegno o la distruzione da parte del nemico.

L'impossibilità dei sommergibili di dotarsi di una scorta di pezzi di ricambio e lo spazio troppo ridotto per intervenire sui motori limitava le riparazioni che potevano essere fatte con i mezzi di bordo ed in mare.

La risposta dell'industria fu positiva, anche se soddisfacente dopo un certo numero di correttivi, ma finalmente emerse un propulsore potente e affidabile di cui aveva bisogno la Marina per trasformare il sommergibile in una formidabile arma offensiva.

La US Navy aveva imboccato decisamente la strada di motori **diesel di dimensioni ridotte** funzionanti a regimi elevati ma stabili, la strada della propulsione diesel elettrica, una strada che liberava il mezzo dai condizionamenti di motori di potenza insufficiente, di peso e dimensioni elevati, di affidabilità incerta, che influenzavano e limitavano altre componenti.

Iniziò una fase di transizione che si protrasse sino al 1938 quando entrarono in servizio i motori General Motors-Winton (G.M.-W) e Fairbanks Morse (F-M).



*Fig. 233 - motore diesel G.M. 16-278A, lato pulpito di comando
(Source: Submarine Main Propulsion Diesels. NA VPERS 16161).*

La prima risposta alle richieste della US Navy pervenne dalla General Motors di Winton, nota come G.M.-W, una divisione di General Motors specializzata in locomotive e vagoni ferroviari, la stessa che contribuì a trasformare il sistema ferroviario, stabilendo anche nel 1934 diversi record di velocità.

Il lavoro di sviluppo di questi diesel è stato ampiamente ripagato dall'applicazione navale per sommergibili, e questo deve far riflettere sull'inevitabile parallelismo e possibilità dell'industria italiana applicato ai diesel veloci che, come citato in precedenza, anche se di potenza inferiore ma con possibilità di sviluppo, erano già idonei ed impiegati a bordo e rientravano nelle capacità e linea produttiva dell'industria italiana.

Il motore inizialmente proposto e prescelto, G.M.-W 16-201A, sviluppava 1300 HP a 750 giri/min. aveva struttura saldata e incorporava già innovazioni quali iniezione diretta sovralimentazione con pompa volumetrica rotativa accoppiata.

Questo motore, concepito per altri usi e regimi, presentò anche seri problemi iniziali, soprattutto tenendo conto dei requisiti navali per operare continuamente alla massima potenza nelle severe condizioni dei sommergibili. G.M.-W seppe intervenire, adattando continuamente modelli, sul dimensionamento delle parti per giungere a due modelli, 16-248A e 16-278A che mantennero le stesse prestazioni assicurando erogazione della massima potenza in forma continuativa.

G.M., che estese la produzione anche ad altre sue fabbriche, fu il primo fornitore di motori diesel impiegati con successo sui sommergibili sino a tutta la seconda guerra mondiale.

Tra il 1938 e il 1944, cinquantadue sommergibili ricevettero il 16-248A e settantaquattro entrarono in servizio con il 16-278°, spesso installato come retrofitting, come nel caso di sostituzione dei motori HOR

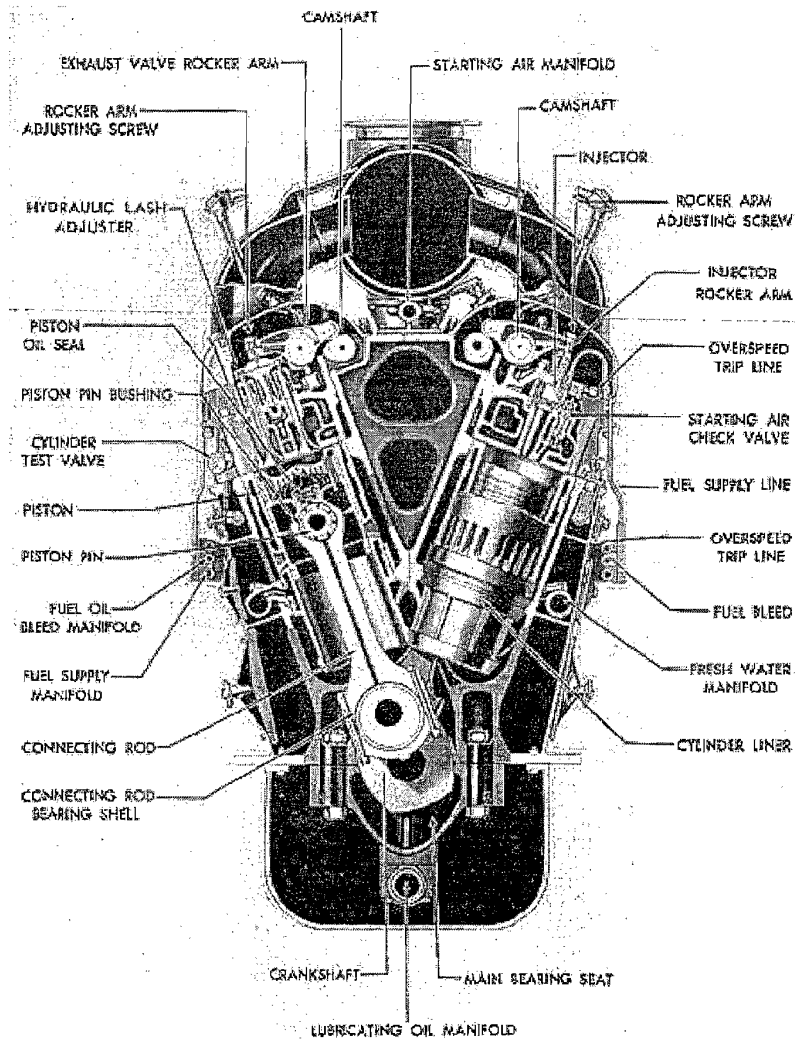


Fig. 234 - Sezione trasversale del motore diesel G.M. 16-278A
(Source: Submarine Main Propulsion Diesels. NA VPERS 16161).

Il successo della G.M.-W e le difficoltà in cui si dibatteva per le proprie scarse forniture per la trazione ferroviaria, spinsero la Fairbanks Morse (F-M), a presentare proprie soluzioni nel secondo anno della selezione indetta dalla US Navy per diesel leggeri ad alta velocità; la proposta fu accettata e F-M nel 1934 risultò aggiudicataria di un primo contratto, assegnato anche per alleviare la preoccupazione della Marina per il monopolio che si sarebbe generato con un unico fornitore di propulsori per sommergibili, allora G.M.-W.

L'iniziale versione 38A8 a otto cilindri riuscì a sviluppare 1300 HP a 720 giri/min., ma presentò fessurazioni sulle camicie dei cilindri.

Dopo aver ridisegnato il blocco ed adottando metodi avanzati di controllo di qualità dei componenti, in grado di scoprire previamente difetti metallurgici, vennero approntate versioni a nove e dieci cilindri per i sommergibili.

Entrambe le versioni erogavano 1600 HP a 720 giri/min.

Lo schema F-M differiva significativamente dai modelli G.M.-W e presentava diversi vantaggi.

Il motore della F-M era una macchina a pistoni contrapposti sviluppato su licenza della società tedesca Junkers fornitrice dei motori Jumo adottati sugli idrovolanti a lungo raggio degli anni 1930.

Va notato che si trattava di una tecnologia accessibile per l'industria italiana, molto prima di qualsiasi ipotesi di alleanza con la Germania: un'ipotesi di sviluppo di motore diesel che avrebbe potuto seguire un proprio percorso anche in Italia, non solo per l'applicazione sui sommergibili.

Non solo incidentalmente si tratta dello stesso principio e della tipologia di motore adottato anche in Italia per i compressori d'aria ad alta pressione per i siluri.

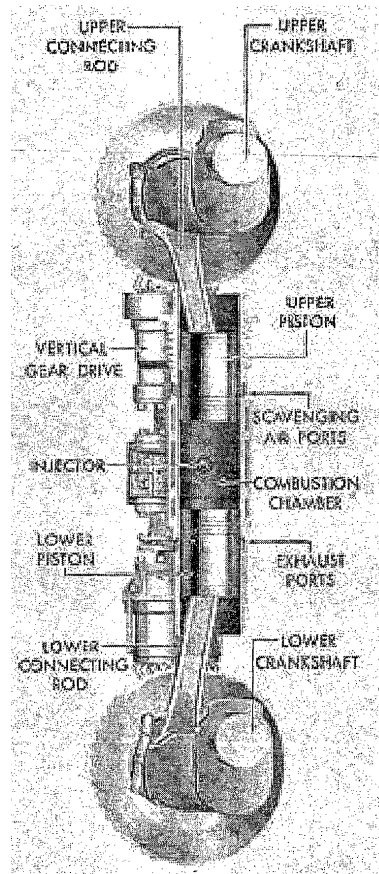


Fig. 235 - Sezione e schema di funzionamento di motore a pistoni contrapposti
(Source: Submarine Main Propulsion Diesels. NA VPERS 16161).

L'adozione dei pistoni opposti permetteva la costruzione a parità di potenza (o maggiore a parità di ingombro) di motori molto compatti e più leggeri dei modelli convenzionali.

La soluzione oltre a comportare una maggiore efficienza termica, per la sua conformazione evitava avarie tipiche, come consumi o rotture di guarnizioni o fessurazioni delle testate.

I motori potevano essere portati alla massima potenza più rapidamente e raffreddati più velocemente rispetto ai motori diesel tradizionali.

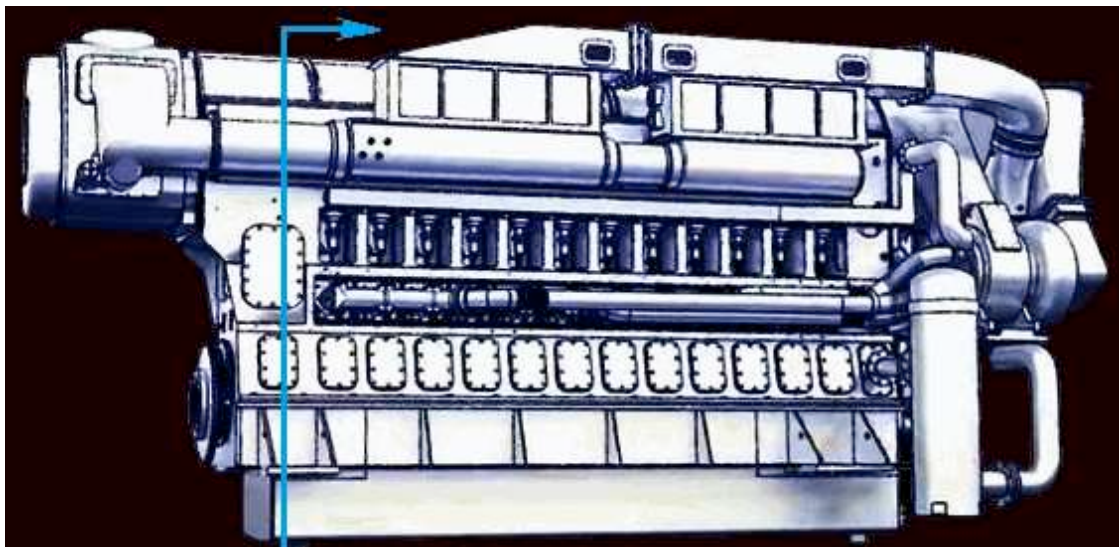


Fig.236- Assonometria lat. del motore diesel Fairbanks Morse a pistoni contrapposti F-M 38D 8 1/8"
Con indicazione della successiva sezione trasversale
(Submarine Main Propulsion Diesels. NAVPERS 16161).

Dal punto di vista della manutenzione, i motori F-M avevano un TBO (*Time Between Overhaul*) molto superiore, circa 4.000 ore rispetto alle 2.500 ore per i motori G.M.-W, anche se la manutenzione richiedeva

più tempo ed era più difficile a causa del secondo albero motore.

Considerato però che la revisione o la grande manutenzione sui sommergibili non poteva essere effettuata con i mezzi di bordo, il fattore TBO era premiante sui costi diretti (ed il fermo delle unità).

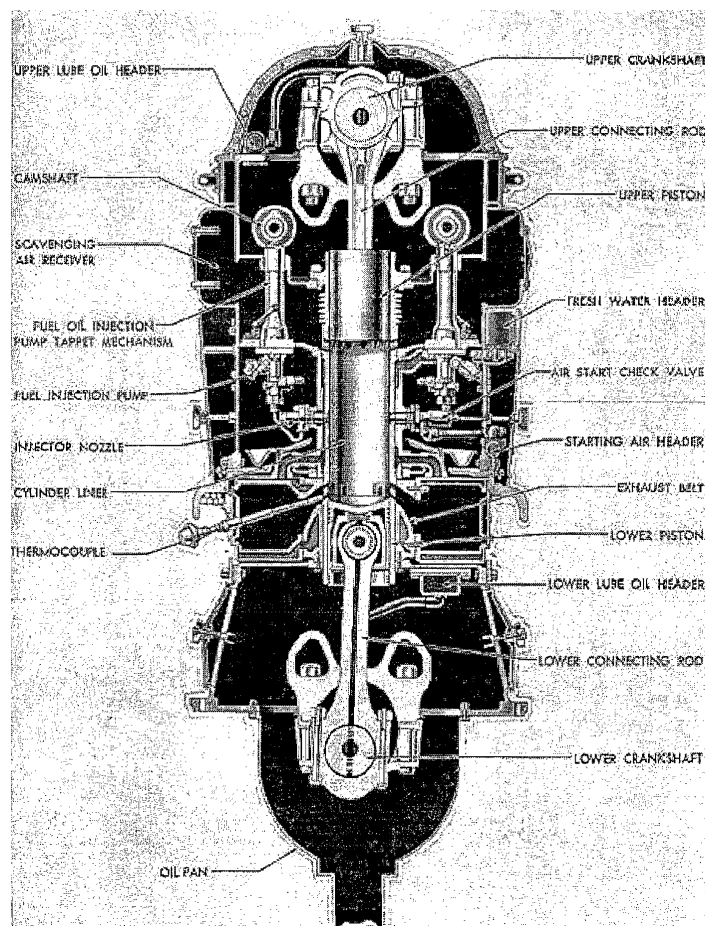


Fig. 237 - Sezione trasversale del motore diesel Fairbanks Morse a pistoni contrapposti F-M 38D 8 1/8" (Submarine Main Propulsion Diesels. NAVPERS 16161).

I costi e l'organizzazione di manutenzione avevano limitato alla F-M il mercato delle locomotive ferroviarie, mentre per quanto sopra non sono stati un ostacolo – grazie anche per l'intervallo tra le revisioni – per l'adozione sui sommergibili.

Sono stati imbarcati in più esemplari su 480 sommergibili, ed il loro impiego si è protratto sino all'attualità come gruppi ausiliari o generatori di emergenza.

Sempre nell'ottica di diversificare al massimo le fonti di approvvigionamento ed evitare qualsiasi problema che si sarebbe potuto generare con pochi fornitori di propulsori per sommergibili, la US Navy decise di coinvolgere un terzo produttore di motori.

Hooven, Owen & Rentschler (HOR), che forniva già motori per unità di superficie, e godeva di vaste referenze nei componenti fusi, importanti perché la metallurgia era un punto debole per molti costruttori di motori, ricevette nel 1934 un contratto per la fornitura di motori per venti sommergibili.

Va ricordato che dopo che NELSCO aveva fallito nei precedenti tentativi di collaborazione, HOR deteneva la licenza da M.A.N. per lo sviluppo di una versione del motore M8Z 23/34, a doppio effetto.

Il motore HOR, scelto per la sua costruzione compatta e l'elevata potenza erogata, doveva integrare G.M.-W e F-M per garantire anche in caso di emergenza o di costruzioni belliche un'adeguata disponibilità di motori per sommergibili.

