



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE

*Vittorio BUCCI*

**Progetto di impianti di propulsione navale**

## **4.4 SISTEMAZIONE A BORDO**

---

Anno Accademico 2017/2018

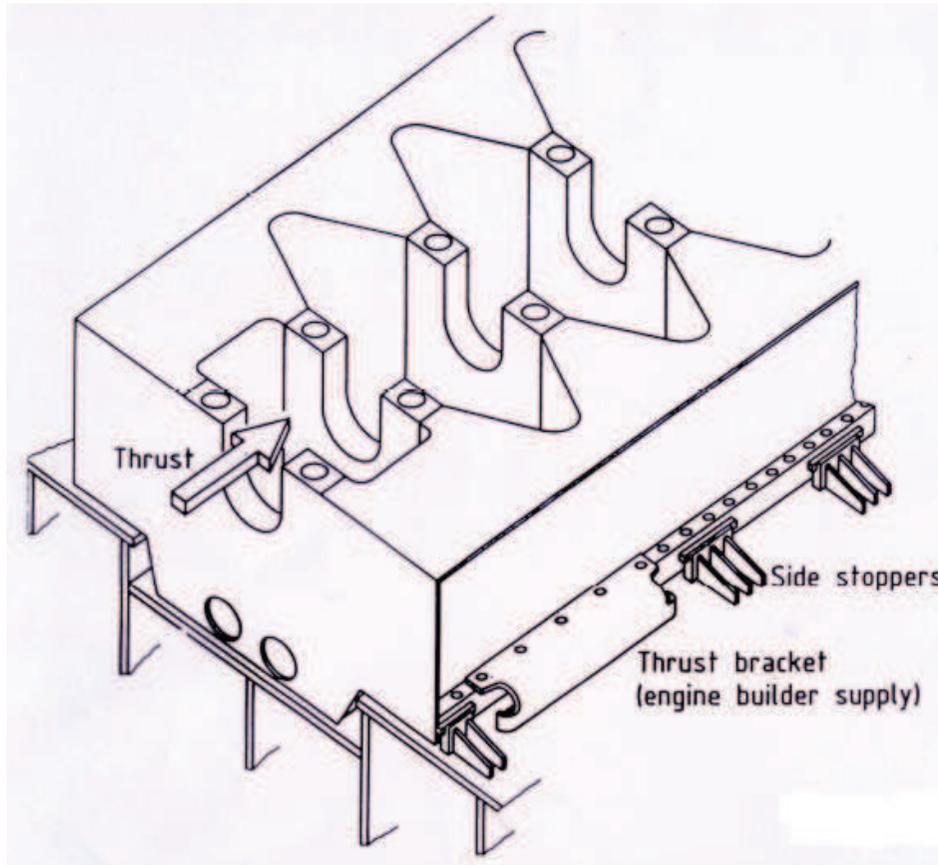
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Interfacce con il sistema nave

- Ogni motore installato a bordo ha sostanzialmente quattro tipologie di interfacce con la nave, precisamente:
  - ✓ **Trasmissione potenza:** collegamento meccanico diretto con la linea d'alberi;
  - ✓ **Meccanica:** con la struttura di fondazione e con la struttura di scafo;
  - ✓ **Idraulica e/o pneumatica:** collegamenti tubazioni di tutti i fluidi di servizio, in entrata e in uscita, e tubazioni gas di scarico;
  - ✓ **Elettrica e/o pneumatica:** connessioni con l'automazione di bordo per il completo monitoraggio, il controllo e gli allarmi relativi ai parametri di funzionamento;
- La trasmissione di potenza, l'interfaccia idraulica e quella elettrica saranno esaminate nei capitoli dedicati;
- L'interfaccia meccanica può essere divisa in due tipologie:
  - ✓ Collegamento con la struttura di fondazioni che vincola il motore e trasmette allo scafo la spinta dell'elica;
  - ✓ Collegamento del corpo cilindri del motore con le strutture di scafo per evitare le vibrazioni laterali del motore;
- In questo capitolo si esaminerà soltanto il collegamento del basamento motore con la struttura di fondazioni mentre il collegamento superiore del corpo cilindri con lo scafo sarà illustrato in uno dei capitoli successivi.

# Impianti di propulsione navale

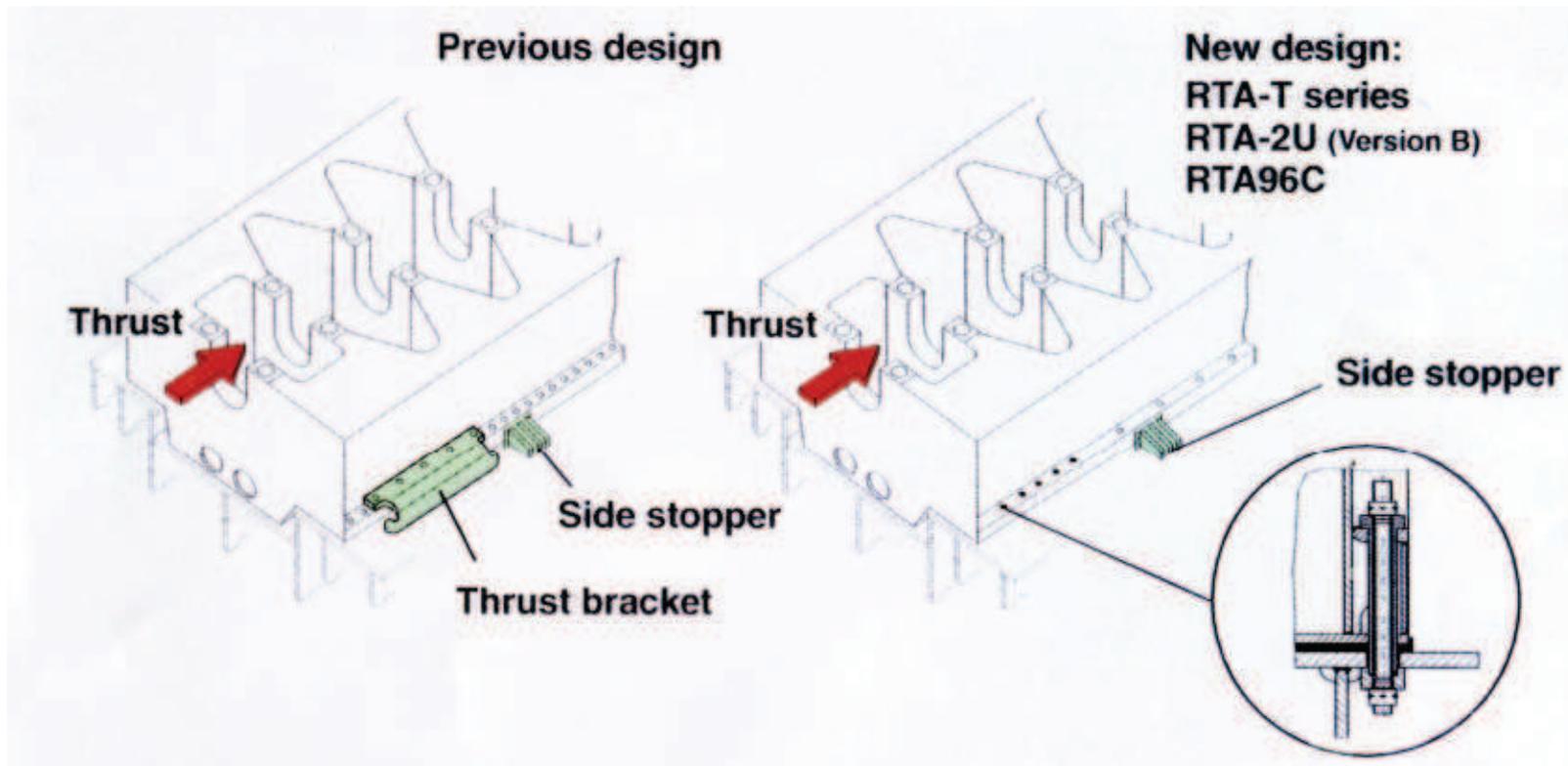
## Motori diesel 2T – Basamento motore Wärtsilä