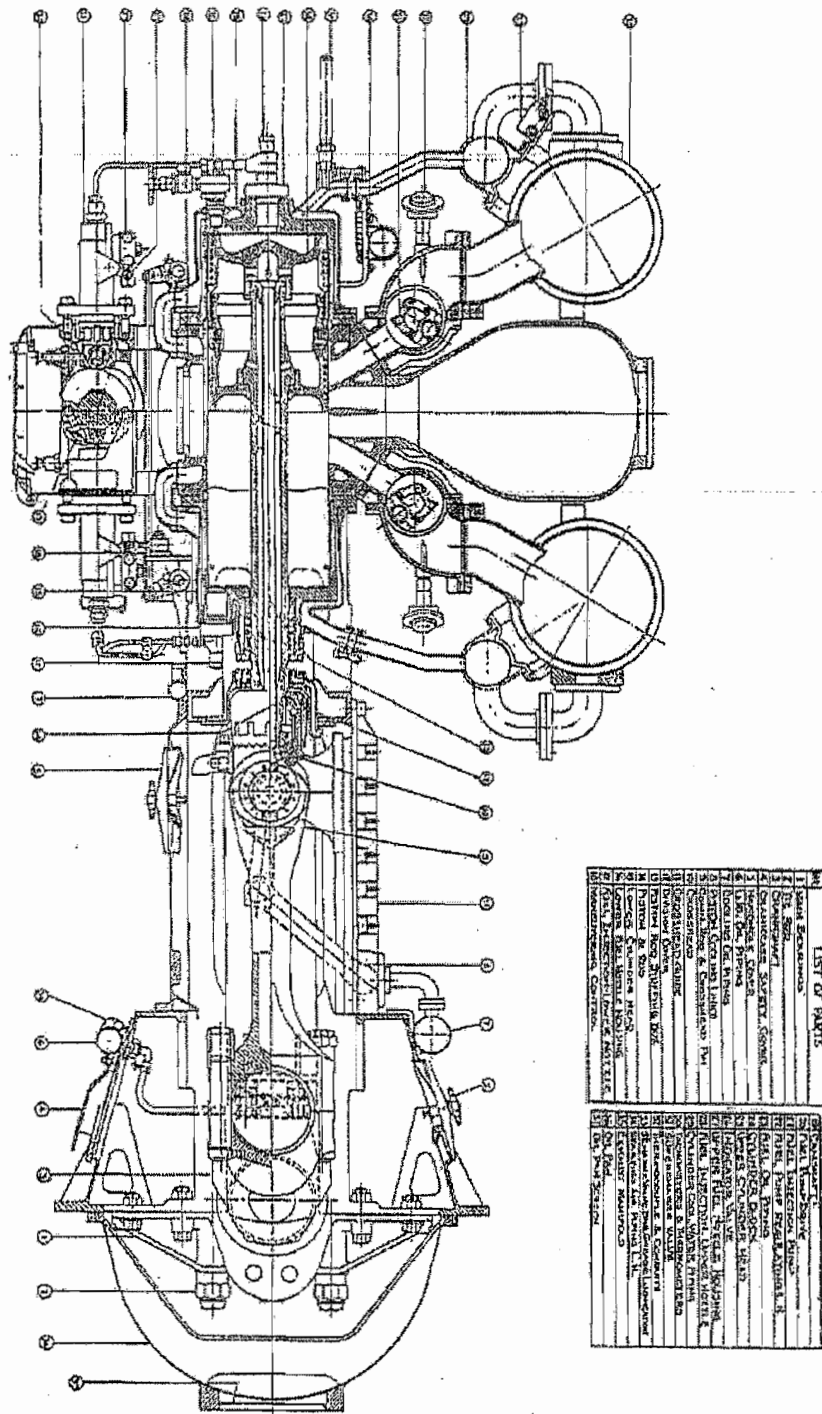


Fig. 238 - Sezione trasversale del motore diesel a doppio effetto HOR 99DA

(L. Cummins, Lyle. Diesels for the First Stealth Weapon-Submarine Power 1902-1945.

Sulla carta i motori HOR 89DA, 1300HP a 700 giri/min. e HOR 99DA, 1535HP a 700 giri/min. potevano confrontarsi più che favorevolmente con i motori F-M e G.M.-W, risultando più leggeri del 12% rispetto ai motori G.M.-W, ovviamente a potenza erogata molto superiore.

Nonostante le referenze ed i successi di impiego sulle unità di superficie, tra cui 600 motori adottati per i cacciatorpediniere, i motori HOR imbarcati risultarono soggetti a continue avarie e considerati di eccessiva complicazione e manutenzione a bordo, e vennero considerati non idonei per l' impiego sui sommergibili, tra l' altro risultando molto più rumorosi degli altri due tipi di motori diesel e necessitando il 40% in più di aria comburente rispetto ai motori F-M e G.M.-W.

I motori HOR sono stati considerati un insuccesso, quello finale nella lunga battaglia della US Navy per trovare un motore diesel "a misura", ma forse si tratta di un giudizio affrettato: con più tempo di sviluppo a disposizione, l'HOR avrebbe potuto diventare un motore affidabile, soprattutto scostandosi – come si fece in Italia – da certe soluzioni costruttive della M.A.N, ma l'inizio della guerra e le scarse prestazioni causarono la loro sostituzione in tutti i sommergibili originariamente equipaggiati con motori HOR.

Nonostante le considerazioni negative di cui sopra, in un quadro in cui peraltro esistevano per il committente alternative più moderne ed efficienti già in servizio, una riflessione va fatta nel solito parallelo con l' Italia: il diesel a doppio effetto leggero, provato sull' Eritrea, in Italia aveva dato meno inconvenienti di quelli segnalati nella US Navy, e d' altra parte la soluzione italiana non era su licenza ed era migliorativa della precedente MAN; per la Regia Marina sarebbe stata una soluzione da esplorare, pronta sia sotto l' aspetto motoristico sia di sistema diesel elettrico, e non si comprende perché con l' esperienza acquisita sull' Eritrea non sia stata applicata, almeno su un battello oceanico.

Probabilmente anche se non la soluzione di massimo risultato, sarebbe stata un miglioramento delle soluzioni ormai superate adottare in continuità, probabilmente con migliori prestazioni dei battelli.

Motori endotermici di media potenza dei sommergibili impiegati dalla US Navy 1900 -1944

Note complementari alla tabella **10**

Costruttori motori a ciclo Otto (benzina):

- Otto Gas Engine Works, Philadelphia, PA.
- Craig Shipbuilding Co., Long Beach, CA.
- White & Middleton Co., Springfield, Ohio.
- Lake T.B. Co
- Fiat - San Giorgio, Italia.

Costruttori motori diesel:

- New London Ship & Engine Company, Groton, CT., NELSECO.
- Busch Sulzer Brothers Diesel Engine Company, St. Louis, MO.
- Lake T.B. Co, Bridgeport
- M.A.N., fabbricaz. New York Navy Yard in Brooklyn, NY,
- M.A.N., fabbricaz. Electric Boat Company of Groton, CT.
- M.A.N., (prede) Maschinfabrik - Augsburg - Nurnburg, (Germany).
- OHR, Hooven, Owens, Rentschler Co., Hamilton, OH.
- G.M. Winton Engine Company, Cleveland,
- G.M. Cleveland Diesel Division, precedentemente OHR
- Fairbanks Morse and Co., Beloit, WI.
- ALCO - American Locomotive Co., Auburn, NY., ALCO

Motori endotermici di media potenza dei sommergibili impiegati dalla US Navy - 1900 -1944

Tab. 11 - Elencate solo le unità significative o capoclasse

Unità	Sigla/pennant N	n. propulsori/pot.	Costruttore	Tipo prop.
HOLLAND,	SS 1	1 x 50 HP	tedesco	OTTO
PLUNGER, A-1,	SS 2	1 x 180 HP	? vedi nota	OTTO
VIPER, B-1,	SS 10	1 x 250 HP	CRAIG,	OTTO
OCTOPUS, C-1,	SS 9	2 x 240 HP	? vedi nota	OTTO
NARWHAL, D-1,	SS 17	2 x 300 HP	? vedi nota	OTTO
SKIPJACK, E-1,	SS 24	2 x 350 HP	NELSECO	DIESEL
CARP, F-1,	SS 20	2 x 390 HP	NELSECO	DIESEL
SEAL, G-1,	SS 19	4 x 300 HP	? vedi nota	OTTO
TUNA, G-2,	SS 27	4 x 300 HP	? vedi nota	OTTO
TURBOT, G-3	SS 31	2 x 600 HP	BUSCH SULZER,	DIESEL
THRASHER, G-4,	SS 26	4 x 400 HP	? vedi nota	OTTO
SEA WOLF, H-1,	SS 28	2 x 475 HP	NELSECO	DIESEL
EX-HADDOCK, K-1,	SS 32	2 x 475 HP	NELSECO	DIESEL
L-1,	SS 40	2 x 450 HP	NELSECO	DIESEL
L-5,	SS 44,	2 x 600 HP	BUSCH SULZER	DIESEL
M-1,	SS 47	2 x 420 HP	NELSECO	DIESEL
N-1,	SS 53	2 x 240 HP	NELSECO	DIESEL
N-4,	SS 56	2 x 300 HP	BUSCH SULZER	DIESEL
O-1,	SS 62	2 x 440 HP	NELSECO	DIESEL
O-11,	SS 72,	2 x 500 HP	BUSCH SULZER	DIESEL
R-1,	SS 78	2 x 440 HP	NELSECO	DIESEL
R-21,	SS 98	2 x 500 HP	BUSCH SULZER	DIESEL
S-1,	SS 105	2 x 600 HP	NELSECO	DIESEL
S-2,	SS 106	2 x 900 HP	BUSCH SULZER	DIESEL
S-3,	SS 107	2 x 700 HP	NELSECO	DIESEL
S-10,	SS 110	2 x 1,000 HP	NELSECO	DIESEL
S-18,	SS 123	2 x 600 HP	NELSECO	DIESEL
S-20 (refitting)	SS 125	2 x 600 HP	NELSECO	DIESEL
S-42,	SS 153	2 x 600 HP	NELSECO	DIESEL
S-48,	SS 159	2 x 900 HP	BUSCH SULZER	DIESEL
S-48 (refitting)	SS 159	2 x 1,000 HP,	?	DIESEL
SCHLEY, T-1,	SS 52	4 x 1,000 HP	NELSECO	DIESEL,
T2 e T-3	prede	vari ?	MAN	DIESEL,
BASS, V-2,	SS 164	2 x 2,250 HP,	BUSCH SULZER	DIESEL
		+ 2 x 1,000 HP,	MAN,	DIESEL/GEN
ARGONAUT, V-4,	SS 166	2 x 1,400 HP		
		+ 1 x 450 HP	MAN	DIESEL
NAUTILUS, V-6,	SS 168:	2 x 2,359 HP		
		+ 2 x 450 HP	MAN	DIESEL
DOLPHIN, V-7,	SS 169:	2 x 1,750 HP		
		+ 2 x 450 HP	MAN	DIESEL
CACHALOT, V-8,	SS 170	2 x 1,535 HP	MAN	DIESEL
PORPOISE,	SS 172	4 x 1,300 HP	G.M.- WINTON	DIESEL/ELECT
SHARK,	SS 174	4 x 1,300 HP	G.M.- WINTON	DIESEL/ELECT
PERCH,	SS 176	4 x 1,300 HP	G.M.- WINTON	DIESEL/ELECT
SALMON,	SS 182	4 x 1,535 HP	HOR	DIESEL/ELECT
SARGO,	SS 188	4 x 1,535 HP	HOR	DIESEL/ELECT
SEADRAGON,	SS 194	4 x 1,535 HP	HOR	DIESEL/ELECT
TUNA,	SS 203	4 x 1,350 HP	FAIRBANKS MORSE	DIESEL/ELECT
MACKERAL,	SS 204	2 x 850 HP	ALCO	DIESEL/ELECT
MARLIN,	SS 205	2 x 900 HP	ALCO	DIESEL/ELECT
GATO,	SS 212	4 x 1,350 HP	GENERAL MOTORS,	DIESEL/ELECT
BALAO,	SS 285	4 x 1,350 HP	GENERAL MOTORS,	DIESEL/ELECT
		Poi 4 x 1600 HP	GENERAL MOTORS,	DIESEL/ELECT

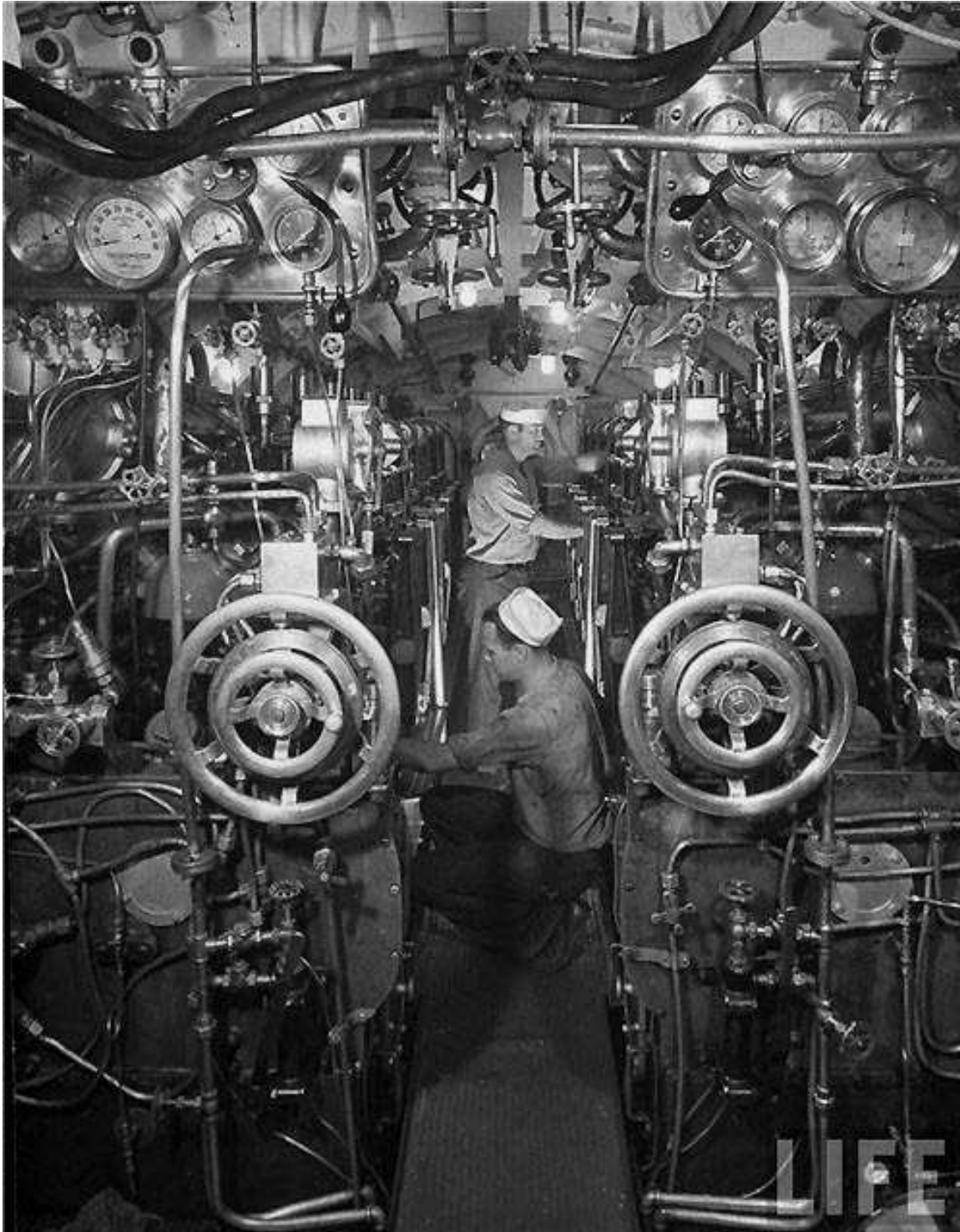


Fig. 239: il locale MMTTPP di un sommergibile della US Navy nei primi anni 40 in una foto divenuta famosa per il suo uso pubblicitario e di arruolamento (Margaret Bourke-White per LIFE)

Meno di 25 anni separano questa immagine con quella di altro smg della US Navy del 1918, Fig.174 Ma la differenza non sta nei motori e nella complessità dell'allestimento ma nell' integrazione di nuove ricerche, nuovi componenti, economia di scala su grandi numeri, standardizzazione nei diversi impieghi degli stessi componenti, evoluzione delle macchine esistenti verso sistemi integrati, completi ed affidabili.

VI – 3 Evoluzione della Royal Navy e soluzioni britanniche su cui riflettere

La propulsione diesel nel Regno Unito, e logicamente nella Royal Navy, non ha avuto, come del resto in Italia, la massima priorità, ciononostante come già anticipato dalla seconda metà degli anni 20 i costruttori inglesi erano in grado di fornire varie combinazioni di motori diesel, con macchine leggere e veloci, sia a 2 tempi sia a 4 tempi, sia con progetti nazionali sia con ampio ricorso a licenze straniere.

In tal modo l'industria inglese riuscì comunque a soddisfare sempre le specifiche e le quantità di fornitura richieste dalla Royal Navy per le nuove costruzioni di sommergibili,

In campo navale sussistevano riserve per questo tipo di propulsione per l'insoddisfacente rapporto peso/potenza delle motrici disponibili, considerate nel caso dei sommergibili le limitate dimensioni dei battelli e le potenze necessarie per raggiungere le elevate velocità in superficie a cui aspirava la Royal Navy (lontanissime, tra l'altro, da quelle che comunque accettava la Regia Marina).

Inizialmente le distanze tecnologiche e realizzative tra le produzioni inglesi ed italiane erano minime, ma al contrario dell'industria italiana quella britannica osò spingersi, sia per licenze sia autonomamente, verso esperienze innovative, tra cui molto presto la sovralimentazione (con il tipo Thames)

Non a caso la realizzazione della classe «Thames», con successiva dislocazione a Malta, era stata seguita da vicino dalla Regia Marina, che la menzionava anche nella relazione Zannoni che fa da motivo conduttore di quest'analisi.

la classe «Thames» di grande dislocamento (2165 tonn. in superficie) aveva elevata velocità in superficie, ben 22,6 nodi, persino superiore di oltre mezzo nodo a quella di progetto; per conseguire tale prestazione non solo si era posta la massima cura nello studio delle forme, affinando le forme poppiere in modo tale da non poter sistemare tubi di lancio poppiere, ma si era adottato un poderoso apparato motore della potenza di 10.000 HP, sovralimentati, con la conseguenza di un peso per HP relativamente basso.

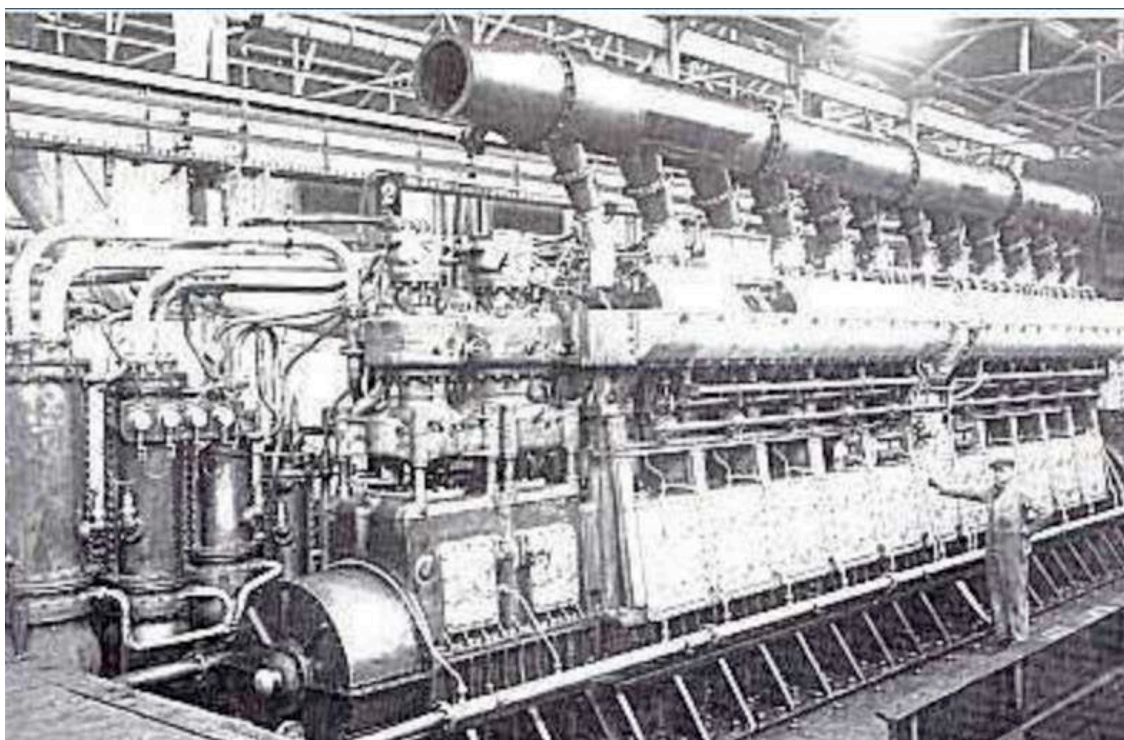


Fig.240 - Motore sovralimentato di dr del Thames in montaggio in officina

Anche gli aspetti rilevanti nel necessario confronto tra realizzazioni britanniche ed italiane sono importanti sotto altri aspetti, il caso della propulsione dei «Thames» è emblematico anche alla luce dell'atteggiamento e del comportamento dell'industria italiana e dei relativi «esperti» e lobbisti.

Senza dimenticare che stiamo parlando di un progetto e di una fornitura iniziata già nel 1932 (quando ancora in Italia si dibatteva l'impiego dell'iniezione diretta), come si riporta in appendice, è assurdo come alle segnalazioni se non procurazioni della Regia Marina rispondesse sprezzantemente il massimo «esperto»

dell' epoca, il Generale Bernardis, giudicando – nel 1939 avanzato – un progetto innovativo del 1932, come se l' industria britannica fosse rimasta statica e la Royal Navy non avesse tratto insegnamenti ed esperienza da tali unità; risulta ancor più assurdo constatare che ancora poco dopo, nei primi anni 40 proprio la FIAT cercasse – a 10 anni di distanza – di riprodurre una soluzione analoga di sovralimentazione.

Lo stesso Generale però ometteva di considerare che sempre i Britannici adottavano sulle più recenti classi, motori MAN sovralimentati dell' "alleato" di ferro, tedesco, senza neppure suggerire un' ipotesi.

Senza entrare nei dettagli di una copiosa produzione inglese basta ricordare brevemente i punti salienti di una classe di sommergibili, la classe T, che è stata uno dei protagonisti della guerra (e per lungo tempo del dopoguerra) i cui programmi di costruzione cominciarono nel 1934 e non erano certo ignoti alla Regia Marina, e che sotto almeno un aspetto avrebbe dovuto essere significativa non solo per la Regia Marina nei suoi rapporti con l' "alleato" tedesco ma per l' industria italiana, che nei confronti dell' industria tedesca non poteva certo trincerarsi dietro il comodo schermo delle "inique sanzioni"

Bisogna fare riferimento a trattati che solo in parte impegnavano l' Italia, o non venivano considerati tali dall' Italia: Il trattato Navale di Londra del 1930 limitava il dislocamento totale della flotta sottomarina inglese ad un totale di 52700 T, il massimo dislocamento unitario in superficie a 2000 T e certe limitazioni di armamento; a monte esisteva una disposizione del Trattato di Washington del 1922 che prevedeva che entro 13 anni di servizio (pertanto nel 1935) venissero ritirati dal servizio un certo numero di unità di varie classi, mentre circolava una proposta statunitense di limitare il dislocamento unitario a 1200 T che sarebbe poi stata avanzata nella Conferenza Navale di Londra del 1935.

In questo quadro è inutile entrare nei dettagli della conferenza di Stresa, e considerare che lo stesso governo inglese era fautore del bando dei sommergibili od in alternativa di limitarne il dislocamento a 250 tonnellate unitarie.

Un quadro molto confuso, tale da influenzare strategie, norme di impiego e caratteristiche dei battelli, come del resto avvenne ed influì anche in Italia.

Un parallelo, con le dovute distanze di risorse, tra la Royal Navy e la Regia Marina in quanto pur nelle indefinizioni degli impieghi e dei teatri operativi, esistevano troppe classi di battelli (tra cui le classi O, R, P) simili e non del tutto soddisfacenti, con problemi propulsivi e meccanici, lenti, complicati come condotta.



Fig.241 - Apparato Motore HMS Tribune con Motori MAN sovralimentati da 1250 HP montati in Inghilterra da Scotts

Per far fronte al progressivo ritiro delle classi più anziane (comunque contemporanee ad alcune italiane) che avrebbe dovuto iniziare nel 1935 e giungere a standards accettabili, compresi quelli propulsivi, nel 1934 iniziò il programma della classe T (che si rivelò più numerosa del prevedibile, con continue evoluzioni, estremamente longeva, ma soprattutto affidabile)

La caratteristica (ed il parallelismo con la Regia Marina sotto alcuni aspetti) riguarda il fatto che sui battelli della classe T furono impiegati diversi tipi di propulsori, in generale dipendendo dai cantieri costruttori

I battelli costruiti dalla Vickers impiegavano evidentemente motori Vickers, mentre quelli costruiti negli arsenali navali adottavano motori costruiti negli stabilimenti militari, i motori tipo Ammiragliato (*Admiralty diesel engines*), quelli costruiti da Cammell Laird adottavano motori Sulzer costruiti su licenza; i battelli costruiti prima delle ostilità, soprattutto da Scotts imbarcavano motori tedeschi MAN sovralimentati.

Questo è fattore chiave di paragone e di riflessione con le costruzioni italiane, e gli incroci che sarebbero stati possibili le industrie italiane e quelle dell' "alleato", considerando che i programmi tedeschi non prevedevano solo propulsione diesel per i sommergibili, ma praticamente per tutte le classi di unità combattenti di superficie dalle torpediniere, ai caccia, alle stesse corazzate.

L' adozione inglese di differenti tipi di motore sullo stesso tipo di battello permette una valutazione comparativa:

- I motori MAN sovralimentati fornivano una potenza di 1250 HP/asse, per una velocità max. in superficie di 15 nodi, anche se la prima unità della serie, il *Triton* spuntò 16.3 nodi, alle prove, prestazione mai raggiunta dai battelli con altre motorizzazioni che si mantennero tra i 14–15 nodi.
La loro vita operativa fece registrare qualche inconveniente, con l' insorgere di dubbi sull' affidabilità, non si sa quanto dovuti all' interruzione dei rapporti di assistenza dopo lo scoppio delle ostilità; solo dopo il 1943 precauzionalmente le unità con questa motorizzazione vennero mantenute in acque metropolitane
- I motori Vickers, 6 cilindri a 4 tempi, a iniezione, da 1,250 HP, costituirono la motorizzazione più diffusa nella classe T, molto affidabili anche se considerati meno avanzati dei motori tedeschi; la caratteristica di affidabilità era dovuta anche alla possibilità anche in caso di avaria grave ad un cilindro, che poteva essere scollegato facilmente dall' albero a gomiti
- I motori Ammiragliato di cui erano dotati i 12 battelli costruiti negli Arsenali Reali e risultarono anch'essi molto affidabili, anche se più complicati costruttivamente dei motori Vickers.
- I motori a 2 tempi prodotti da Cammell Laird su licenza furono oggetto di valutazioni controverse: su alcuni battelli furono totalmente soddisfacenti, su altri presentarono problemi: il giudizio generale era che non erano sufficientemente robusti per andature continuative alla massima potenza, con possibili rotture degli anelli se non addirittura dei cilindri stessi.

Un interessante spaccato ed una riflessione di più sulle relazioni delle industrie italiane e l'offerta che industrie e cantieri potevano prospettare alla Regia Marina, senza continuare a proporre macchine datate, nel migliore dei casi ritocchi ed adeguamenti di motori concepiti nei primi anni 30.

Altra considerazione, e fattore "regolatore" sotto ogni aspetto, riguarda anche nel caso britannico il ruolo trainante degli arsenali; da tecnologie "mature" come quelle relative alla propulsione, sino a tecnologie avanzate come nel caso dei radar e dei loro componenti gli Arsenali della Royal Navy giocarono un ruolo fondamentale, anche nella ricerca, nella progettazione, nella produzione di parti e macchine, ed assicurarono alla Royal Navy conoscenze ma soprattutto potere contrattuale nei confronti di cantieri ed industrie.

Parte VII
APPENDICE

Le conoscenze e la preparazione tecnico-tecnologica del Paese, come Regia Marina e come industria

Un semplice tentativo di avvicinamento ad una materia poco dibattuta ancor che meno conosciuta cercando di non cadere in temi eccessivamente tecnico-specialistici.

Un percorso per comprendere quali erano le valutazioni per prendere decisioni, e chi e come prendeva decisioni.

Nei capitoli precedenti si è avuto modo di trattare non solo lo stato di preparazione di altre Marine, ma il ruolo della ricerca scientifica, della preparazione, della volontà e capacità di intervento degli organi tecnici delle marine più rappresentative, in particolare della US Navy, le cui distanze dalla Regia Marina, almeno per un lungo periodo e nel campo della propulsione con motori endotermici, non erano certo enormi

Se la US Navy poteva contare su un combattivo Bureau of Engineering e su un capace Bureau of Construction & Repair, la Regia Marina disponeva di strutture analoghe (Comitato Progetto Navi e Direzione Arsenali, con una consolidata esperienza) e volendo fare un parallelo il BuEng avrebbe dovuto essere lo specchio ed il riferimento del Comitato Progetti Navi (come lo fu in effetti nel secondo dopoguerra, almeno sino alla prima legge navale).

Avevamo l'organizzazione, avevamo un certo serbatoio di menti, non avevamo forse i centri di ricerca e sperimentazione altrui ma ne esistevano le capacità; a fronte di queste possibilità non esisteva l'indotto a cui rivolgersi per inquietudini, curiosità, richieste e formulazione di nuove specifiche, con il quale applicare e sviluppare la conoscenza, non esisteva soprattutto un indotto che volesse partecipare... in questo la Regia Marina, sempre così presente ed attenta in campo internazionale, per la sua stessa natura e la sua tradizionale missione, ha sbagliato a non battersi né politicamente, a monte, né tecnicamente ed economicamente, a valle, con i fornitori.

Pur nell'arroganza e nella protervia di un sistema chiuso ed autoreferenziale, sistema nel quale la Regia Marina era solo attore marginale, negli anni '30 ci si rese conto dei ritardi, dell'arretratezza tecnologica e si pensò di correre ai ripari creando o potenziando istituzioni di ricerca, tanto nell'ambito dei CNR come di enti paralleli più specializzati (il caso dell'istituto Motori di Napoli solo tardivamente affidato a mani esperte), ma invece di essere pensati condivisi e dinamici, tali istituzioni vennero snobbate e guardate con sospetto dall'industria nazionale, e si trasformarono in baronie accademiche.

In questo quadro l'Istituto della Vasca Navale di Roma avrebbe dovuto essere sulla fine degli anni '30 la sede della ricerca navale in Italia (con qualche indubbio risultato nel corso della sua breve vita) ma fu purtroppo anche la sede e l'occasione di un consesso dove **anche** si riunivano e pontificavano i rappresentanti delle industrie (spesso di designazione politica) ed i lobbisti di riferimento con il solo scopo di giustificare e sancire la spartizione delle commesse navali, la cui assegnazione non rispondeva certamente a valutazioni tecniche o economiche (le unità della stessa classe avevano un costo diverso a seconda dei cantieri)

È con profondo sconforto, quasi con rabbia, imbattersi in queste ricerche in documenti che evidenziano l'arroganza e la superficialità con cui si affrontò da parte italiana un evento immane come la seconda guerra mondiale, un evento certamente ineluttabile per cui il paese non era preparato e poteva, con ogni probabilità rimanerne anche ai margini (alleati ed avversari spingevano per la neutralità)

Sulle responsabilità dell'impreparazione ci sarebbe troppo da dire, basta limitarsi a trascrivere le parti più significative di un verbale della riunione presieduta dal generale GN Rota presso la Vasca Navale di Roma del 12 aprile 1939, relative ad un intervento del Generale Bernardis, la massima autorità italiana del settore sommergibili, a chiusura di una più che necessario dibattito sul tema della situazione ed adeguatezza dei sommergibili della Regia Marina.

Come si è già avuto modo di segnalare, la Regia Marina sapeva, sapeva e riferiva, ma la consapevolezza non era né consona né comoda per il sistema la cui priorità era la propaganda (*oggi fenomeno di ritorno*).

Analisi di: ANNALI DELLA VASCA NAVALE - Volume VIII – 1939 - verbale del 12 aprile 1939

Il contesto è “Sesta Riunione degli Ingegneri aderenti agli “Annali” della Vasca Nazionale in connessione con i gruppi per l’ingegneria navale e meccanica ...ecc.” consesso che riuniva i massimi esponenti di cantieristica ed industria insieme ai maggiori committenti, Regia Marina ed Armamento, pubblico e privato.

Il tema a cui si fa riferimento è la continuità della evoluzione e produzione dei sommergibili in Italia e la situazione dei moderni sommergibili (italiani) nel contesto mondiale; siamo ormai in piena vigilia bellica, ed il relatore, CV Franco Zannoni, interviene su diretto mandato del Ministero, che si ricorda era retto dallo stesso Capo del Governo, Mussolini.

Zannoni venne inviato a presentare una ponderata ed addirittura mielata relazione nel tentativo di sensibilizzare l’uditorio, composto da personaggi con capacità e potere decisionale, cominciando dall’elenco delle unità italiane, delle loro caratteristiche in relazione alle costruzioni straniere, da cui emerge una almeno relativa obsolescenza e certamente la staticità delle soluzioni italiane.

Il relatore venne alla fine sbranato nell’ arena quale ragazzino impudente che aveva osato interloquire con i dottori del tempo ponendo domande inopportune ed impertinenti.

Qui di seguito In corsivo la trascrizione letterale di alcuni punti della relazione e delle risposte e conclusioni del dibattito, solo quelli relativi alla propulsione, minimi rispetto ad altri temi trattati relativi ai sommergibili, a dimostrazione della superficialità con cui si trattava un tema fondamentale come quello della propulsione, considerata altrove il tallone di Achille della principale componente delle forze navali.

Il testo in caratteri rossi riguarda richiami e sottolineature dell’autore, anche per temi trattati nell’ analisi precedente, e può costituire una guida per ulteriori approfondimenti.

ANNALI DELLA VASCA NAVALE - Volume VIII – 1939 - verbale del 12 aprile 1939

Pag. 21 - Motori termici e velocità in superficie

...omissis....

Gli indubbi miglioramenti che si riscontrano nella evoluzione delle unità subacquee sono dovuti in special modo alla evoluzione dei motori termici per la propulsione in superficie: dal peso di 40 Kg. per C.A. dei primi motori postbellici si è scesi a peso inferiore ai 20 Kg. per C. A.

Queste riduzioni di peso, congiunte anche ad un più soddisfacente funzionamento dei motori stessi, sono state conseguite con l'aumento del coefficiente di carico dei motori, con la decisa adozione del ciclo a due tempi, con miglioramenti costruttivi.

Il coefficiente di carico prodotto della pressione media e della velocità degli stantuffi si può aumentare agendo su questi fattori.

La pressione media può essere aumentata con i sistemi di sovralimentazione, che però, già adottati in motori per sommergibili di altre Marine (ad es. Francia-Inghilterra), da noi non hanno ancora trovato applicazione (senza il minimo commento né preoccupazione al riguardo...ndr).

La velocità dello stantuffo dipende dalla corsa, e dal numero di giri: con l'aumento della corsa cresce l'ingombro in altezza dei motori e quindi per il Smg. - che ha dei vincoli nelle dimensioni - non si può agire su questo fattore.

Il numero dei giri era vincolato al sistema adottato fino a pochi anni fa dell'iniezione del combustibile: l'iniezione ad aria compressa. Per aumentare il numero dei giri era necessario limitare la durata del fenomeno di combustione, il che è stato ottenuto con i sistemi noti col nome di iniezione solida o diretta o senza compressore, con i quali il combustibile con pressione elevata viene immesso direttamente nel cilindro.