- Il basamento motore è una struttura scatolare fusa/saldata che si integra con la struttura di fondazione (doppio fondo della nave);
- Deve essere sufficientemente rigida per sopportare il peso del motore, per resistere alle azioni dinamiche interne del motore (forze e momenti), per resistere alle deformazioni imposte dalle fondazioni e per trasmettere la spinta dell'elica;
- La spinta dell'elica per mezzo del reggispinta è trasmessa alle fondazioni o attraverso le "Thrust brackets" (motori della penultima generazione) o con manicotti calibrati, soluzione dei motori attuali;
- La massima inclinazione longitudinale ammissibile di installazione del motore è generalmente di 3°.

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Basamento motore Wärtsilä

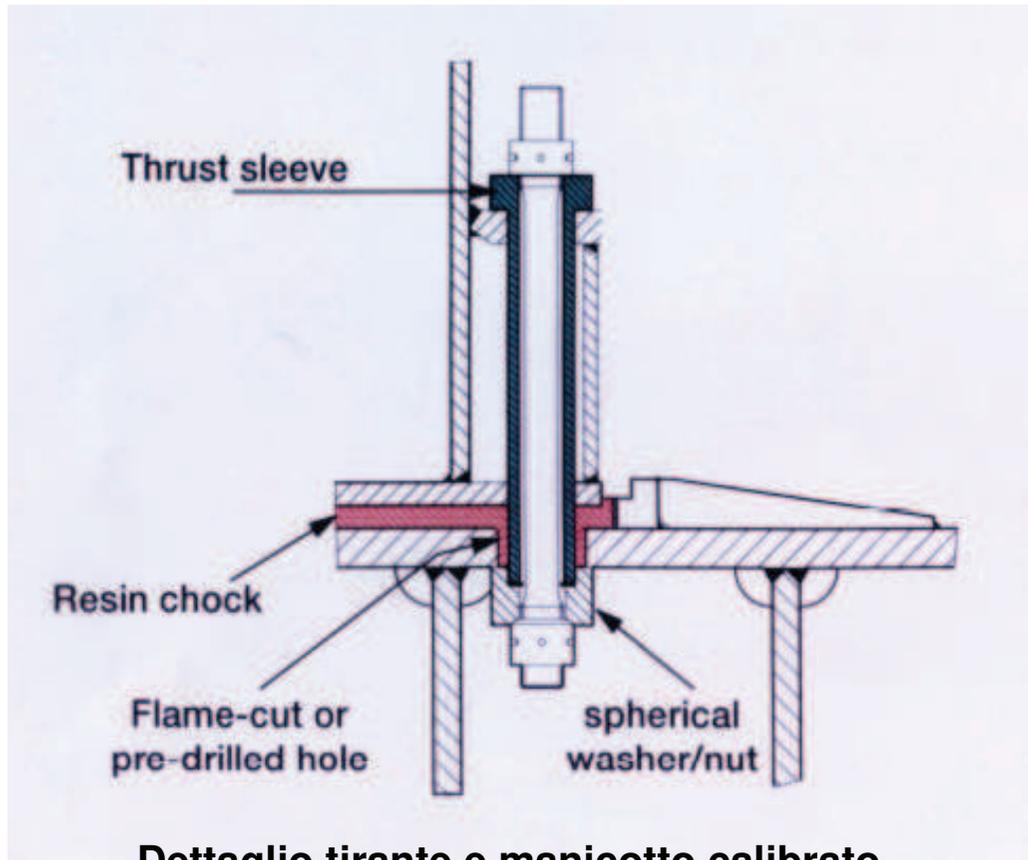


➤ Utilizzando le “Thrust brackets”, il motore può essere installato sulle fondazioni con l’interposizioni di zappoli o metallici (ghisa o acciaio) o di resina epossidica.

➤ Utilizzando i manicotti calibrati, il motore è installato sulle fondazioni con l’interposizione di zappoli in resina epossidica.

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Basamento motore Wärtsilä

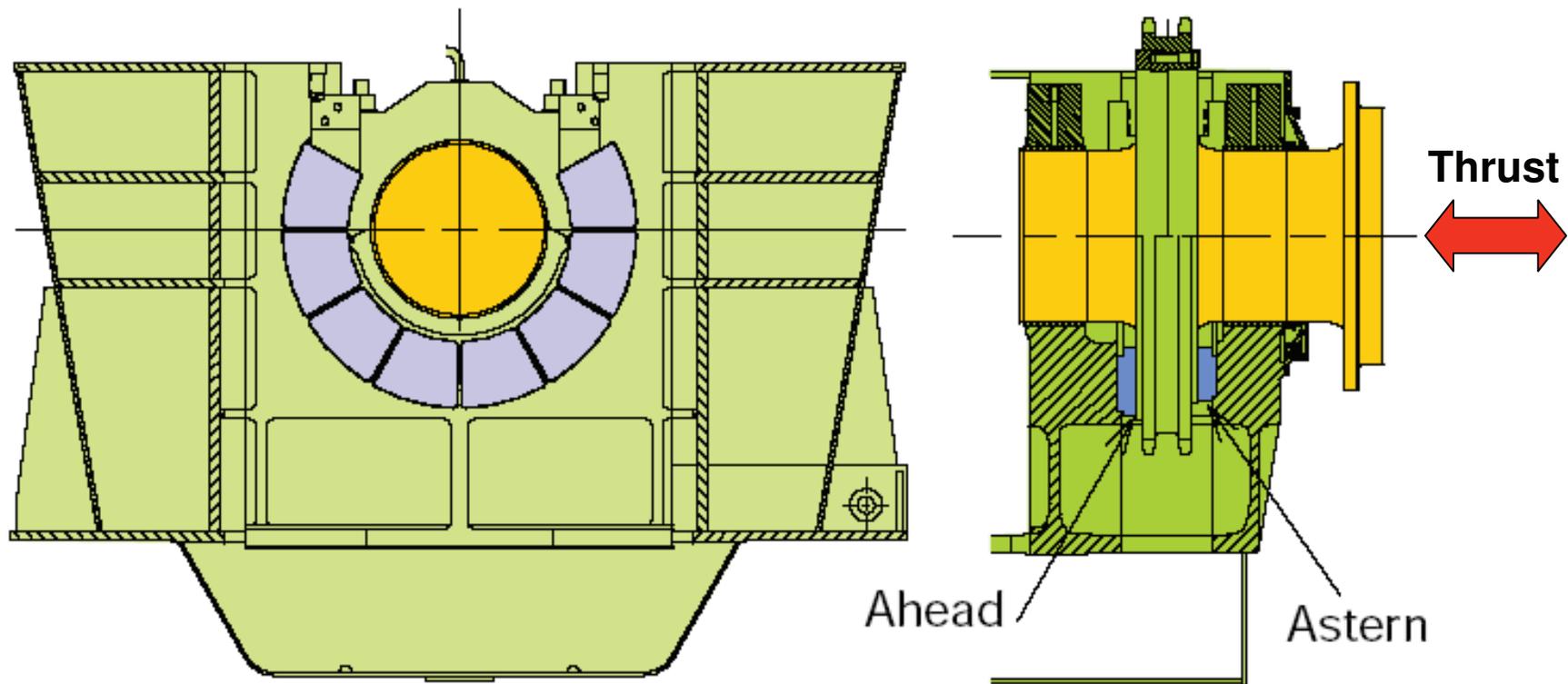


- Il notevole vantaggio di tale soluzione è di poter eseguire le fondazioni piane (senza inclinazione trasversale di 1:100) e non lavorate, e di preforarle, o con foratura o con taglio di fiamma, prima di installare il motore;
- Il “Thrust sleeve” è un manicotto calibrato sul basamento motore ed fornito dal costruttore del motore;
- Gli zappoli sono realizzati in resina epossidica e includono anche il manicotto che trasmette la spinta dell’elica;
- Il tirante di fondazione nella parte inferiore deve essere serrato con un dado/rondella a contatto sferico per compensare le inevitabili differenze di parallelismo tra i due piani inferiore e superiore di appoggio dei dadi



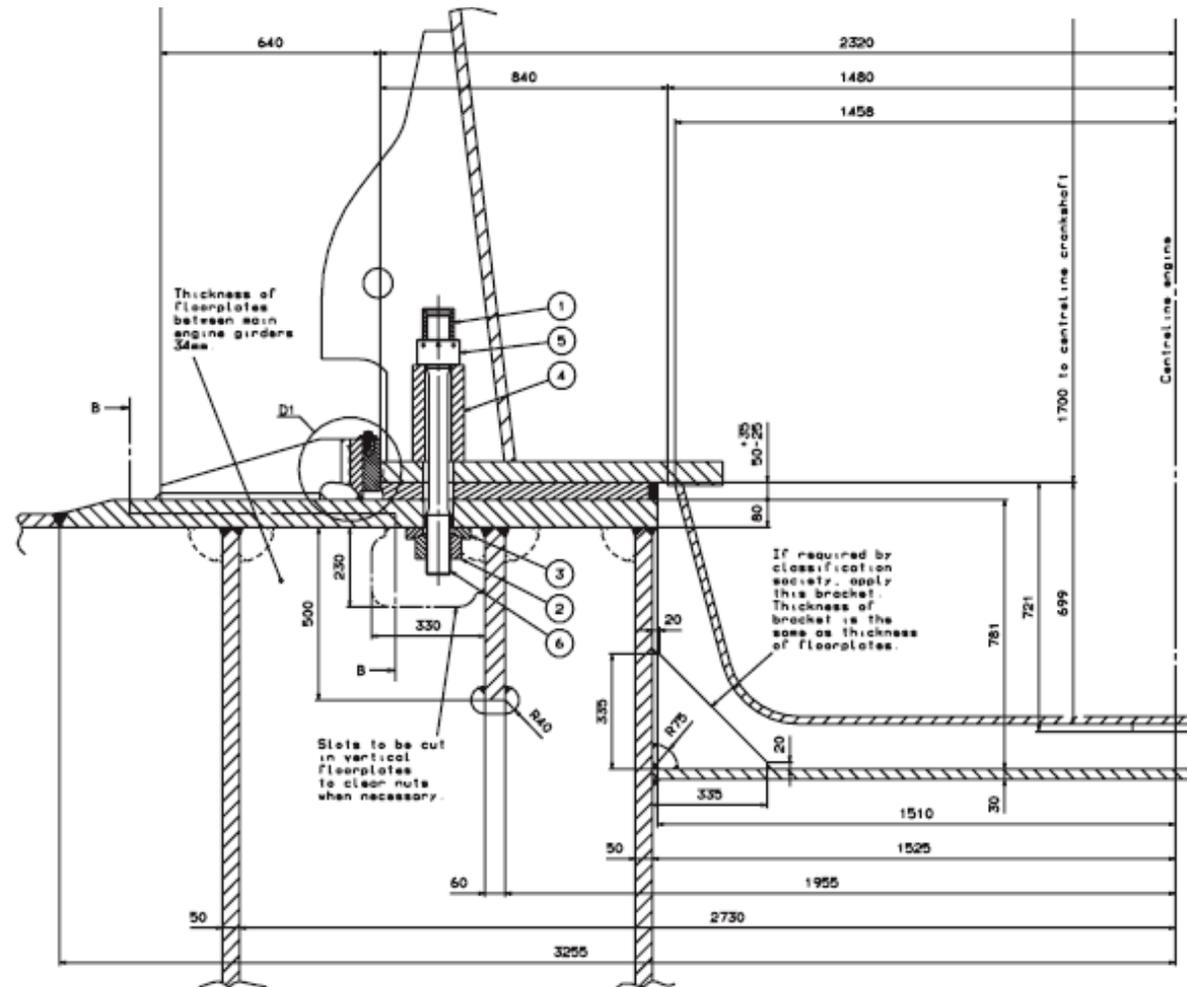
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Dettaglio reggispinta motore MAN/B&W S50MC-C