Con l'iniezione diretta (si parla quasi i termini di innovazione di una evoluzione, tra l' altro l' unica in campo motoristico italiano, che risaliva a dieci anni prima ... a dimostrazione della superficialità e chiusura dell' uditorio a cui

*ci si rivolgeva ...ndr.), oltre ad aumentare il numero dei giri e quindi la velocità media dello stantuffo ed il coefficiente di carico del motore è aumentato anche il rendimento termico del motore sia per l'abolizione del compressore (organo molto delicato, **che assorbiva circa il 7% dell'energia sviluppata**), sia perchè il diagramma del ciclo si avvicina più a quello del motore a scoppio per il carattere esplosivo del fenomeno della combustione.*

*Come accennato, anche l'adozione del ciclo a due tempi ha consentito un notevole risparmio di peso; a parità di potenza, velocità, di rotazione e con gli stessi margini di sicurezza dei diversi organi, il motore a 4 tempi ha un peso specifico che è circa 1,6 di quello del motore a due tempi (**senza alcuna esitazione, né possibilità di riconsiderazione o attenzione a quanto avveniva in altre latitudini ed in altre Marine...ndr**) ...*

Fino a pochi anni fa la velocità in superficie dei sommergibili non aveva registrato aumenti sensibili. rispetto a quella delle ultime unità germaniche della grande guerra.

*Un primo tentativo fu fatto dagli inglesi con i tipi «Thames» che alle prove hanno superato le 22 miglia orarie: nell'esercizio però i motori di dette unità, hanno presentato inconvenienti tali che sembra che la Marina inglese abbia rinunciato alla sovralimentazione riducendo la potenza e di conseguenza anche la velocità, massima, che attualmente è di circa 19 nodi (**comunque ragguardevole e meritevole di considerazione, anche riguardo alle altre Marine ... ed in particolare alla stessa R.M. con battelli di prestazioni inferiori**).*

Successivamente anche le altre Marine hanno costruito unità con elevate velocità, ed attualmente il Giappone ha unità oceaniche co 19 nodi, la Francia con 18-20 e la Germania con 20.

Le ultimissime unità giapponesi da 1400 tonn. hanno raggiunto i 20 nodi come i sommergibili americani da 1300 tonn., mentre per il nuovo «Morillot» francese da 1600 tonn. sono previsti 23 nodi.

Nella gran maggioranza delle unità, in servizio le velocità, si aggirano però sui 17 nodi per le unità oceaniche e sui 13-14 nodi per le unità di minore dislocamento.

*Le velocità, elevate erano richieste per permettere l'impiego delle unità, insieme alle navi di superficie nell'affannosa ricerca del « Sommergibile di Squadra », ma, almeno fino a questi ultimissimi tempi, la tecnica della costruzione dei motori non dava sufficiente garanzia di funzionamento e di durata per i motori necessariamente spinti che occorrono per poter raggiungere, senza perdere troppo delle altre qualità, belliche, le velocità, richieste; occorre inoltre tener presente che anche raggiungere la velocità, di 20 nodi essa rappresenta la massima forza per il sommergibile (con conseguente eccezionale cimento del materiale), mentre per le unità di superficie è appena una velocità, non elevata, di crociera (**ulteriore dimostrazione della mancanza da parte italiana di una vera filosofia di impiego dei sommergibili ... ndr**)*

I valori medi delle autonomie in superficie sono all'incirca uguali per le unità delle diverse Marine a pari dislocamento: detti valori sono per i sommergibili oceanici di 10.000- 15.000 miglia e per quelli costieri di 2000-5000 miglia .

Dato le forti riserve di spinta che nelle attuali costruzioni permettono l'imbarco di notevoli quantità di nafta in sovraccarico nei doppi fondi, l'autonomia di nafta è, generalmente, sempre notevolmente superiore a quella di viveri e di siluri.

... omissis ...

ANNALI DELLA VASCA NAVALE - Volume VIII – 1939 - verbale del 12 aprile 1939

- Pag. 23 - **Velocità ed autonomia in immersione**

..... omissis

*.. **il motore unico** l'evoluzione della navigazione subacquea rimarrà, limitata, costretta da insormontabili ostacoli fino a quando un nuovo sistema di produzione di energia non sostituirà l'accumulatore elettrico, che rimane come insostituibile fonte di energia fin dai primi esemplari di Smgg. costruiti.*

Da lungo tempo i costruttori e gli studiosi hanno cercato di risolvere il problema dell'adozione del motore unico per la navigazione sopracquea e subacquea.

Problema che è connesso con quello fondamentale dell'accumulazione di energia sotto forma diversa dell'accumulatore elettrico. quale ad esempio quello derivato dallo sfruttamento dell'energia chimica liberata in qualche reazione inserita in un ciclo di trasformazioni chimico-fisiche indipendenti dall'atmosfera.

Il motore unico, che permetterebbe l'abolizione di uno dei due pesanti apparati motori porterebbe senza dubbio una completa rivoluzione nella costruzione e nell'impiego del Smg. in quanto a parità, di dislocamento si potrebbe disporre di armamenti e di possibilità ben maggiori delle attuali (*senza considerare che ci sarebbero state altre misure per ridurre il dislocamento, come la saldatura degli scafi, ...ndr*)

In questi ultimi tempi ed in particolare da quando la Germania ha iniziato la ricostruzione della sua flotta subacquea, sono apparse spesso notizie relative al motore unico ed alla sua adozione a bordo.

Notizie non controllate e finora dimostrate come prive di sostanziale fondamento.

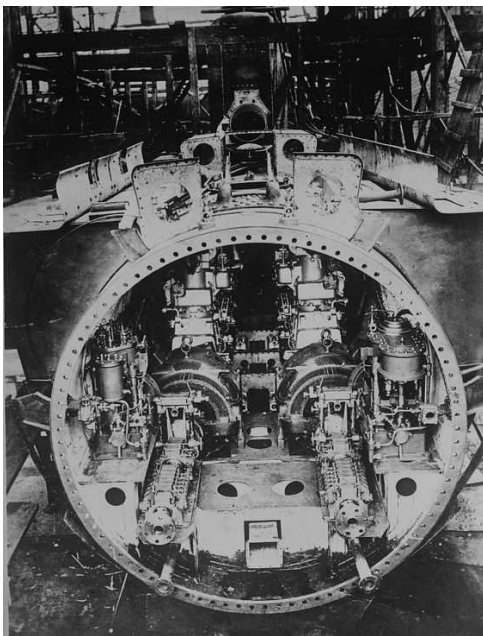
Ad ogni modo gli studi anche in questo campo continuano e seppure quanto finora è stato fatto deve essere considerato come semplice studio sperimentale, avvolto da carattere di estrema riservatezza, forse non è lontano il giorno in cui il problema sarà risolto (*... minima apertura agli studi Ferretti in corso ...ndr*).

Nuove ed allettanti promesse appariranno allora sia nella costruzione sia nella forma di impiego del Smg. che, fino a quel giorno, rimarrà vincolato nella forma attuale dalle limitate possibilità, date dall'accumulatore elettrico.

Anche nel campo dell'autonomia in immersione i progressi sono stati minimi: l'autonomia media dei sommergibili si aggira infatti sulle 80 miglia a 4 nodi, con massimo di 100 su alcuni tipi di Smgg.

.... Omissis

In nessuna occasione quest'alto consesso si perita di esaminare, né concettualmente né evidentemente nei dettagli costruttivi degli scafi – che in Italia seguivano le tradizionali forme e procedure della 1^a guerra mondiale.



U19, Kiel, 1914



Smg Marconi -Monfalcone, 1939

(da Turrini, *gli Squali dell' Adriatico*)

Fig. 242 - 25 anni separano le due foto, eppure la tecnica tedesca di costruzione del 1914 è certamente più avanzata, di quella italiana del 1939, tenendo presente che il Smg Marconi rappresentava già una innovazione per la cantieristica italiana, in quanto una delle prime applicazioni, seppur parziali, della saldatura elettrica dello scafo.

La relazione senza alcune osservazioni né proposte migliorative segue elencando:

.... Omissis

... Sia i tipo « Glauco », che i tipo « Archimede », largamente impiegati in questi ultimi anni, hanno dato in servizio ottimi risultati, e nei programmi successivi sono stati riprodotti ambedue i tipi, e precisamente:

- Programmi 1936 *Lista e dati, semplice riferimento numerico, senza riferimenti a possibili evoluzioni*
- Programmi 1937 *Lista e dati, semplice riferimento numerico, senza riferimenti a possibili evoluzioni*
- Programmi 1938 *Lista e dati, semplice riferimento numerico, senza riferimenti a possibili evoluzioni*

... sono unità, che in massima hanno risposto alle previsioni e che a similitudine del Tipo dal quale derivano, i «Balilla» (il riferimento ed il modello risalgono a tredici anni prima, nell' imminenza della guerra ed in piena corsa al riarmo ...), sono particolarmente indicate per le lunghe crociere dato le spiccate qualità marine, **di potenza (sic!)**, di autonomia in relazione al dislocamento.

In questi ultimi tempi, essendo venuti nella determinazione di costruire altre unità capaci di permanere lungamente in mare e quindi a maggior autonomia, è stata decisa la costruzione dei sommergibili oceanici classe «Caracciolo», derivata dai sommergibili tipo « Glauco ».

Le caratteristiche di massima di queste unità, non sono ancora pubblicate.

Passato così in rassegna, i vari tipi delle nostre unità subacquee (*in termini di compiacimento non di proposte critiche ed evolutive*), diamo un rapido cenno sulle analoghe costruzioni estere:

.... Omissis

Pag. 32 ...**le realizzazioni straniere** ...

.... Omissis

Francia ----- *lunga esposizione per sottolinearne la (supposta) irrilevanza e stroncare qualsiasi confronto*

.... Omissis

Inghilterra ... l'Inghilterra nel dopo-guerra si è orientata, verso i grandi dislocamenti, ma l'esperimento «X1» con 2425 tonn. in superficie e «V 138» non dette i risultati sperati e la unità fu subito radiata.

I tipi « O » (Oberon) da 1300 tonn. seguiti dai tipi « P » (Partjan) ed «R» (Rainbow) da 1475 tonn. standard ... omissis ... possono paragonarsi ai nostri «Calvi» sia come caratteristiche, sia come sistemazioni.

A questi sommergibili ha fatto seguito la classe «Thames» di maggiore dislocamento: 2165 tonn. in superficie (1850 tonn. standard.) con elevata velocità, in superficie di 22,6 nodi, velocità, in immersione 9,5, solo 6 lanciasiluri interni prodieri; caratteristica principale la velocità in superficie, per conseguire la quale si è posta la massima cura nello studio delle forme, affinando le forme poppiere in modo tale da non poter sistemare tubi di lancio poppiere.

Tale velocità è raggiunta con 10.000 C. A.

I motori termici del «Thames» di progetto sono sovralimentati, il che ha permesso di conseguire un peso per cavallo relativamente basso. *(senza nessun commento, né proposta in sede nazionale, pur trattandosi dell'orientamento dell'ormai dichiarato avversario...seguono poi una serie di citazioni sulle classi più recenti, che dettero buoni risultati e prestazioni in guerra, tese comunque a sminuirne le capacità in paragone alle classi italiane ...)*

.... Omissis

Stati Uniti - La Marina degli Stati Uniti nel dopo-guerra ha continuato la costruzione di unità, da 800 tonn. con la classe « S », con soli 4 tubi di lancio interni prodieri, 14,8 nodi in superficie, 11 in immersione. Con queste unità, si è dato massimo incremento alle caratteristiche di immersione a scapito dell'armamento (È anche da notare che la Marina americana proporziona gli scafi per una profondità di immersione di soli m. 75, con coefficiente 2,8 e quindi ha una percentuale di peso scafo inferiore a quella che si riscontra sulle nostre unità). ... *tralasciando completamente di considerare che ormai gli scafi americani erano costruiti in sezioni, scafi di tipo saldato ed a questo en non alla suppostamente minore profondità di immersione si doveva la riduzione dell'esponente di peso.*

Per quanto riguarda i grandi dislocamenti ai quali ovviamente la Marina americana doveva dare maggiore importanza, i primi sommergibili del dopoguerra sono i tipi «Baracuda» di 2000 tonn., con 6 tubi di lancio (4 prodieri e 2 poppiere), 16 siluri. 17 nodi in superficie ed 8 in immersione.

Cioè caratteristiche **simili a quelle dei nostri «Balilla», ma con dislocamento notevolmente superiore (compiacimento fuori luogo).**

...han fatto seguito i smg tipo Narwal di dislocamento ancora maggiore (2730 Tonn) aventi circa le stesse caratteristiche dei precedenti ma con due cannoni da 150 (sic!) anziché uno

Molto probabilmente queste unità **non devono aver soddisfatto**: invero esse sono poco armate e devono essere anche poco maneggevoli e lente nel prendere l'immersione. Infatti da questo tipo si è passati subito ai tipi "Cuttlefish" da 1240 Tonn, 16 nodi in superficie ed 8 in immersione, 6 tubi di lancio con la solita disposizione: rispetto alle nostre unità **non rappresentano una soluzione brillante tanto più che il loro peso scafo è inferiore a quello che si riscontra nei nostri sommergibili (una innovazione basilare e brillante, non valutata nella sua essenza e nei suoi motivi, e citata come caratteristica negativa...!).**

Queste unità sono state riprodotte in larga scala ... e seguono una serie di valutazioni negative rispetto alle costruzioni italiane

Queste unità sono state riprodotte in larga scala con successivi aumenti di dislocamento sino a 1600 tonn. in superficie ed eguali caratteristiche.

Dato il campo d' azione oceanico di queste unità, le caratteristiche di velocità e di armamento **sono sacrificate (in che? Rispetto a che? valutazione totalmente errata ...)** per conseguire notevoli autonomie e buon comportamento al mare.

Ovviamente nemmeno un accenno al sistema propulsivo, noto anche per le pubblicazioni ed i diffusi dibattiti sulla lettera tecnica degli anni 30 ...

.... Omissis

Germania. – le costruzioni tedesche (**già nel 1939 !!!**) venivano trattate in forma lapidaria, quasi si trattasse di una forza e di tecniche minori, in un quadro peraltro di stretta alleanza con cui sarebbe stato opportuno allinearsi ed omologare esperienze...

La Germania solo recentemente ha ripreso la costruzione di unità, subacquee con:

- il tipo da 250 tonn. a semplice scafo: tre tubi di lancio prodieri interni. 18 nodi in superficie e ? in immersione

- il tipo da 500 tonn. st.: 6 tubi di lancio con la disposizione classica, velocità, 16 nodi in superficie e 9 in immersione;

- il tipo da 750 tonn. a doppio scafo con borse laterali 6 tubi di lancio e 12 siluri, velocità in superficie 20 nodi, in immersione 9.

Da quanto risulta, questi Smgg. avrebbero spiccate caratteristiche di velocità, servizi semplificati, torrette molto alte sul mare, buone qualità evolutive in immersione ...

.... Omissis ...

ANNALI DELLA VASCA NAVALE - Volume VIII – 1939 -- verbale del 12 Aprile 1939

Pag. 35 ...DISCUSSIONE ...

S. E. Generale Bernardis: Alla chiarissima esposizione del Comandante Zannoni mi sia permesso aggiungere, a complemento, alcune considerazioni di carattere prettamente tecnico, **intese ad illustrare il primato della Marina italiana in molte particolarità costruttive de naviglio subacqueo.**

.... Omissis ...

Queste illuminanti e profonde parole sono il preludio di un lunghissimo intervento teso a dimostrare la supremazia italiana e la bontà delle soluzioni (ormai datate da decenni) dello stesso Bernardis

La discussione della relazione doveva essere l'occasione di valutare lo stato delle costruzioni subacquee italiana e proporre finalmente l'adozione di innovazioni, anche di tipo costruttivo, mentre si trasformò nella celebrazione dei fasti e della carriera del generale Curio Bernardis, personaggio al vertice politico militare industriale con particolare influenza e deleghe del Governo, e del Ministro della Marina, Mussolini.

Dopo un lunghissimo intervento sempre teso a dimostrare la supremazia italiana e la bontà delle soluzioni (ormai datate da decenni e diffusamente criticate all' estero) dello stesso Bernardis, l'attenzione è posta sull' armamento e non sulle altre caratteristiche dei battelli. Dopo un breve accenno al passato della propulsione, Pag. 36, con un ringraziamento alla Sulzer per i suoi primi esperimenti e forniture per i smg Nautilus e Nereide ... (**rispolverando esperienze risalenti agli inizi della 1^a G.M. !!**), continuando con il

compiacimento per le sovrastrutture sovrabbondanti nonché l'apologia del sistema Bernardis della doppia garitta realizzata con doppie paratie stagne ... *(discutibile appesantimento non adottato in nessun'altra Marina ...)* l'unica menzione sulla eventuale evoluzione nella propulsione dei sommergibili è la seguente....

.... Omissis ...

Pag. 37 **...Motore unico per sommergibili ...**

.... Il relatore, Cte Zannoni, ha accennato ai vantaggi che si raggiungerebbero con l'applicazione di un apparato motore unico; ciò è vero per quanto riguarda la velocità, autonomia ed ingombro, ma il smg. verrebbe a perdere la sua caratteristica principale che è quella della silenziosità, Bisognerebbe che l'apparato motore unico permettesse di raggiungere velocità analoghe a quelle di un siluro, in modo che il nemico non avesse il tempo di manovrare appena individuato l'attacco del smg. mediante i moderni ed efficaci apparecchi di ascoltazione. *(... di fatto un de profundis, a priori, basato su del tutto opinabili concezioni di impiego, che spiega lo scarso interesse e poi l'accantonamento degli studi e prototipi dello snorkel italiano e dell'apparato motore a ciclo chiuso... ndr..., comunque ancora ben lontani da condizioni di impiego operativo)*

.... Omissis

... dopo aver così accettato senza il minimo commento o suggerimento, non parliamo di preoccupazioni, le soluzioni propulsive in atto dei smg italiani (comunque secondo Bernardis fattori secondari) lo stesso Generale concludeva l'esame del rapporto con queste parole Nell'illustrare il primato della nostra Marina in molte particolarità costruttive del naviglio subacqueo *(sic!!)*, **domando venia se ho dovuto spesso (in effetti solamente!) ricordare i miei studi risultanti dal lavoro di trentacinque anni dedicati interamente a questo genere di costruzioni.**

È con intima soddisfazione che ringrazio il Com. Zannoni di aver voluto ricordare nella sua bella relazione come, dal laborioso esame dei diversi tipi di smgg., **la Marina italiana abbia dato la preferenza alla soluzione da me realizzata**, col tipo Vettor Pisani *(bloccando l'evoluzione dell'arma subacquea italiana ndr...)*.

Sono ora 80 unità in servizio che rispondono a tale soluzione, con **la quale ho cercato di accoppiare semplicità di costruzione, facilità di manutenzione, e sicurezza di esercizio a spiccate qualità guerresche.**

.... Omissis

..... Dopo questa esibizione di compiacimento ed autoesaltazione, non si può evitare di menzionare un ulteriore ineffabile duetto con uno dei massimi rappresentanti della cantieristica, l'ing. Dodero:

.... Omissis

...il Com. Zannoni, nel suo esauriente studio, ha modo di mettere a confronto le caratteristiche principali di alcuni nostri tipi di sommergibili e da questo confronto e dalle altre informazioni al riguardo che lo stesso Comandante fornisce, mi pare si possano ricavare le due seguenti constatazioni:

a) quanto sia fallace trarre conclusioni sulla efficienza bellica di un dato tipo di battello in base all'esame delle sue sole caratteristiche di armamento, velocità, autonomia;

b) quanto siano importanti e quanta influenza abbiano sul dislocamento di un battello quelle caratteristiche che, per non figurare negli Annuari Navali e nelle prime Pagine dei Capitolati - nautiche, abitabilità, ecc. - sono meno note epperò dimenticate troppe volte.

Questa seconda constatazione ci ammonisce a ben ponderare l'utilità di ogni requisito e di ogni caratteristica prima di imporla o di realizzarla....

.... Omissis...

..... l'intervento continua nello stesso tono celebrativo ed irresponsabile ...

NOTA d.r. : la guerra era imminente, ma ci sarebbe stato tempo di intervenire almeno su certe unità ed almeno su quegli aspetti critici relativi alla propulsione ed alcuni sistemi dei sommergibili che la Regia Marina aveva già segnalato (e citati in precedenza) in parte dopo l'esperienza di impiego nella guerra di Spagna, in parte risultanti da crociere o dislocazioni in basi coloniali.

Appendice: commenti e conclusioni: - **in merito** al verbale del 12 aprile 1939 dell'Istituto della Vasca Navale relativo alla relazione su evoluzione dei sommergibili italiani
- **In merito** al rapporto del Comando Sommergibili, in data 9 dicembre 1941, con oggetto: «Esame critico della preparazione della condotta e dei risultati della nostra guerra subacquea»

Due documenti, due relazioni per chi doveva sapere e decidere che non sono un cambio di posizione della Regia Marina, anzi sono la conferma della continuità della posizione (e delle preoccupazioni), sono la conferma che esisteva un uditorio, che esisteva un livello di responsabilità che era sordo e doveva essere scosso.

Sotto la guida e la filosofia di personaggi che avevano anche l'incarico di riferire al governo sullo stato di approntamento delle Forze Navali e sulla validità dei mezzi e delle costruzioni, i nostri sommergibili furono costruiti sino all'ultimo negando la stessa evidenza dei fatti e dell'evoluzione dei mezzi, e su questi battelli si immolarono molte delle migliori risorse della Regia Marina... una pagina buia, comunque consona e in linea con un periodo buio della nostra storia, comune purtroppo a tutte le FFAA.

Per non dimenticare: una lettura illuminante di vecchi documenti spesso in passato non accessibili o non comprensibili (spesso ancor oggi) agli storici (1) ma ancor più spesso trascurati dagli storiografi (2) attuali, proprio oggi che l'accesso ad una gran massa di documenti è solo materia di pazienza ed organizzazione.

Stupisce pertanto che oggi, a distanza media di oltre ottant'anni, si vogliano celebrare questi errori, od orrori, come meriti e simboli di eccellenze italiane, intellettuali, progettuali, realizzative, industriali ... eccellenze che non hanno alcun riscontro se non nella propaganda, o se volessimo essere teneri, in un marketing industriale retrospettivo ed autoreferenziale.

Per fortuna negli ultimi 20/25 anni ci sono stati storici, storiografi che, spesso andando controcorrente, hanno messo in luce le problematiche, anche senza aver potuto trattare a fondo gli aspetti tecnici, carenza che ha purtroppo dato spazio a cronisti e pseudo scrittori/giornalisti in vena di scoop. (3) (5) (8)

In particolare già nel 1993 Francesco Mattesini, con la pubblicazione da parte dell'Ufficio Storico della Marina Militare del suo libro *"Betasom - La guerra negli Oceani (1940-1943)"* sottolineava aspetti fondamentali sulla situazione delle unità italiane, come del resto aveva già evidenziato in vari passaggi nel suo Secondo Volume della *"Corrispondenza e Direttive Tecnico-Operative di Supermarina"*.

Mattesini da fede e peso all'Ammiraglio Falangola, ingiustamente accusato da altre parti di opportunismo per il rapporto in cui elencava tutta una serie di insuccessi, ma in particolare il metodo di costruzione dei sommergibili, evidenziando una serie di inefficienze e deficienze in campo operativo, tali da far vacillare, per un minimo di etica, i destinatari del documento, ancor più se erano tra coloro che avevano accettato i rapporti entusiastici come quello sopra accennato prodotto dall'Istituto della Vasca Navale come gruppo di lavoro con l'industria ed i cantieri.

Si raccomanda una attenta lettura dei validissimi testi citati, e solo per completezza di questa analisi, si ritiene particolarmente significativo riportarne uno stralcio, tra l'altro di apertura:

quote:

Di fronte ai successi che mietevano i sommergibili tedeschi, finalmente operanti in Mediterraneo, a cui non corrispondevano assolutamente quello delle sue unità subacquee, il 9 dicembre 1941 il responsabile di MAICOSOM, l'Amm. Falangola, presentò a Supermarina un crudo rapporto che, per i tempi, è giusto chiamare coraggioso:

«Esame critico della preparazione della condotta e dei risultati della nostra guerra subacquea»

La Marina italiana, a differenza rispettivamente della Marina tedesca e della Marina britannica, non ha raccolto nella prima guerra mondiale né una esperienza della guerra subacquea né una esperienza del contrasto antisommergibile che potessero servire di base per una grande guerra navale mediterranea ed oceanica.

Per rendersi conto della nostra inferiorità di quel tempo rispetto all'arma subacquea germanica, basti considerare che mentre già al principio del 1915 i sommergibili germanici erano capaci di missioni della

durata di vane settimane e compivano senza scalo il trasferimento dal Mare del Nord all'Adriatico (3.000 miglia), nel 1917 la nostra Marina conduceva ancora la guerra con i piccoli sommergibili tipo "F", capaci di missioni di due o tre giorni soltanto, attraversando nei due sensi l'Adriatico (largo appena 50 miglia)!

*Perciò, per poter essere perfettamente all'altezza dei duri e grandiosi compiti di una guerra navale mediterranea e oceanica contro l'Inghilterra, nell'intervallo fra le due guerre la Marina italiana **avrebbe dovuto riuscire non soltanto a superare tutta la distanza che la separava inizialmente dalla Marina germanica e dalla Marina inglese, ma altresì a tenere dietro ai loro ulteriori progressi.***

Tutto ciò avrebbe potuto essere fatto, basandosi sull'esperienza altrui che non è mai così conosciuta, così convincente e così istruttiva come la propria; giovandosi di una industria assai meno progredita e potente; intuendo e scoprendo i perfezionamenti e i progressi delle altre Marine tenuti gelosamente segreti (la collaborazione colla Marina alleata ha avuto i primi inizi solo quando la nostra flotta subacquea era in massima parte già costruita, ed è entrata nella fase realizzativa dopo l'inizio della guerra).

*In tali condizioni la Marina italiana ha fatto bensì dei grandi progressi, ma non quelli assai più grandiosi che sarebbero stati necessari, e si è presentata alla guerra con una **flotta subacquea che sarebbe stata molto potente e temibile nelle condizioni della guerra passata, mentre è risultata di scarsa efficienza** nelle nuove condizioni della guerra aeronavale.*

Qualcuna fra le deficienze più salienti dei nostri sommergibili era stata messa in evidenza dalla guerra di Spagna, Ma essa ha preceduto solo di tre anni il nostro intervento nella guerra attuale e, comunque, l'esperienza della guerra di Spagna non può in alcun modo essere paragonata con quella di una grande guerra aeronavale contro l'Inghilterra, nello stesso modo che la campagna di Etiopia non poteva evidentemente costituire una prova convincente e un'esperienza esauriente di guerra terrestre nei confronti di una futura guerra contro un esercito europeo.

Il vero confronto colle più progredite unità subacquee del mondo si è avuto perciò solo a guerra iniziata, attraverso i primi contatti delle nostre forze subacquee dislocate in Atlantico con gli U-boote germanici; e il vero confronto con la più progredita organizzazione antisommergibile si è determinato solo all'urto con la potenza navale britannica.

*Questi confronti hanno dimostrato che **la distanza che ci separava dalla Marina germanica e da quella britannica non era stata ridotta abbastanza.** La dimostrazione è venuta attraverso la scarsezza dei risultati e la gravità delle perdite, o meglio dall'esame della "entità dei risultati riferiti a quella delle perdite".*

A conclusione del documento, dopo aver elencato minuziosamente tutti i difetti riscontrabili dai sommergibili italiani, le differenze con i sommergibili tedeschi e britannici, superiori per sistemi di costruzione, materiale, strumenti tecnici, nonché le carenze del personale e l'efficienza della difesa britannica mediante aerei e unità navali, l'ammiraglio Falangola aggiunse:

In definitiva, nei venti anni precedenti la seconda guerra mondiale era mancata una linea di sviluppo che perseguisse lo scopo di raggiungere la massima affidabilità bellica dei sommergibili, ed era mancata, soprattutto, una struttura tecnica lungimirante che facesse tesoro delle esperienze fatte dai belligeranti nella prima guerra mondiale.

Pochi giorni dopo la presentazione a Supermarina di quest'importante e sincero documento, l'ammiraglio Falangola fu sostituito nella sua carica ai vertici di MARICOSOM dall'ammiraglio Antonio Legnani, che nel corso della guerra di Spagna, tra il 1936 il 1939, era stato alla guida dei sommergibili italiani nella loro oscura attività bellica contro il naviglio della Repubblica spagnola e dei paesi che trafficavano con essa.

Tuttavia le considerazioni di Falangola ebbero una loro importanza, avevano colpito in qualche modo nel segno, poiché lo stesso SUPERMARINA, esaminato l' "esame critico" presentato dall' Ammiraglio, il 1° gennaio 1942 arrivò a fare, tra l'altro, e naturalmente ad uso riservato interno, le seguenti considerazioni, espresse in un promemoria, e senza la firma del compilatore:

*Ci si può domandare ad esempio, perché nella situazione in cui si trovava la Marina, con un servizio informativo deficiente **con un'attrezzatura scientifico-industriale inadeguata**, con l'Aviazione impastoiata da questioni organiche, **con una forza di personale mai sufficiente e sempre in crisi di addestramento**, si è*

voluto creare una flotta di 120 sommergibili senza la possibilità di mantenere in guerra tale complesso se non accrescerlo.

Soprattutto ci si può domandare perché è stata stabilita questa proporzione delle unità subacquee rispetto a quelle di superficie, quando le possibilità d'impiego in guerra risultano molto modeste.

*Secondo i sani principi si **sarebbe dovuto verificare che gli organi dello Stato Maggiore preposti agli studi operativi formulassero le richieste del numero delle unità necessarie e dessero le direttive sulle caratteristiche indispensabili per tale naviglio.***

In realtà è successo invece che quegli organi si sono visti porre a disposizione un gran numero di sommergibili di caratteristiche antiquate con l'ordine di provvedere al loro impiego.

L'organica cioè, nella preparazione dei sommergibili, come di tutta la Marina, è stata ritenuta la branca meno importante. Sotto l'appello della rapida evoluzione politica mondiale, è invalso l'uso di agire invece di pensare, come se l'azione non fosse un frutto del pensiero.

unquote.

L' evidenza in neretto sul corsivo del testo è dell'estensore di questa analisi, ulteriore dimostrazione che nella Regia Marina si sapeva e si riferiva, anche se bisogna dar atto che mancarono le reazioni opportune e le dimostrazioni pertinenti (solo come provocazione si è citato, nell' analisi, che di Tahon de Revel si era perso ricordo ed esempio... provocazione per aprire un vaso di Pandora) .

La Marina sapeva e riferiva, obbedendo nello stesso tempo all' ordine di comunque gestire una forza di unità concettualmente superate, provvedendo al meglio al loro impiego.

L' ubbidienza è il tema che oggi, con una visione distorta della società del tempo, viene messa in discussione, confondendo troppo ubbidienza, con sottomissione e peggio connivenza.

Ci si dimentica troppo facilmente di un contesto dove la piramide gerarchica era un'eufemia, dove ai vertici e per i vertici perdurava il sistema piemontese/monarchico di designazione/cooptazione negli incarichi, molto spesso indipendentemente dal rango e dalla posizione gerarchica.

Questa prassi indeboliva la posizione ed il potere contrattuale della Regia Marina, come struttura e come aspirazioni, per quanto si trattasse di una struttura sana, coesa e persino visionaria.

La Marina sapeva, e riferiva ad un sistema che per tutelarsi e perpetuarsi doveva e voleva essere cieco e sordo, doveva "tappare la realtà" per continuare a prosperare.

Un sistema che non era il regime, ma nel regime aveva la sua espressione, fatto di intrecci ed interessi ai quali la Regia Marina come corpo risultò e risulta ancora oggi estranea.

Cosa poteva fare la Regia Marina come corpo coeso nelle proprie tradizioni di etica, sacrificio, dovere ed obbedienza, in silenzio, al di là di azioni personali eclatanti ma senza udienza come era stata a suo tempo quella di Tahon de Revel?

Poteva solo tacere, servendo al meglio, ritenendo con questo di fare gli interessi della Nazione, con i mezzi che altri le avevano messo a disposizione: obbedienza e spirito di sacrificio, ma anche distanza, qualità che emersero una volta di più con il "tutti a bordo" dell'8 settembre.

L' alternativa sarebbe stata il rifiuto se non la ribellione, del tutto ipotetica e nemmeno proponibile, per il "senso della gente" connotato nella stessa natura della Forza.

Chi può, a distanza, pensare ad ipotesi del genere, che non sarebbe stata neppure compresa - nello spirito dei tempi - né in ambito nazionale né in ambito internazionale?

La Regia Marina non si piegò ma obbedì cercando con il sacrificio di servire il Paese in quelle ipotesi di alleanze e "guerra corta" che non tenevano minimamente conto della tecnologia e della preparazione, che furono il vero inganno politico, una politica che aveva se non origini certamente complici e protagonisti nel sistema finanziario e nel sistema industriale italiani che per scelta erano sordi e soprattutto volevano essere ciechi.

Non si possono emettere giudizi tecnico/ingegneristici, tra l'altro falsati dalla conoscenza a posteriori di processi e macchine che al tempo il Paese neppure ipotizzava, su un percorso che non è stato dettato da conoscenze, logica e strategia ma solo da arroganti calcoli politici (provinciali e sbagliati).

Occorre evitare valutazioni errate con il senno di poi, di chi ha magari vissuto l'istituzione, ma in un contesto (ed un Paese) molto più libero.

La vera alternativa, soprattutto per l'epoca, era il suicidio, ma tale azione è una scelta individuale, non poteva essere collettiva; il suicidio dell'istituzione che i vertici, quelli certamente non collusi, per il rispetto stesso del Paese, non vollero nemmeno considerare.

Il rifiuto al suicidio, può anche essere stato preso a giustificazione di quelli che non seppero sbattere la porta, ma erano pochi e non fanno certo storia.

Dare spazio ad un'agiografia dilagante e non riconoscere oggi – mutuando le parole dell'Amm. Falangola – che erano state costruite unità *senza che fossero effettuati studi e fossero state formulate richieste del numero delle unità necessarie con opportune direttive sulle caratteristiche indispensabili per tale naviglio, mentre ci si è solamente trovati ad operare, soprattutto nel caso dei sommergibili un gran numero di unità di caratteristiche antiquate al solo scopo di provvedere in qualche modo al loro impiego* - è continuare nell'alveo della propaganda e nell'offesa di coloro che veramente hanno servito il proprio Paese.

Per fortuna a questi trascorsi oscuri fa riscontro un'altra realtà e la Marina Militare Italiana del dopoguerra, con gli stessi uomini che avevano combattuto sapendo di affrontare un'impresa disperata, ha saputo apprendere le lezioni della storia ... si può e si deve celebrare l'epopea dei nostri sommergibilisti, ma senza cadere nella propaganda, soprattutto senza riesumare a vantaggio di interessi e di industrie conniventi quella propaganda di regime in merito a inesistenti eccellenze ... sarebbe dimenticare e offendere il sacrificio di tanti caduti, un vero sfregio alla memoria.

L'attualità è forse di approccio un po' diverso, con qualche ritorno alla demagogia, ma le deviazioni si spera siano sempre transitorie ...