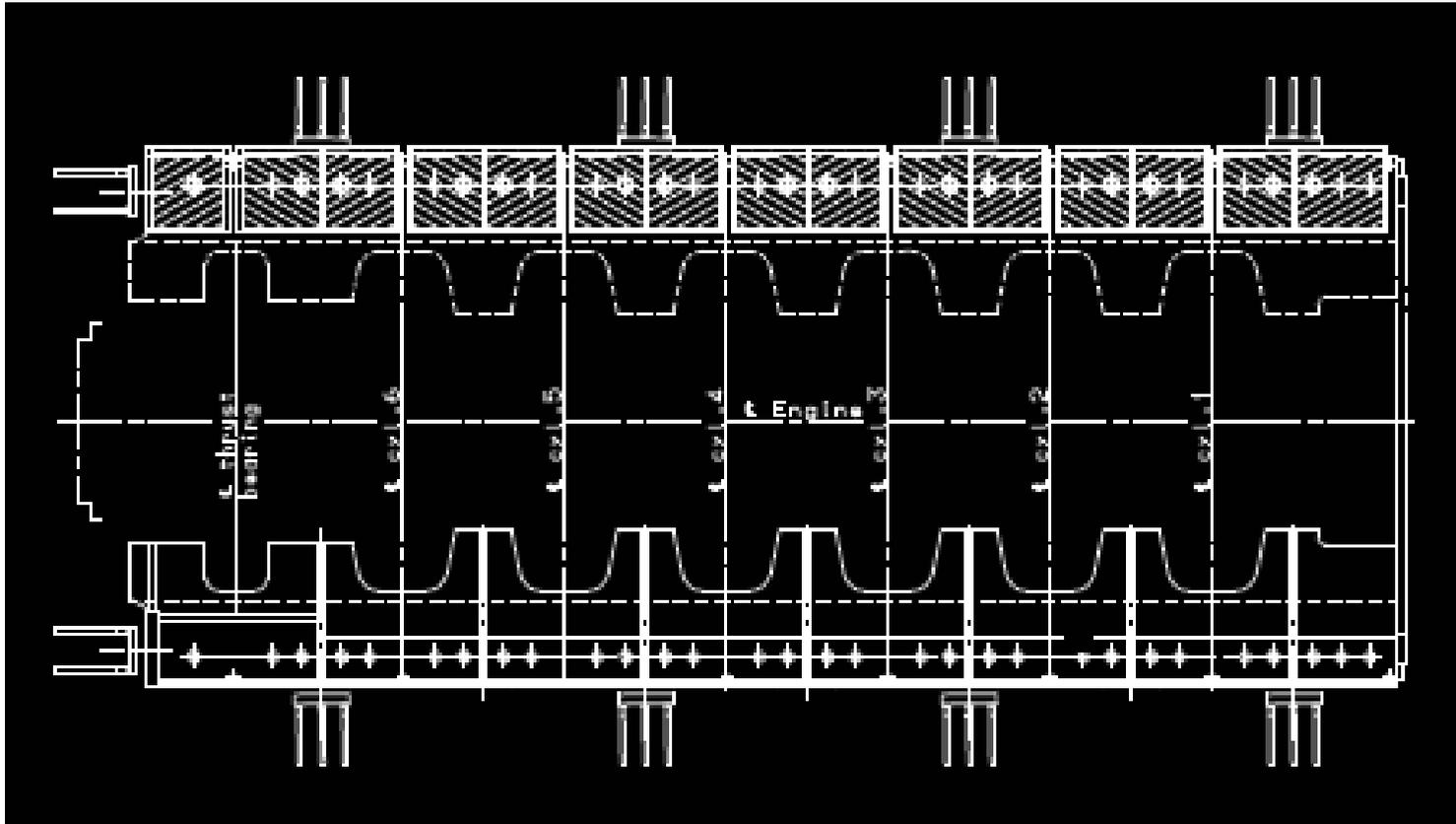
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Dettaglio fondazioni motore MAN/B&W serie MC



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Pianta fondazioni motore MAN/B&W serie MC