===== NOTE, richiami e sassolini nelle scarpe =====

Parlando e scrivendo di temi navali, soprattutto quando si "incursiona" in quella nicchia della storia navale che sfiora l'archeologia industriale, è opportuno meditare per riconoscere e riconoscersi

- (1) - **Storico:** ...che descrive o analizza gli avvenimenti nel loro succedersi nel tempo (Treccani) e generalmente e non necessariamente ha competenze o conoscenze tecniche
- (2) - **Storiografo:** ...che scrive di storia (Treccani)
- (3) - **Cronista:** ... autore di una cronaca storico-letteraria (Treccani)
- (4) - **Tecnico:** ... che ha particolare competenza ed esperienza in un'arte, o scienza, o disciplina] ≈ competente, esperto, specialista. (Treccani)
- (5) - **Tecnico dilettante:** ... incompetente. (Treccani)
- (6) - **Pensatore:** Chi pensa o medita, chi esercita la facoltà del pensiero ..talvolta ... con significato meno specifico in quanto il pensare non porta necessariamente alla formulazione di una dottrina sistematica) . Con altro significato, libero pensatore., chi sostiene posizioni anticonfessionali e antidogmatiche (Treccani)
- (7)- **Divulgatore:** Chi divulga o diffonde: farsi d. di nuove dottrine, di una nuova moda; ma anche divulgatore di notizie false o tendenziose; (Treccani)
Chi fa opera di divulgazione culturale: più che un pensatore originale dev'essere considerato un d.; è un intelligente divulgatore. (Treccani)
- (8) - **Affabulatore:** Persona che narra in maniera affascinante e abile o che racconta storie affascinanti ma poco fondate o totalmente infonda (Treccani)
- (9)- **Appassionato:** persona, che o chi è mosso o acceso da passione per qualche cosa (Treccani)
- A volte: neofita ruspante, incontenibile(gcp).
- Sempre: facile preda degli affabulatori(gcp).

Oggi parlando di temi navali occorre destreggiarsi in questo contesto, tra affabulatori e falsi pensatori: chi continua a sfornare opinioni è colui che ha trovato il modo migliore **per eludere l'obbligo di pensare.**

In questo contesto di incantatori di serpenti possono essere credibili, anche se non sempre vincitori, solo coloro che pensando/divulgando/partecipando vogliono e riescono ad accrescere le proprie conoscenze, mettendo a fattore comune le proprie esperienze.

Le navi non sono soli oggetti per esteti o meno....

Non sono solo quei begli oggetti, oggetti che fanno battere il cuore nelle visite e nelle cerimonie, tra fanfare e bandiere.

Parlare di storia navale comporta non solo parlare di scontri e di uomini, citare le navi e supporne pregi e difetti, significa approfondire i perché e come dei componenti dello strumento navale ...

Componenti che comprendono le navi e la loro affidabilità, aderenza ai requisiti, mantenimento delle capacità (...e - perché no? - identificazione degli equipaggi in quella che è casa, famiglia e qualche volta tomba ... perché ciascuna nave ha un'anima, un proprio clima, un proprio mito, che l'accompagnerà sempre, anche nella percezione e superstizione della gente di mare ...)

Invito al riguardo a non leggere alcun testo navale, ma solo a meditare poche pagine di un romanzo, "Quelli della San Pablo", nella descrizione dell'imbarco del marinaio ribelle, relegato, non destinato, su una stazionaria dimenticata in un angolo della Cina ...

La maggior parte delle unità militari non è arrivata né arriva mai ad uno scontro, al combattimento, e per quelle poche che ci sono arrivate il combattimento rappresenta un'infima porzione della loro vita operativa.

È quella che va conosciuta e valutata.

Una volta si diceva che la vita media delle navi era di 25 anni, oggi è ampiamente superata, ma anche considerando i minimi di vita, quanto incide il momento dell'azione sull' intera vita della nave e sul giudizio che si deve dare di essa?

Anche una nave pessima può dare, casualmente, il meglio e portare dei risultati nell' effimero dello scontro, ma questo non farà di essa una buona unità, né sarà ricordata dal suo equipaggio come "la nave".

Ricordo che in occasione di uno dei miei imbarchi trovai una scritta, su una paratia: "... **la macchina è il cuore la coperta il cervello, ... pazzi si vive senza cuore si muore ...**" probabilmente lo sfogo esasperato di qualche fuochista vessato e fustigato dal secondo di turno ...

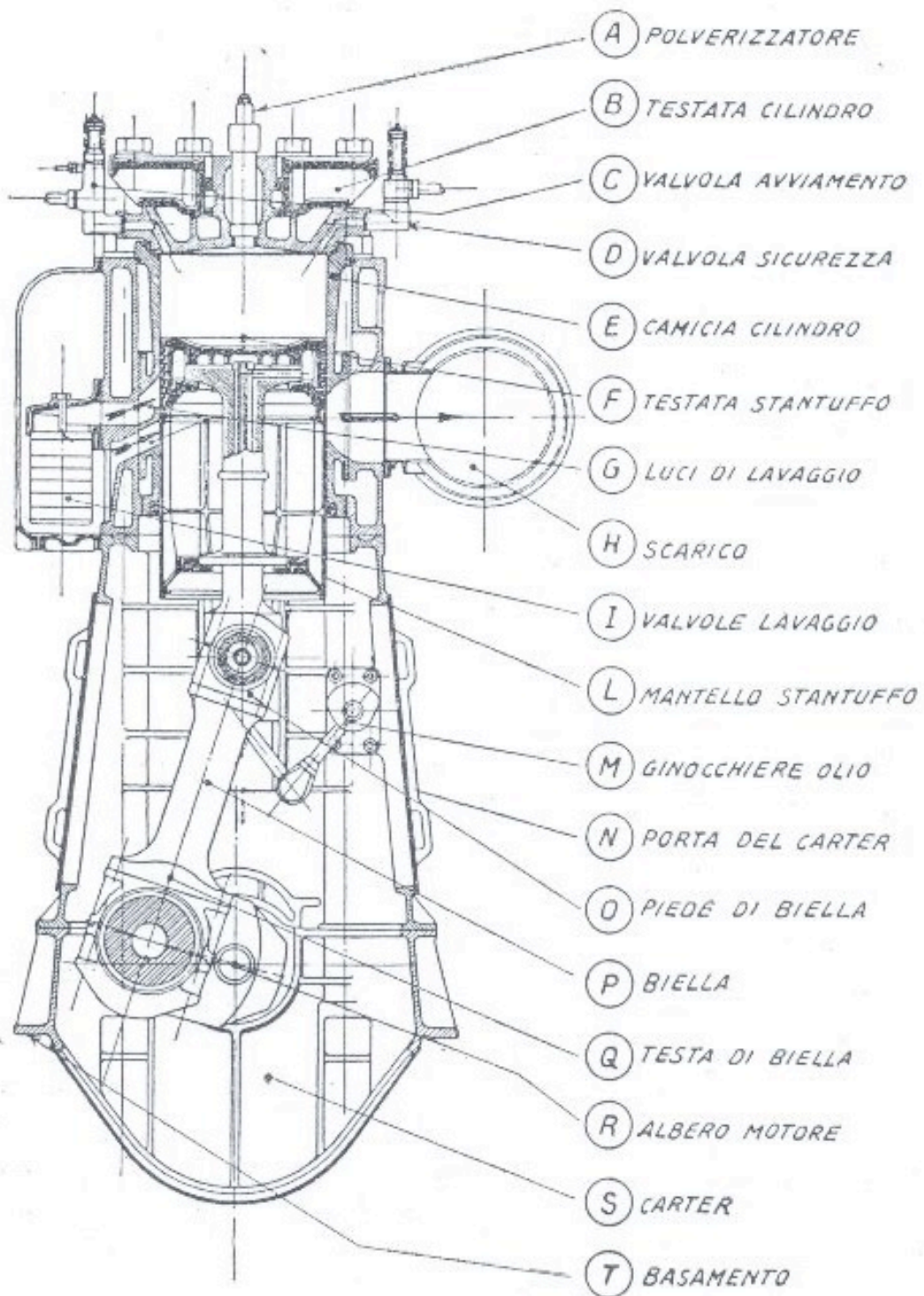
Gli scontri tra "*coperta*" e "*macchina*" facevano da sfondo alla vita di bordo, e per fortuna oggi, con i nuovi ruoli e l'integrazione dei servizi, sembrano sopirsi, ma tali scontri hanno permeato la vita e la storia spicciola delle Marine (poco descritta e meno tramandata), al punto di influenzare anche i navalisti, più portati al "cosa è successo e come", più che ai "**perché**" delle navi.

L' evoluzione della costruzione, e ancora di più degli apparati motori è stata vertiginosa, con poche evoluzioni e cambi repentini, molto più sostanziali che gli stessi armamenti, eppure si continua a parlare di quando tuonavano i grossi calibri ...

Questo ha fatto sì che anche a pochi decenni di distanza si siano persi non solo le conoscenze, ma gli stessi rudimenti di tecnologie anche molto sofisticate nel loro momento.

Già è difficile capire la (più vicina e "semplice") situazione degli apparati della 2^a GM, ed addirittura quelli dell'immediato dopoguerra, e pertanto parlare di apparati motori della 1^a GM è parlare di archeologia industriale, neppure navale.

E' molto difficile approfondire, od addirittura riscrivere, la storia di uno scontro, senza una buona conoscenza tecnica delle navi che l'hanno combattuto, e è particolarmente arduo, e rischioso, parlare di storia navale in merito alle due Guerre Mondiali, laddove gli aspetti tecnico/navali sono stati particolarmente critici per la concomitanza di vari fattori concomitanti e convergenti di questa archeologia navale, con limitanti non sempre correttamente valutabili delle unità impiegate, sicuramente diverse da quelle risultanti dalle odierne conoscenze.



concludendo ... dove batte il cuore: il mitico motore 400 fonte di soddisfazioni e dolori

Alcune generazioni di Motoristi Navali ed Ufficiali GN si sono confrontati con questa macchina a cominciare dagli esemplari didattici in Accademia Navale ed alle Scuole per poi accompagnarsi nella vita quotidiana di bordo, come con un vecchio amico che alla fine non tradiva mai

ILLUSTRAZIONI

Figure e Foto

Fig. 1-	Sezione trasversale del motore FIAT tipo 2 C. 226.....	Pag.	6
Fig. 2-	Progetto TOSI di torpediniera a propulsione diesel, maggio del 1912.....	Pag.	16
Fig. 3-	Soluzione costruttiva TOSI di motore diesel a 2 T progetto della torpediniera a tre assi.	Pag.	17
Fig. 4-	Sistema di lubrificazione a ginocchiera	Pag.	18
Fig. 5-	Schema concettuale dell'iniezione meccanica.....	Pag.	19
Fig. 6-	Motori NELSECO a 6 e 8 cilindri.....	Pag.	21
Fig. 7-	Assonometria dell'installazione tipica a.m. anni '30 sui sommergibili statunitensi	Pag.	23
Fig. 8-	Piani generali del Smg Foca nell' allestimento originale su tre assi.....	Pag.	28
Fig. 9-	Prove motori accoppiati per 900 HP – stati uniti 1916	Pag.	29
Fig. 10-	Motori NELSECO in fase di installazione sul USS N-1 - SS 53 –in costruzione	Pag.	29
Fig. 11-	Apparato motore di un sommergibile classe E inglese con motori Vickers	Pag.	30
Fig. 12-	ripartizione delle prede belliche tedesche tra le potenze vincitrici	Pag.	30
Fig. 13-	motore 2 C. 116, recuperato dal sommergibile "Medusa	Pag.	31
Fig. 14-	Fasi di un motore diesel a due tempi con lavaggio trasversale.....	Pag.	32
Fig. 15-	Fasi di un motore diesel a due tempi con lavaggio longitudinale.....	Pag.	33
Fig. 16-	Soluzione Tosi per testata di motore a 4T con valvole di lavaggio	Pag.	34
Fig. 17-	Prove motore destinato ai sommergibili posamine della classe X – ANSALDO 1916	Pag.	34
Fig. 18-	Motore (MAN) da 140 HP a 375 giri/1' preso in considerazione da Del Proposto	Pag.	40
Fig. 19-	Schema di propulsione diesel elettrica tipica, prop. permanente "Del Proposto"	Pag.	
Fig. 20-	Schema propulsivo misto, diesel elettrico/tradizionale, soluzione "Del Proposto".....	Pag.	44
Fig. 21-	Applicaz. tipica del "sistema Del proposto" con due motori accoppiati assialmente	Pag.	45
Fig. 22-	applicazione tipica del "sistema Del proposto" su unità a due assi	Pag.	46
Fig. 23-	Giunto elettromagnetico Vulkan, soluzione "Del Proposto".....	Pag.	47
Fig. 24-	Motore diesel di propulsione della M.C. Sarmat, da 140 hp.	Pag.	47
Fig. 25-	Sez longitudinale cannoniera prop. Diesel da 1300T per la Marina Russa.....	Pag.	48
Fig. 26-	Sez trasversale e particolari cannoniera prop. Diesel da 1300T per la Marina Russa.....	Pag.	49
Fig. 27-	Tavola illustrativa motore diesel "sistema Del Proposto" (da Rivista Marittima 10 1906).....	Pag.	49
Fig. 28-	Tavola illustrativa motore diesel "sistema Del Proposto.....	Pag.	52
Fig. 29-	Progetto preliminare Laurenti - Del Proposto 1910.....	Pag.	54
Fig. 30-	Sistemazione A.M. sommergibile tedesco, inizi 1 ^a GM	Pag.	56
Fig. 31-	Sistemazione A.M. sommergibile Medusa, più spazioso delle classi successive	Pag.	57
Fig. 32-	prove al banco del primo motore a due tempi costruito nel 1909 per sommergibili	Pag.	57
Fig. 33-	Motore a 2Tempi FIAT SG 2C. 116 - basamento in bronzo con albero a gomiti	Pag.	58
Fig. 34-	Motore a 2T 2C. 116 –in fase di montaggio in officina.....	Pag.	58
Fig. 35-	Pistone composito, cilindro e pompa aria, motore FIAT a 2 Tempi 2C. 116.....	Pag.	59
Fig. 36-	Sezione trasversale e longitudinale del motore tipo 2C. 116.	Pag.	60
Fig. 37-	Motore per sommergibile. Vista lato dr - Anno 1913 - 750 HP -	Pag.	61
Fig. 38-	Motore per sommergibile. Vista lato sn - Anno 1913 - 750 HP - 400 giri/l	Pag.	61
Fig. 39-	Motore per i sommergibili di grande dislocamento Pacinotti e tipo U 42	Pag.	62
Fig. 40-	Sezione trasversale del motore 2C.126.	Pag.	62
Fig. 41-	Sommergibile "Pacinotti" e nave appoggio brasiliana Ceará	Pag.	63
Fig. 42-	Motore dei Sommergibili tipo "F"	Pag.	64
Fig. 43-	Motore per grandi sommergibili costruito nel periodo 1914-1919.....	Pag.	65
Fig. 44-	Sezione trasv. e longit. motore tipo 2 C. 226. – Pompa aria comburente separata.....	Pag.	66
Fig. 45-	Sezione trasv. con pompa aria separata, laterale, azionata da bilancieri.....	Pag.	67
Fig. 46-	Testata tipica di motore TOSI che ne evidenzia la complessità costruttiva.....	Pag.	68
Fig. 47-	Motori TOSI - azionamento dei polverizzatori	Pag.	68
Fig. 48-	Motore TOSI per smg. tipo Nautilus migliorato	Pag.	69
Fig. 49-	TOSI: complesso doppio impiego compressore/avviamento	pag.	69
Fig. 50-	Motore TOSI ad otto cilindri per smg. tipo Torricelli	Pag.	70
Fig. 51-	Sezioni motori TOSI da 1500 HP	Pag.	70
Fig. 52-	Motocisterna LETE, della classe utilizzata per prove comparative su motori FIAT e TOSI..	Pag.	71
Fig. 53-	Tabella sintetica risultati prove comparative motori TOSI 2T e 4T	Pag.	72
Fig. 54-	Motore TOSI da 1500 HP a 2T a 6 cilindri.....	Pag.	72
Fig. 55-	Motore TOSI da 1500 HP a 4T a 8 cilindri.....	Pag.	72
Fig. 56-	Testa di pistone TOSI refrigerata a circolazione d' olio.....	Pag.	73