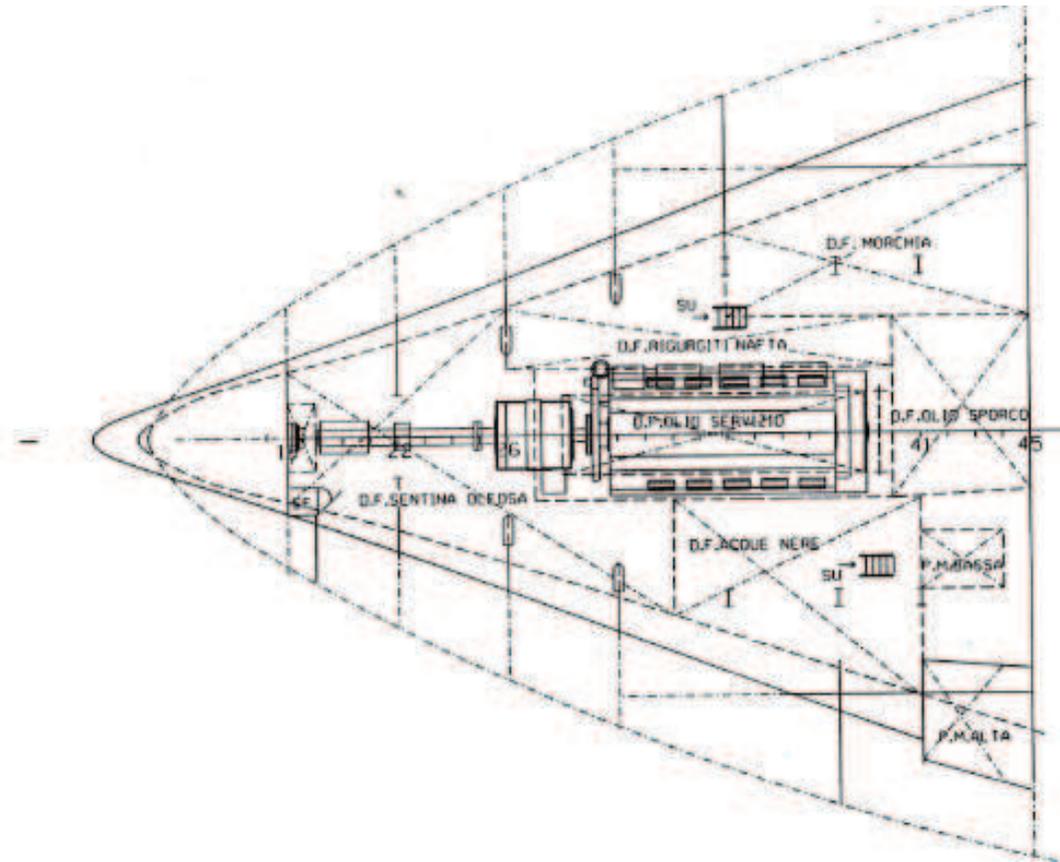
# Impianti di propulsione navale

## **Motori diesel 2T- Sistemazioni – Interfacce con lo scafo**

- 1. Superfici al contorno: doppio fondo, fasciame, ponte superiore, paratie poppiera e prodiera, cofano e fumaiolo;**
- 2. Piano di costruzione;**
- 3. Geometrie fondamentali: campi ossature trasversali e longitudinali, ordinate rinforzate ecc.;**
- 4. Strutture speciali: rampe, portelloni ecc.;**
- 5. Continuità strutture provenienti dalla zona carico, sovrastrutture, zona poppiera: puntellature, copertini, correnti, pareti longitudinali ecc.;**
- 6. Cielo del doppiofondo e posizione dell'elica, configurazione dell'astuccio;**
- 7. Condotte scarichi gas, prese e scarichi ventilazione locale apparato motore (LAM);**
- 8. Locale diesel alternatore di emergenza (DAE);**
- 9. Ingresso in apparato motore da zona alloggi;**
- 10. Ascensore e montacarichi;**
- 11. Sfuggite tagliafuoco e poppiera;**
- 12. Garitta e locale pompa emergenza;**
- 13. Osteriggio imbarco/sbarco e relativo mezzo di sollevamento fuori apparato motore;**
- 14. Trunk tubazioni e cavi elettrici;**
- 15. Pompe del carico e della zavorra (per navi cisterna e trasporto prodotti chimici);**
- 16. Collettori zavorra e posizione pompe (per navi tipo bulk).**

# Impianti di propulsione navale

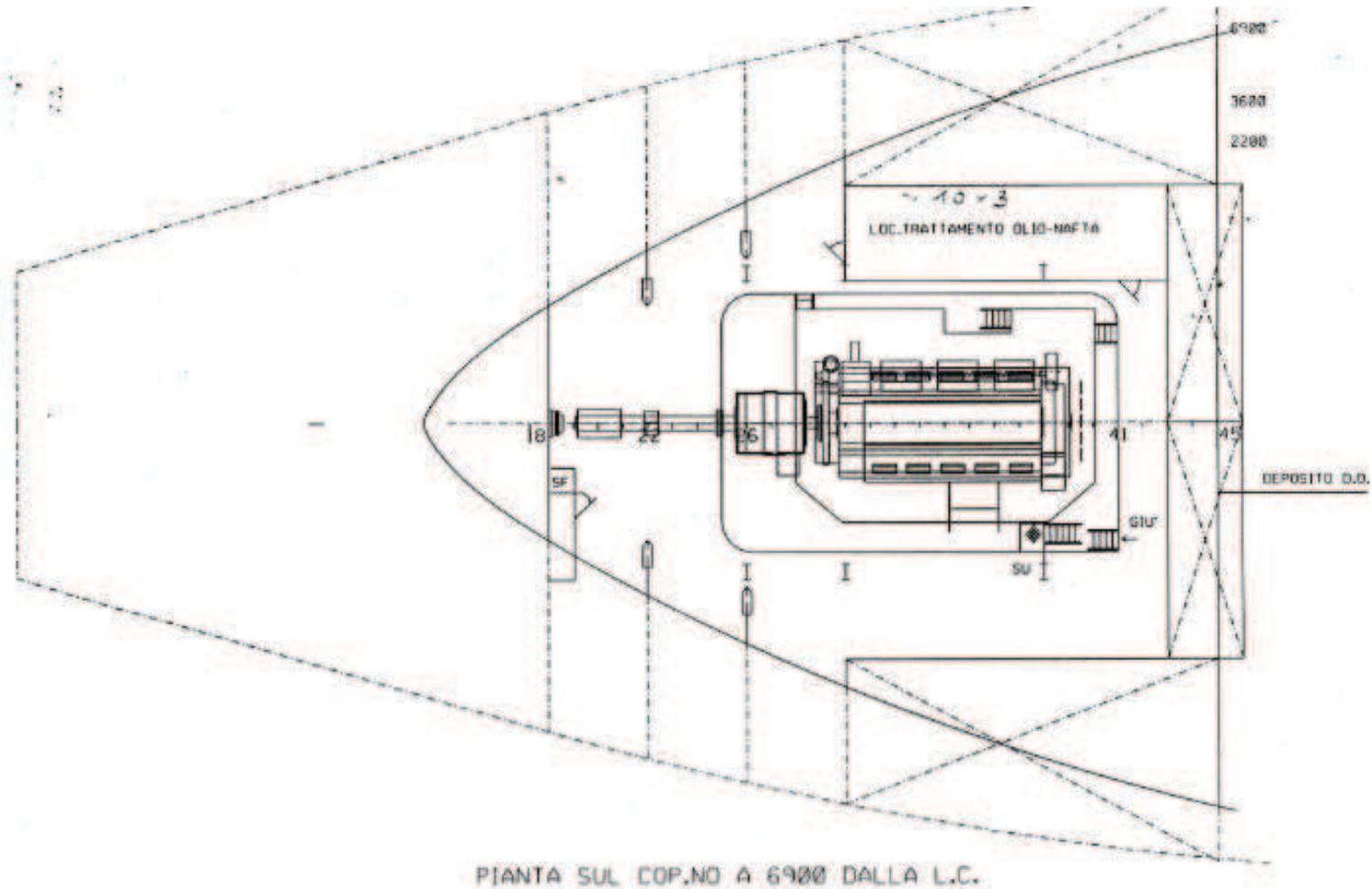
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



PIANTA SUL C.D.F. A 2200 DALLA L.C.

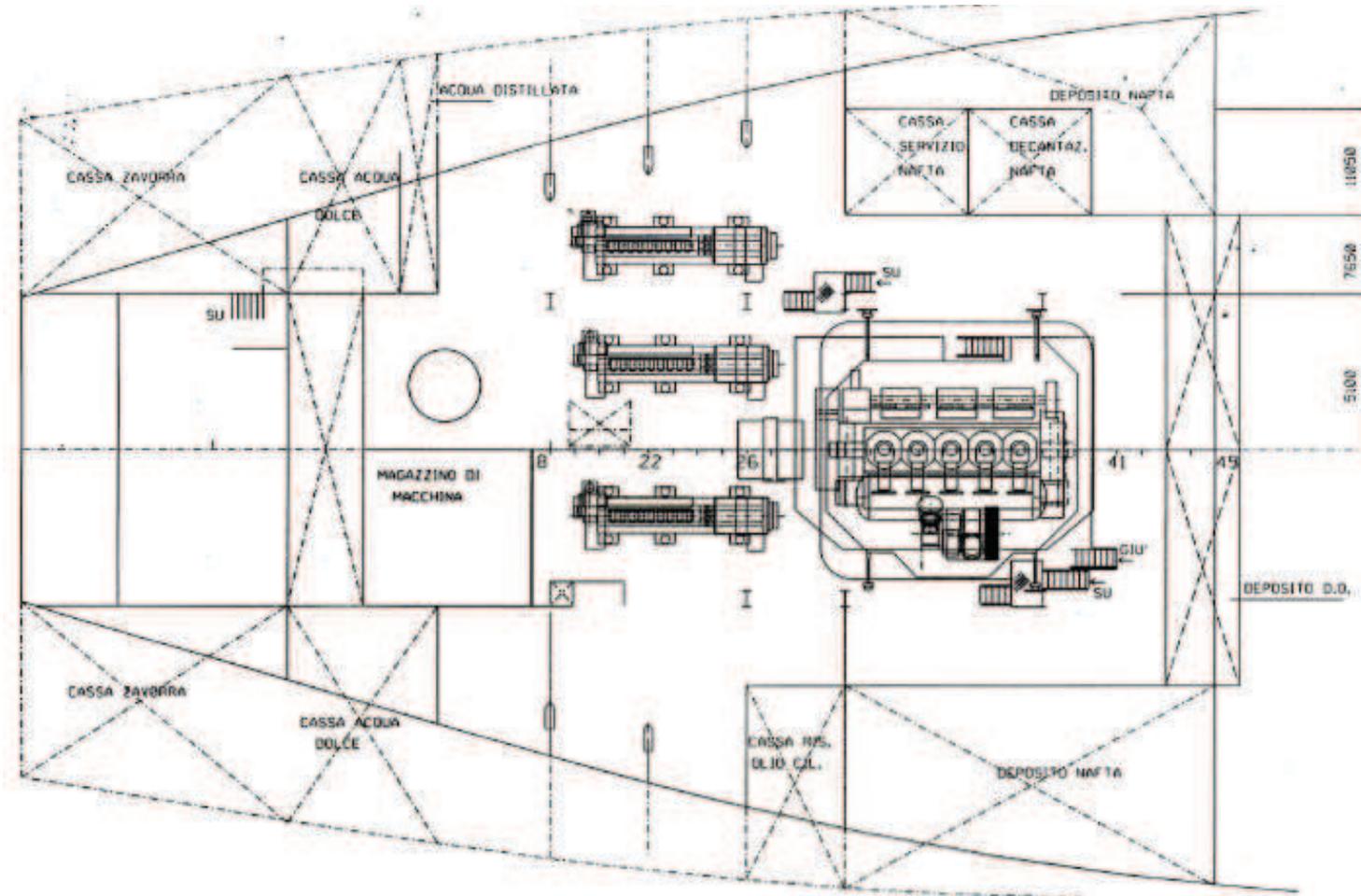
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



# Impianti di propulsione navale

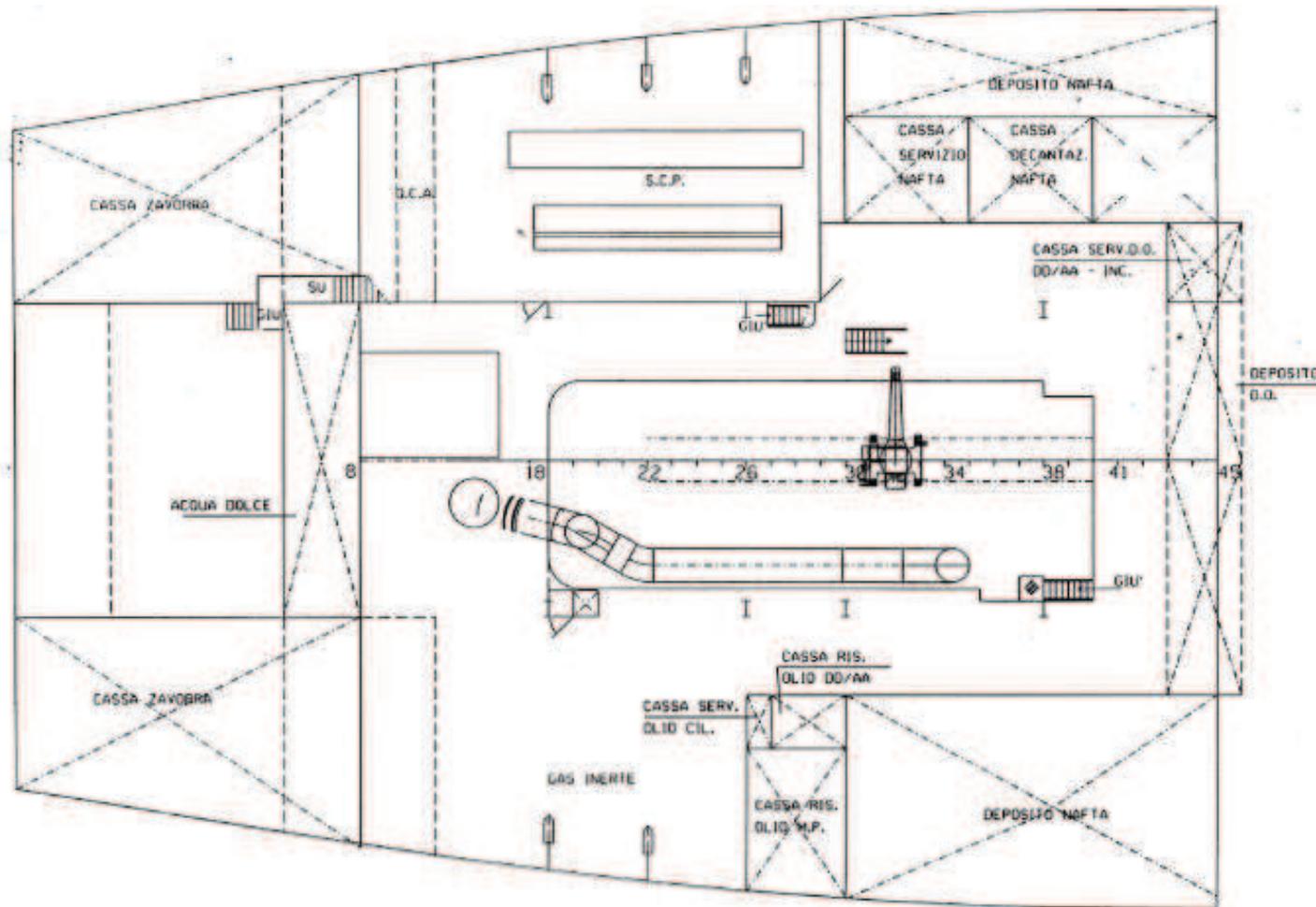
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