Fig. 57-	TOSI: valvola di scarico gas a circolazione d' acqua	Pag.	74
Fig. 58-	Sommersgibile "Marcello, dotato di 2 motori FIAT 2C. 226 a 2T	Pag.	74
Fig. 59-	L' apparato motore dell'U166	Pag.	75
Fig. 60-	Monitor da battaglia semisommersgibile" da 21.600 T Progetto 3° - N. Soliani	Pag.	83
Fig. 61-	Occupazione di spazi dell' am a livello di ponte di stiva – F. Cassone	Pag.	85
Fig. 62-	Proposta di F. Cassone per la propulsione di unità di linea – gruppi di motori	Pag.	89
Fig. 63-	Unità "AntiMas", proposta Cassone	Pag.	91
Fig. 64-	Motori FIAT A25 per nave porta velivoli Guidoni -.....	Pag.	93
Fig. 65-	Motore Q 458 a 8 cilindri per smg. di grande crociera classe "Balilla,	Pag.	99
Fig. 66-	Compressore aria ad alta pressione per iniezione combustibile	Pag.	100
Fig. 67-	Seziona trasversale e longitudinale del motore TOSI Q 458	Pag.	100
Fig. 68-	Locale MMTTPP del sommersgibile MILLELIRE, motori FIAT da 2000 – ca anno 1928.....	Pag.	101
Fig. 69-	Apparato motore del Smg Calvi, con motori tipo FIAT Q 458 a 2Tempi	Pag.	101
Fig. 70-	Apparato motore del Smg Des Geneis con motori Tosi K6 a 4 Tempi.....	Pag.	102
Fig. 71-	Pulpito di comando dei MMTTPP TOSI da 1500 HP sul smg. Ferraris	Pag.	103
Fig. 72-	Motore Diesel Thornycroft da 800 HP per sommersgibili, ca 1926.....	Pag.	104
Fig. 73-	Sezioni trasversali pompe di iniezione, FIAT e TOSI	Pag.	106
Fig. 74-	Polverizzatore per motori FIAT 407 e 409	Pag.	107
Fig. 75-	Polverizzatore per motori General Motors	Pag.	108
Fig. 76-	Il primo motore Fiat a iniezione diretta. Anno 1928.....	Pag.	109
Fig. 77-	Motore 4T FIAT 254 da 210 HP adottato per la propulsione diesel elettrica	Pag.	109
Fig. 78-	Primo grande motore Fiat a iniezione diretta. Anno 1932 - tipo LS. 606	Pag.	110
Fig. 79-	Nave Coloniale Eritrea, unità polivalente con motori diesel FIAT	Pag.	111
Fig. 80-	Motori di propulsione a doppio effetto di nave Eritrea (tipo DM. 456)	Pag.	112
Fig. 81-	Sezione trasversale motore a doppio effetto (tipo DM. 456	Pag.	113
Fig. 82-	La sistemazione dell'a.m. dell'Eritrea, classificata Nave Coloniale	Pag.	113
Fig. 83-	Proposta per la rimotorizzazione delle corazzate classe Cavour	Pag.	115
Fig. 84-	Motore FIAT Q458 per applicazione diesel elettrica sul traghetti Scilla.....	Pag.	116
Fig. 85-	Motore TOSI W6 da 750 HP per smg Classe Adua	Pag.	119
Fig. 86-	Motore MS 328 per sommersgibili da 670 T	Pag.	119
Fig. 87-	Sez. Trasversale motore FIAT MS 328, stantuffi tuffanti	Pag.	120
Fig. 88-	Sistemazione motori FIAT su smg classe 600	Pag.	120
Fig. 89-	Motore MS 409 – costruito da FIAT nel 1939 per i sommersgibili oceanici	Pag.	121
Fig. 90-	Sezione trasversale Motore MS 409	Pag.	122
Fig. 91-	Motore TOSI E6 da 1700 HP destinato al R. Sommersgibile BRIN (1936)	Pag.	122
Fig. 92-	Versione del Motore TOSI W6 – da 750-800 HP	Pag.	123
Fig. 93-	Motore a FIAT 4 tempi - 300 HP a 500 giri	Pag.	124
Fig. 94-	Motore Diesel veloce Fiat V1616 a 4 tempi per MAS e battelli veloci	Pag.	125
Fig. 95-	Sez. trasv. motore Diesel veloce Fiat V1616 a 4 tempi per MAS e battelli veloci	Pag.	126
Fig. 96-	Vista posteriore, accoppiamento, motore Mercedes-Benz MB-518-v-20	Pag.	127
Fig. 97-	Sistemazione generale Propulsore unico elaborato dall' Ing. Cardile per TOSI	Pag.	131
Fig. 98-	Schema di sistema rigenerativo per l'uso in immersione dei MMTTPP, Germania 1933	Pag.	133
Fig. 99-	Allestimento del sommersgibile sperimentale tedesco V80 a motore anaerobico	Pag.	134
Fig. 100-	Schema dell'a.m. a ciclo chiuso di un minisommersgibile tedesco tipo Seehund	Pag.	134
Fig. 101-	Uscita del sottomarino d' assalto S3 dallo stabilimento di Baia, nel 1943.....	Pag.	135
Fig. 102-	Un sommersgibile «Tipo XVII» con propulsione Walter nei cantieri di Kiel	Pag.	135
Fig. 103-	Sacche del perossido di idrogeno su U 1407, battello tipo XVIIB	Pag.	136
Fig. 104-	Un sommersgibile in affioramento od allo snorkel non è invisibile	Pag.	136
Fig. 105-	Applicazioni di snorkel sui tipi IXC tedeschi	Pag.	138
Fig. 106-	Valvolone di scarico gas combusti MMTTPP	Pag.	139
Fig. 107-	Accoppiatoio elettromagnetico Vulkan	Pag.	147
Fig. 108-	Accoppiatoio POMINI centrifugo ed a frizione.....	Pag.	148
Fig. 109-	Accoppiatoio POMINI superpotente.....	Pag.	149
Fig. 110-	Accoppiatoio tedesco a semplice cono ed a frizione a secco.....	Pag.	150
Fig. 111-	Azionamento ad aria compressa dell'accoppiatoio a semplice cono ed a secco.....	Pag.	151
Fig. 112-	Accoppiatoio SANDNER, in grado di smorzare le vibrazioni.....	Pag.	152
Fig. 113-	Accoppiatoio idraulico Vulcan- TOSI	Pag.	153
Fig. 114-	Accoppiatoio POMINI a denti.....	Pag.	154

Fig. 115-	Schema semplificato degli accoppiatoi dei smg tedeschi tipo VII.....	Pag.	155
Fig. 116-	Pulpito di manovra e gli organi di inversione di un motore TOSI.....	Pag.	156
Fig. 117-	Distribuzione con doppia serie di eccentrici, albero con spostamento assiale.....	Pag.	157
Fig. 118-	Distribuzione con doppia serie di eccentrici e doppia serie di rulli.....	Pag.	157
Fig. 119-	Distribuzione con calettamento variabile con giunto a settori	Pag.	157
Fig. 120-	Il VITONE dei comandi dei motori della serie 400.....	Pag.	158
Fig. 121-	Evoluzione delle forme dell'elica nel periodo considerato.....	Pag.	159
Fig. 122-	Propulsione ad azione diretta, schema concettuale.....	Pag.	163
Fig. 123-	Propulsione Diesel elettrica, schema concettuale	Pag.	164
Fig. 124-	Schema concettuale funzione controportelle tubi lanciasiluri	Pag.	169
Fig. 125-	Smg Argonauta al varo con le controportelle di avviamento installate	Pag.	170
Fig. 126-	Sommergibile Marcello al varo (nov. 1937) senza controportelle	Pag.	170
Fig. 127-	Particolare della prora de Smg CAGNI nel 1941 a fine allestimento senza c-p.	Pag.	171
Fig. 128-	Comparazione grafica tra motori a 2T e 4T della stessa potenza	Pag.	173
Fig. 129-	Modalità di lavaggio a confronto	Pag.	174
Fig. 130-	Pompe aria a stantuffi a doppio effetto	Pag.	176
Fig. 131-	Valvole automatiche di aspirazione e mandata era diversa tra FIAT e TOSI.....	Pag.	176
Fig. 132-	Pompa aria a lobi – schema concettuale pompa volumetrica rotativa tipo Roots	Pag.	177
Fig. 133-	Pompa aria a più lobi – schema concettuale	Pag.	177
Fig. 134-	Schema di sovralimentazione compressore-asse, pompa alternativa a due stadi	Pag.	179
Fig. 135-	Assonom. di sovralimentazione compressore-asse con pompa rotativa, tipica USA	Pag.	180
Fig. 136-	Schema di sovralimentazione compressore-asse con pompa rotativa, tipo Root	Pag.	180
Fig. 137-	Schema di sovralimentazione mediante turbocompressore a gas di scarico.....	Pag.	181
Fig. 138-	Turbosoffiante Büchi	Pag.	181
Fig. 139-	Motore TOSI da 1350 HP portato a 2000 HP a 215 g/1' con turbosoffiante Büchi.....	Pag.	182
Fig. 140-	Motore TOSI da 850 HP portato a 1350 HP a 215 g/1' con turbosoffiante	Pag.	183
Fig. 141-	Schema problema di scorrimento dell'onda con il battente allo scarico dei diesel.....	Pag.	184
Fig. 142-	Schema idroeiettore Ferretti	Pag.	185
Fig. 143-	Schema di scarico gas combusti dei Fleet Submarines della US Navy.....	Pag.	185
Fig. 144-	Acheronte, motocisterna impiegata per la valutazione dell'a.m. "unico" Del Proposto....	Pag.	187
Fig. 145-	Sistemazione dell'a.m. con motori TOSI destinato ai guardacoste sovietici.....	Pag.	188
Fig. 146-	Comando di avviamento e pompa di iniezione motore FIAT MS 407.....	Pag.	189
Fig. 147-	Smg " Faà di Bruno" dotato di 2 motori FIAT MS 407 -	Pag.	190
Fig. 148-	Sez. longitudinale smg Caracciolo dotato di motori MS 409	Pag.	190
Fig. 149-	Motore 407MS. Vista prodiera, lato collettore di scarico - pompe di lavaggio in ev.	Pag.	191
Fig. 150-	Personale al posto di manovra sul GIADA, serie Platino, vista verso pp. – Motori 407.....	Pag.	192
Fig. 151-	Sistemazione Apparato Motore Corvetta classe "Ape/Gabbiano, motori M 407.....	Pag.	192
Fig. 152-	Personale al posto di manovra sul pulpito di un motore MS407 sulle corvette AS.....	Pag.	193
Fig. 153-	Compressore Junkers a pistoncini liberi alle prove in officina.....	Pag.	194
Fig. 154-	Particolare posto di manovra motori MS 407 corvette AS	Pag.	195
Fig. 155-	Lo schema tipico comando e manovra delle unità con propulsione diesel	Pag.	195
Fig. 156-	Passerella centrale dell'A.M. della corvetta Chimera, F 549, motore 407MS	Pag.	196
Fig. 157-	Pulpito di comando dei motori MS407 guardando Pp., ancora nei primi anni '70	Pag.	196
Fig. 158-	Vista poppiera del Motore MS407 con la disposizione dei comandi	Pag.	197
Fig. 159-	Motore 409 T. Vista laterale lato lavaggio e volano.....	Pag.	197
Fig. 160-	Sezione delle pompe di lavaggio FIAT a doppio effetto.....	Pag.	175
Fig. 161-	MS 407 – ultimo esemplare abbandonato a Mariscuole la Maddalena	Pag.	198
Fig. 162-	Sezioni longit. e trasv. dell'a.m. del sommergibile Calvi con motori MS 409.....	Pag.	199
Fig. 163-	Schema tipico della sistemazione della linea d' assi, a poppavia del MTP	Pag.	199
Fig. 164-	Giunto Pomini – versione finale.....	Pag.	199
Fig. 165-	Sezione longitudinale unità scorta tipo AS450	Pag.	201
Fig. 166-	Sezioni Trasversali Motori MS409 ultime serie	Pag.	202
Fig. 167-	Sistemazione dell'Apparato Motore delle corvette Indonesiane classe " Pattimura „.....	Pag.	203
Fig. 168-	Apparato motore per corvette tipo SDS (Seaward Defence Ship).....	Pag.	204
Fig. 169-	Sistemazione Apparato Motore PCE Nato/off shore (Classe " Albatros ")	Pag.	205
Fig. 170-	Schema A.M. delle corazzate classe Doria rimodernate.....	Pag.	
Fig. 171-	Schema di riferimento apparato motore classe Deutschland	Pag.	
Fig. 172-	Pubblicità della MAN esplicita sull' adozione dei diesel per la classe Deutschland	Pag.	

Fig. 173-	Assonometria apparato motore cl. Deutschland da Popular Mechanics	Pag.
Fig. 174-	Motore MAN M9Z 42/58	Pag.
Fig. 175-	Proposta A.M. diesel per le corazzate classe Doria rimodernate	Pag.
Fig. 176-	Sezioni A.M. a vapore delle corazzate classe Doria rimodernate	Pag. 214
Fig. 177-	Ipotesi giapponese di apparati motori combinati diesel – vapore	Pag. 214
Fig. 178-	Foto e sezione del prototipo del motore FIAT a doppio effetto	Pag. 215
Fig. 179-	Motore diesel veloce FIAT a doppio effetto da 4000HP	Pag. 216
Fig. 180-	Ipotesi di propulsione Diesel per le corazzate classe Cavour , sez. long.	Pag. 217
Fig. 181-	Ipotesi di propulsione Diesel per le corazzate classe Cavour, pianta	Pag. 220
Fig. 182-	Profilo della portaerei di scorta SPARVIERO	Pag. 221
Fig. 183-	Giunti/gruppi riduttori delle tre unità classe Deutschland	Pag. 223
Fig. 184-	Schema funzionale del giunto dei gruppi riduttori	Pag. 224
Fig. 185-	Montaggio al banco dei motori a doppio effetto per ROMA e AUGUSTUS	Pag. 226
Fig. 186-	Schema generale dell'a.m. su quattro assi della portaerei AQUILA	Pag. 226
Fig. 187-	Lo scafo dello Sparviero all' inizio della ricostruzione	Pag. 227
Fig. 188-	Sez. smg russi della classe Karp costruiti tra 1905 ed il 1907 da Germaniawerft.....	Pag. 257
Fig. 189-	Motore MAN S6V 45/42, da 1200 HP, Smg Tedesco U54.....	Pag. 258
Fig. 190-	U19 in costruzione- sezione scafo apparato motore, vista da pp. con motori MAN	Pag. 259
Fig. 191-	Schema completo della propulsione di un battello tipo VIIC	Pag. 260
Fig. 192-	Motore Deutz MWM RS 34 S. 1940, da un Type XXIII	Pag. 261
Fig. 193-	Locale MMTTPP di un sommergibile VIIC.....	Pag. 262
Fig. 194-	Regolazione di un motore 4-tempi M6V 40/46 a bordo di un sommergibile Type VII.....	Pag. 263
Fig. 195-	Motore MAN M6V40/46 KBB a 4 tempi	Pag. 264
Fig. 196-	Posizionamento di un motore MAN M6V40/46 KBB in una sezione di tipo XXI.....	Pag. 264
Fig. 197-	Sostituzione di un MTP sull' U-593, un battello Type VIIC.....	Pag. 268
Fig. 198-	profilo della S1, prototipo delle schnellboote derivata dallo yacht Oheka II	Pag. 269
Fig. 199-	motore diesel aeronautico Daimler-Benz OF-2	Pag. 273
Fig. 200-	motore DB 602.....	Pag. 274
Fig. 201-	motore MB 501 a confronto con il DB 602	Pag. 275
Fig. 202-	motore MB 502 sostanzialmente identica al DB 602	Pag. 276
Fig. 203-	motore MB 507	Pag. 277
Fig. 204-	Fig. 204 - motore MB 511 musealizzato	Pag. 278
Fig. 205-	Fig. 205 - motore MB 518 ultima versione dei motori V-20	Pag. 279
Fig. 206-	Fig. 206 - sezione trasversale MB518 ed assonometria di un cilindro	Pag. 280
Fig. 207-	Fig. 207 – Assemblaggio finale in officina di motori MB 518	Pag. 281
Fig. 208-	Fig. 208 - La motocannoniera 490 della MMI	Pag. 282
Fig. 209-	Fig. 209 – SENTINELLA, configurazione originale	Pag. 282
Fig. 210-	Fig. 210 – il prototipo di turbosoffiante ed il brevetto Büchi	Pag. 284
Fig. 211-	Motore MAN 2 Tempi a doppio effetto, prove al Banco, Norimberga 1914	Pag. 285
Fig. 212-	Sez. trasv. motore a doppio effetto MAN per corazzate	Pag. 286
Fig. 213-	vista laterale di un motore MAN M9Z 42/58	Pag. 288
Fig. 214-	Sezioni trasversali del motore MAN M9Z 42/5	Pag. 289
Fig. 215-	sezione trasversale del motore MAN L11Z 19/30.	Pag. 290
Fig. 216-	sezione trasversale del motore MAN V12Z 32/44 con nuovi collettori	Pag. 291
Fig. 217-	Spähkreuzer 1938, profilo	Pag. 292
Fig. 218-	Fig. 218 - Zerstörer 1942, sez longitudinale e ponte di stiva	Pag. 293
Fig. 219-	Fig. 219 - Motore MAN V12Z 32/44 in fase di montaggio finale al banco	Pag. 293
Fig. 220-	USS Plunger e USS Shark – i primi due battelli Holland, a New Suffolk, N.Y., nel 1902.....	Pag. 294
Fig. 221-	Assonometria di motore NELSECO,	Pag. 296
Fig. 222-	Sistemazione di un apparato motore con macchine NELSECO,	Pag. 290
Fig. 223-	Locale MMTTPP del U 88, preda bellica trasferito negli Stati Uniti.....	Pag. 297
Fig. 224-	Motore MAN S6V 45/42, di costruzione 1918, preda bellica statunitense.....	Pag. 297
Fig. 225-	S3 (poi SS107) unità delle prove comparative con gli Uboot di preda bellica.....	Pag. 298
Fig. 226-	Componenti elementari dei motori del UB-88 smontati per ispezione negli USA	Pag. 299
Fig. 227-	USS T-3 – Primo e infelice tentativo della US Navy di dotarsi di un fleet submarine.....	Pag. 299
Fig. 228-	Locale MMTTPP di un battello classe S.....	Pag. 300
Fig. 229-	NELSECO, motori diesel destinati alla classe S.....	Pag. 301
Fig. 230-	Locale MMTTPP del T3 dopo l'installazione dei motori BuEng copie dei MAN.....	Pag. 303