PIANTA SUL COP.NO A 10500 DALLA L.C.

# Impianti di propulsione navale

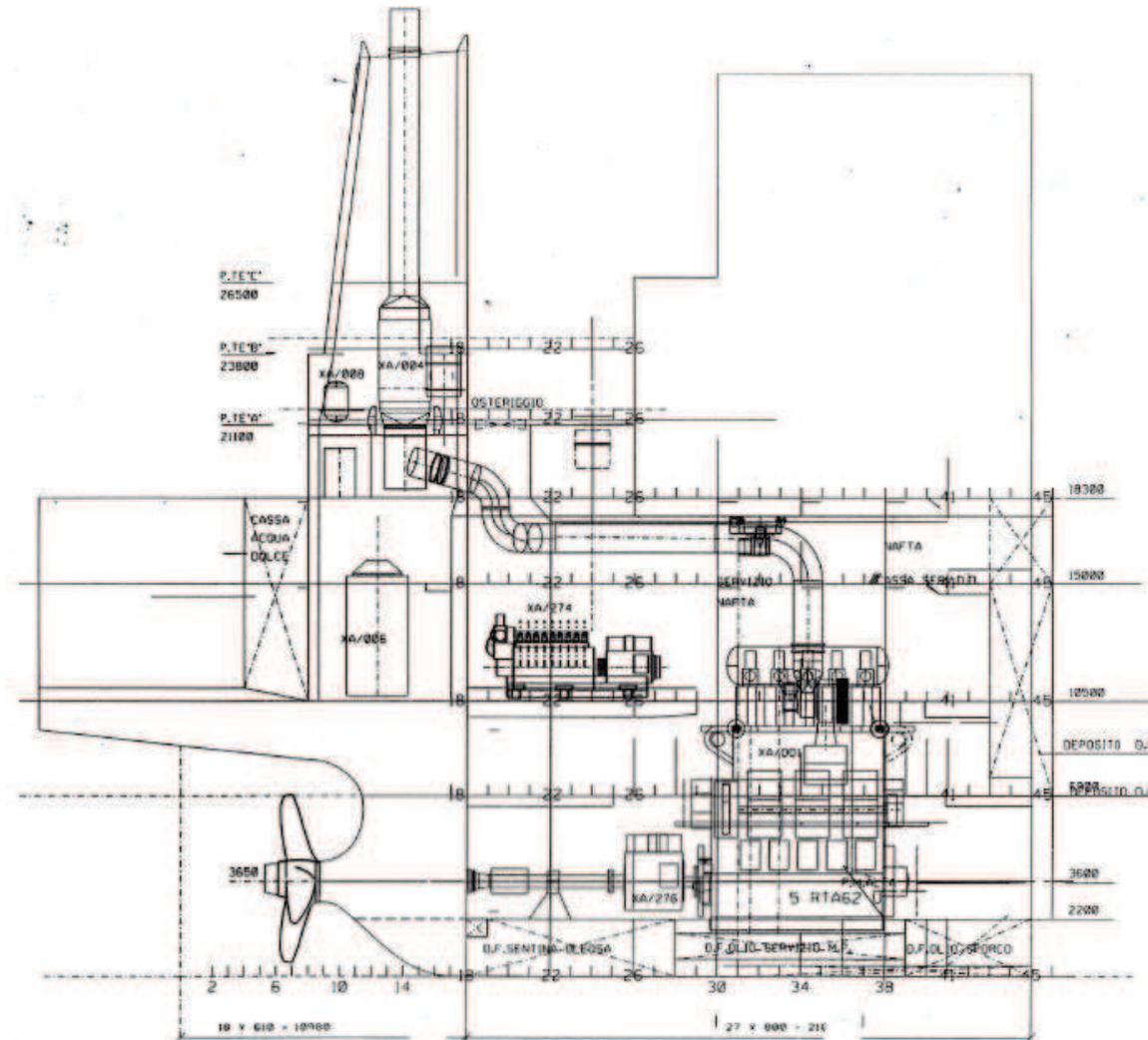
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



PIANTA SUL COP.NO A 15000 DALLA L.C.