Fig. 231-	Montaggio a bordo del sommergibile S20 di un motore BuEng – MAN nel 1932.....	Pag.	304
Fig. 232-	USS PORPOISE, SS 172.....	Pag.	307
Fig. 233-	Motore diesel G.M. 16-278A, lato pulpito di comando.....	Pag.	308
Fig. 234-	Sezione trasversale del motore diesel G.M. 16-278°	Pag.	309
Fig. 235-	Sezione e schema di funzionamento di motore a pistoni contrapposti.....	Pag.	310
Fig. 236-	Assonometria motore diesel Fairbanks Morse a pistoni contrapposti F-M 38D 8 1/8"	Pag.	310
Fig. 237-	Sezione trasv. motore diesel Fairbanks Morse a pistoni contrapposti F-M 38D 8 1/8"	Pag.	311
Fig. 238-	Sezione trasversale del motore diesel a doppio effetto HOR 99DA.....	Pag.	312
Fig. 239-	Locale MMTTPP di un sommergibile della US Navy nei primi anni 40.....	Pag.	315
Fig. 240-	Motore sovralimentato di dr del Thames in montaggio in officina	Pag.	316
Fig. 241-	Motori MAN sovralimentati da 1250 HP montati in Inghilterra da Scott.....	Pag.	317
Fig. 242-	Confronto tra 25 anni di tecnica costruttiva, Germania 1 ^a GM, Italia 2 ^a GM.....	Pag.	323

Tabelle

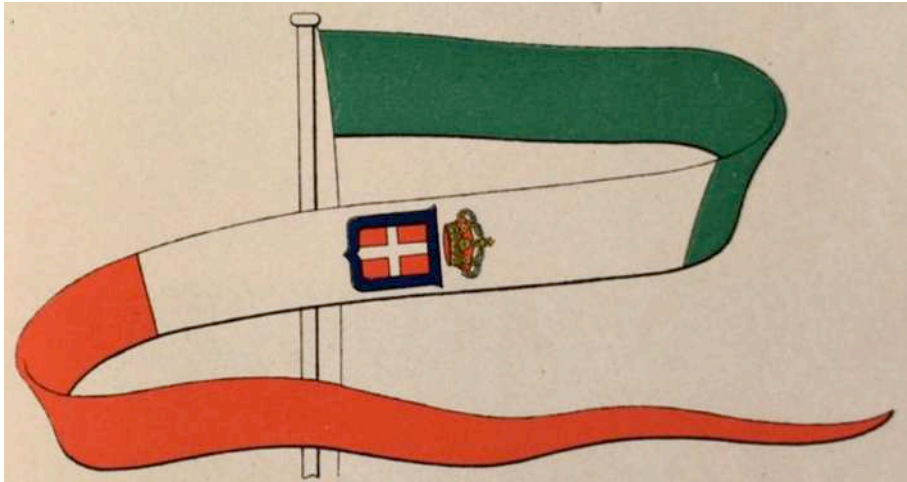
Tab. 1 – Prospetto adozione motori endotermici per sommergibili, 1900 -1920.....	Pag.	36
Tab. 2 – Prospetto adozione motori endotermici per sommergibili, 1920 -1943.....	Pag.	37
Tab.3 – Stato di obsolescenza delle unità italiane già nel primo anno di guerra.....	Pag.	104
Tab.4 - Tabella comparativa di pesi e volumi rispetto alle prestazioni tra apparati motori ad azione diretta e diesel elettrici	Pag.	165
Tab.5 - Sintesi delle valutazioni di motori diesel per uso militare, comparativa	Pag.	219
Tab.6 - analisi comparativa - propulsori sommergibili tedeschi e statunitensi – 1940-45.....	Pag.	265
Tab. 7 - Caratteristiche dei sommergibili tedeschi Tipo VII	Pag.	267
Tab. 8 - Sequenza di costruzione Schnellboote	Pag.	270
Tab. 9 - il Bureau of Engineering e la replica dei motori M.A.N.	Pag.	304
Tab.10 - Le criticità della propulsione diesel dei sommergibili della US Navy	Pag.	305
Tab.11 -Motori endotermici dei sommergibili dalla US Navy 1900 -19.....	Pag.	314

Bibliografia

1. Vanelli – Di Meco – Macchine Termiche – Marinaccad, Livorno, 1962
2. Lupetti – Macchine Marine - Marinaccad, Livorno, 1962
3. FIAT G.M.T – Manuale d' uso Motori 407
4. USMM – i sommergibili italiani - 1966
5. USMM – esploratori fregate avvisi, corvette italiani – ediz 1969
6. USMM – le navi di Linea Italiane – 1962
7. G. Goria – Evoluzione dei motori Diesel a due tempi - Bollettini Tecnici FIAT Grandi Motori
8. F. De Ninno – I sommergibili del fascismo – Ediz Onicopli 2014
9. F. De Ninno - Fascisti sul mare, La Marina e gli ammiragli di Mussolini - Edizioni Laterza
10. Mattesini F., "Betason - La guerra negli Oceani (1940-1943)" USMM, 1993
11. Mattesini F., "Corrispondenza e Direttive Tecnico-Operative di Supermarina", Vol. 1 e 2, USMM
12. F. Minniti –Le materie prime nella preparazione bellica – Storia Contemporanea, febbr 1986
13. BETASOM – Forum sommergibili atlantici
14. Turrini/Miozzi "Sommergibili italiani" Ed. USMM
15. J.P. Malmann Showell – U-Boats Under the Swastika – USNI
16. E. Rossler – The U-Boat – USNI 1981
17. R. Stern - Type VII U-Boats – USNI 1991
18. N. Friedman, U.S. Submarines Through 1945: An Illustrated Design History. USNI, 1995.
19. J.D. Alden, The Fleet Submarine in the U.S. Navy: A Design and Construction History. USNI, 1979,
20. E. C. Magdeburger, "Diesel Engine in United States Navy." American Society of Naval Engineers (1925).
21. L. Cummins - Diesels for the First Stealth Weapon-Submarine Power 1902-1945. Wilsonville, OR: Carnot Press, 2007.
22. E. Moriondo - Motrici a combustione interna.
23. G. Giorgerini – Uomini sul fondo
24. E. Bravetta – L' insidia sottomarina – Hoepli, Milano – 1931
25. E. Bravetta – Macchine infernali, Siluri e lanciasiluri – Ediz. Trves – Milano 1917
26. W.Guy Carr – Les sousmarine anglais dans la guerre Mondiale – Payot, Paris – 1931
27. M. Laboeuf - Sousmarines et Submersibles – delagrave, Paris – 1915
28. L.Guglielmotti – La Nave sommergibile – Albrighi, Milano per dante Alighieri - 1931
29. P. M. Heldt - I motori Diesel veloci (trad. Ing. F. Bonavoglia).
30. P.Berardi – Sommergibili moderni – Marinaccad Livorno 1943
31. US NAVY – Fleet submarine manuals – Navpers 16161 – 1944
32. 20th Century guide for diesel engines 1922 by: WESTERN TECHNICAL BOOK Co, Inc.SEATTLE, WASHINGTON.
33. Ministero Marina - Almanacco 1939
34. Ministero Marina – ANNALI VASCA NAVALE di ROMA – 1938, 1939
35. Società Franco Tosi - Monografie.
36. Società Pomini - Monografie.
37. Società CRDA - Monografie
38. Società FIAT – Monografie – Bollettini Tecnici G.M.T 1949-1961
39. Rivista Marittima nov. 1916 - D. Cardile- la questione del motore unico per i smg – pp. 211-227
40. Rivista Marittima - gennaio 1920- V. De Feo - gennaio 1920
41. Rivista Marittima Maggio 1920 - Romeo Bernotti - L' importanza del sommergibile – Pp 233 – 250
42. Rivista Marittima - Giugno 1921 - N.Soliani - Avvenire delle Navi da Guerra - Rivista Marittima Giugno 2021 –
43. Rivista Marittima - Giugno 1921 - - V. De Feo - Rivista Marittima Giugno 1921
44. Rivista Marittima - ottobre 1921 - - F. Cassone – la fase attuale dell' evoluzione delle navi da battaglia (studio critico) - Rivista Marittima ottobre 1921
45. Rivista Marittima Nov. 1921 - Vittorio Fabri - Sommergibili moderni – pp 521 – 526
46. Rivista Marittima Lug/ago 1922 - F. Cassone – sull' avvenire del sommergibile – pp 188-207
47. Rivista Marittima Genn 1923 – n.d.- sull' efficacia dei sommergibili – pp. 272 -276

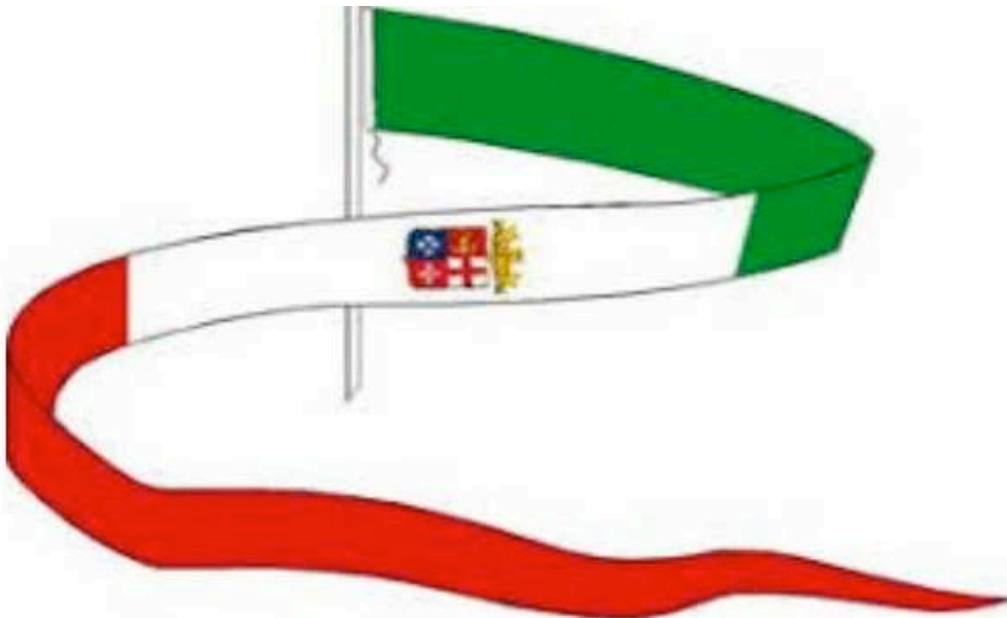
48. *Rivista Marittima* Aprile 1924 - G. Sechi - *Riflessioni sui sommergibili* – pp. 5 -27
49. *Rivista Marittima* Maggio 1924 - V.De Feo - *Sommergibili Tipo O* – pp. 327 -369
50. *Rivista Marittima* Aprile 1928 - De Courteen - *Caratteristiche del naviglio subacqueo* – pp. 17 -41
51. *Rivista Marittima* Giugno 1928 - G. Maranghini- *Il sommergibile moderno* – Pagg381 -393
52. *Rivista Marittima* Ott 1928 - n d - *L'evoluzione del sommergibile*
53. *Rivista Marittima* Aprile 1929 - L. Fea - *Sommergibili – Evoluzione del materiale* - pag 47 -59
54. *Rivista Marittima* Apr 1936- V. Moccagatta - *Nuovi orientamenti nella costruzione dei sommergibili* –pp 63-73
55. *Rivista Marittima* Maggio 1938 - L.P- *Lo sviluppo storico e tecnico del sommergibile* – pp. 328-338
56. *Rivista Marittima* Lug/ago 1938 - L.P -*Lo sviluppo storico e tecnico del sommergibile* – pp. 167-177
57. *Rivista Marittima* Giu 1981 - Galuppini G. – *Una mostruosità di architettura navale – Il monitore semisommergibile* – pag 69 -92
58. *Rivista Marittima* Mar 1986 – G Galuppini – *Suppl. Lo snorkel Italiano*
59. *Rivista Marittima* Mar 1986- A. Turrini – *Minisommergibili con motore a circuito chiuso* – Pp. 85-90
60. *Rivista Marittima* Mar 1990 – Flamigni, Turrini, Marcon – *Suppl. -100 anni di sommergibili italiani*
61. *Rivista Marittima* ott 1992 – A. Turrini – *Suppl. Il battello subacqueo*
62. *Rivista Marittima* Apr 1999 – E. Cernuschi – *Suppl. Il sottomarino italiano*
63. *Bollettino d' Archivio*, Giu 2009 – A. Turrini – *Portelloni di avviamento dei t/s, ecc* – pp 103-114
64. *Motori Tosi per sommergibili tipo "Nautilus" migliorato: descrizione e norme per la condotta e manutenzione. La Spezia, 1918.*
65. *Costruzione e fornitura alla R. Marina di un apparato motore completo diesel elettrico per la regia nave "Cristoforo Colombo". Roma, 1926.*
66. *Costruzione e fornitura alla R. Marina di 1 mototorpediniera: "Generale Stefano Turr". Parte I: capitolato d'oneri speciale. [Roma], 1935. (DCN 27)*
67. O. Pomini - *Costruzioni di macchine 2. Organi per il moto rotatorio* – Ediz. Hoepli Milano
68. Giacosa, D.- *Motori Endotermici Alternativi*–Ed Hoepli, Milano
69. Capetti, e. – *Motori alternativi a combustione interna* – Ediz. Giorgio, Torino
70. Lichhty, H – *Motori a combustione interna* – Ed dell'Ateneo, Roma
71. Polano, G. – *Elementi di termodinamica e Macchine termine* – Marinaccad, Livorno
72. Baulino, G. – *Trattato di Macchine Termiche* – Ediz Vallardi
73. Obert, J. – *Internal combustion engines* – Int. Text Co, Seranton, Penn. USA
74. G. Malavasi – *750 meccanismi* - Ediz. Hoepli Milano
75. Rosbloom, J.- *The 20th century guide for Diesel operators; Sawley, Orville R -Public date 1922*
76. Nicholson, W. - *Diesel Engine Clutch of U117* – SAE, dic. 1922, Memory n.1857
77. Weir G.E./ Allard D.C. - *Building American Submarines 1914-1940* -
78. Tompkins A.E. - *Marine Engineering* – 5th Edit. – MacMillan London, 1921
79. Friedman, N. - *U.S. Submarines Through 1945: An Illustrated Design History* - USNI Annapolis, Maryland: ISBN 1-5575
80. Kemp P. J. - *The T-Class Submarine: The Classic British Design* - RN 1990
81. Ressmann C. – *La nave Portavelivoli di A. Guidoni* – *Rivista Marittima*, Roma, 03 1977
82. Turrini A - *Corazzate Classe Cavour con motori Diesel* - *Rivista Marittima*, Roma, 01 2010
83. Falco, GC -*Bilancio statale, spese militari e industria in Italia tra le due guerre mondiali* - Università di Pisa 2007
84. - *Confederazione Generale dell'industria italiana - L'industria italiana alla metà del secolo XX* , Roma, C.G.I.I., 1953, p. 386;
85. Cuomo, P. - *Commesse militari e cantieri navali italiani tra le due guerre mondiali in Militarizzazione e nazionalizzazione*, pp. 251-284;
86. Erminio Bagnasco, *Le costruzioni navali della Regia Marina (1861-1945)*,supplemento alla "Rivista marittima", agosto 1996, Roma, pp. 33-51,
87. Bagnasco, E. – Rastelli A.- *La produzione cantieristica in Italia, in Storia dell'Ansaldo.*
88. De Rosa, G - *Dal crollo alla ricostruzione 1918-1929*, Bari-Roma, Laterza, 1988, pp. 139-160;
89. Segreto,L - *La nuova Ansaldo tra pubblico e privato*, ivi, pp. 41-71;
90. De Courten, L - *L'Ansaldo e la politica navale*, ivi, pp. 127 sgg.

91. *Jacoboni, A - L'industria meccanica italiana, Roma, Istituto poligrafico dello stato, 1949, p. 209.*
92. *N. Soliani – Atti della società degli ingegneri navali ..*
93. *Martorelli – Macchine e motori marini, ediz 1923*
94. *Martorelli – Macchine e motori marini, ediz 1932*
95. *Ferrari, P. - Amministrazioni statali e industrie nell'età giolittiana. Le commesse pubbliche tra riarmo e crisi economica, "Italia contemporanea", 1990, pp. 453*
96. *Curami, A - L 'Ansaldo e l'industria bellica - Italia contemporanea", giugno 1994, n. 195*
97. *Stefan Zima and Reinhold Ficht - Ungewöhnliche Motoren (2010)*
98. *Gerhard Koop and Klaus-Peter Schmolke - Pocket Battleships of the Deutschland Class (2014)*
99. *Massimo Pini - "I giorni dell'IRI – Storie e misfatti", Mondadori, 2000.*
100. *– M. Blondet -Schiavi delle Banche – Effedieffe, 2004 FIAT Grandi Motori - Bollettini Tecnici 1949 – 1963*
101. *FIAT Grandi Motori - Bollettini Tecnici 1949 – 1963*
102. *U. Breyer – German Warships*
103. *Lyle Cummins - Diesel's Engine: From Conception to 1918*
104. *M.J. Cereghino- G Fasanella- Il Golpe Inglese – Chiare lettere – 2015*
105. *M.J. Cereghino- G Fasanella- Colonna Italia – Chiare lettere – 2015*



...una Grande Marina che era solo una Giovane Marina ...

un percorso doloroso,
..... una presa di coscienza
.....il risveglio.....
...il dovere ad ogni costo.
.....il sacrificio
.....la consapevolezza ...
...la tradizione e la capacità
..... l'etica e la rinascita.....



...sui mari del mondo quella fiamma continua ad allungarsi come simbolo di continuità e dedizione