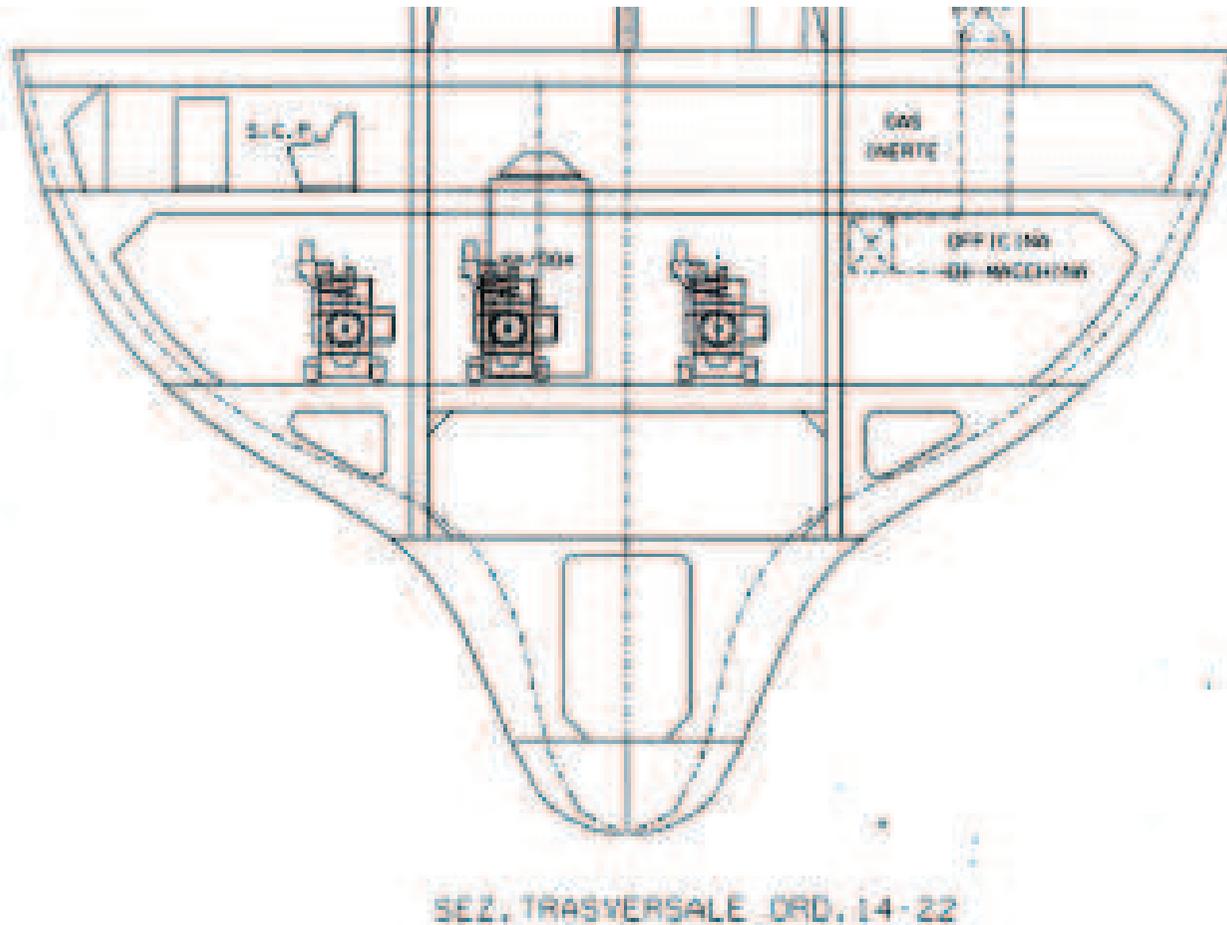
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



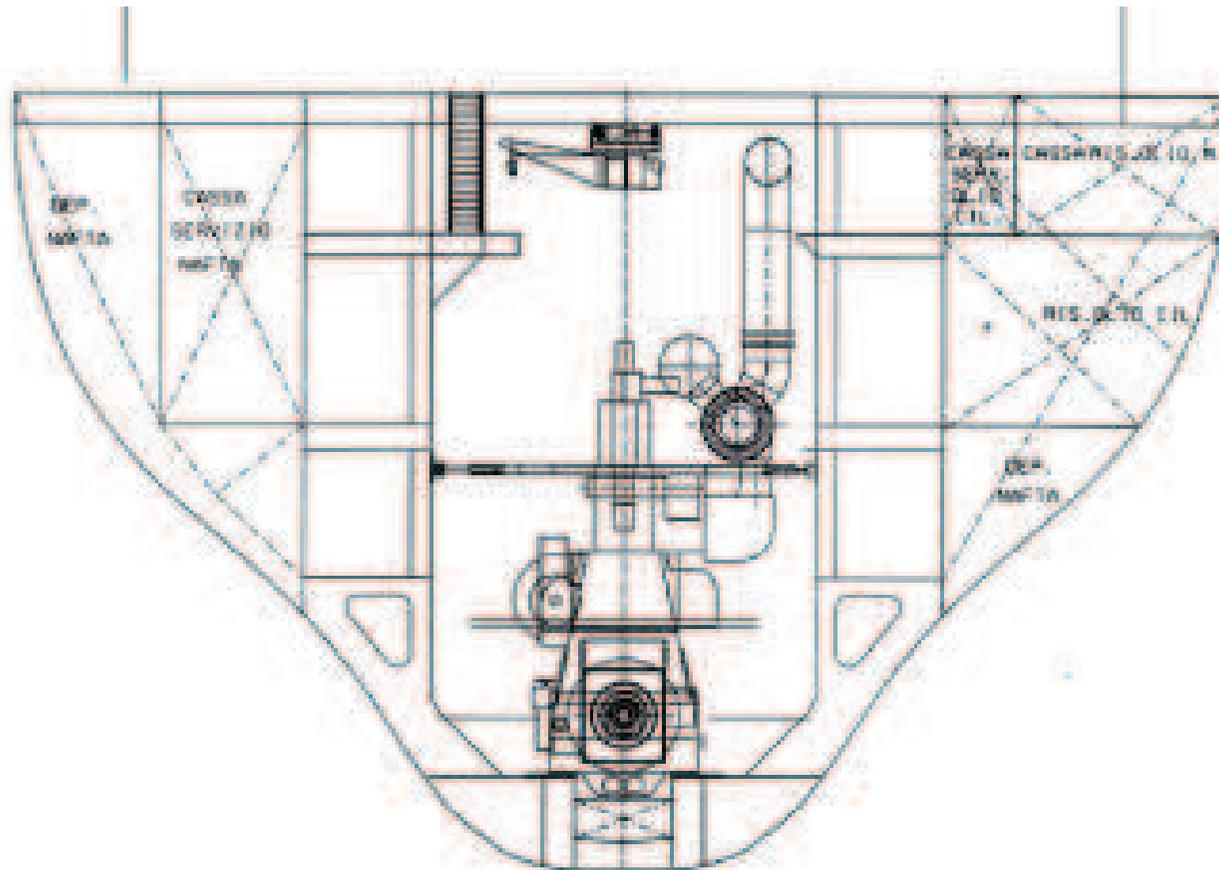
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



# Impianti di propulsione navale

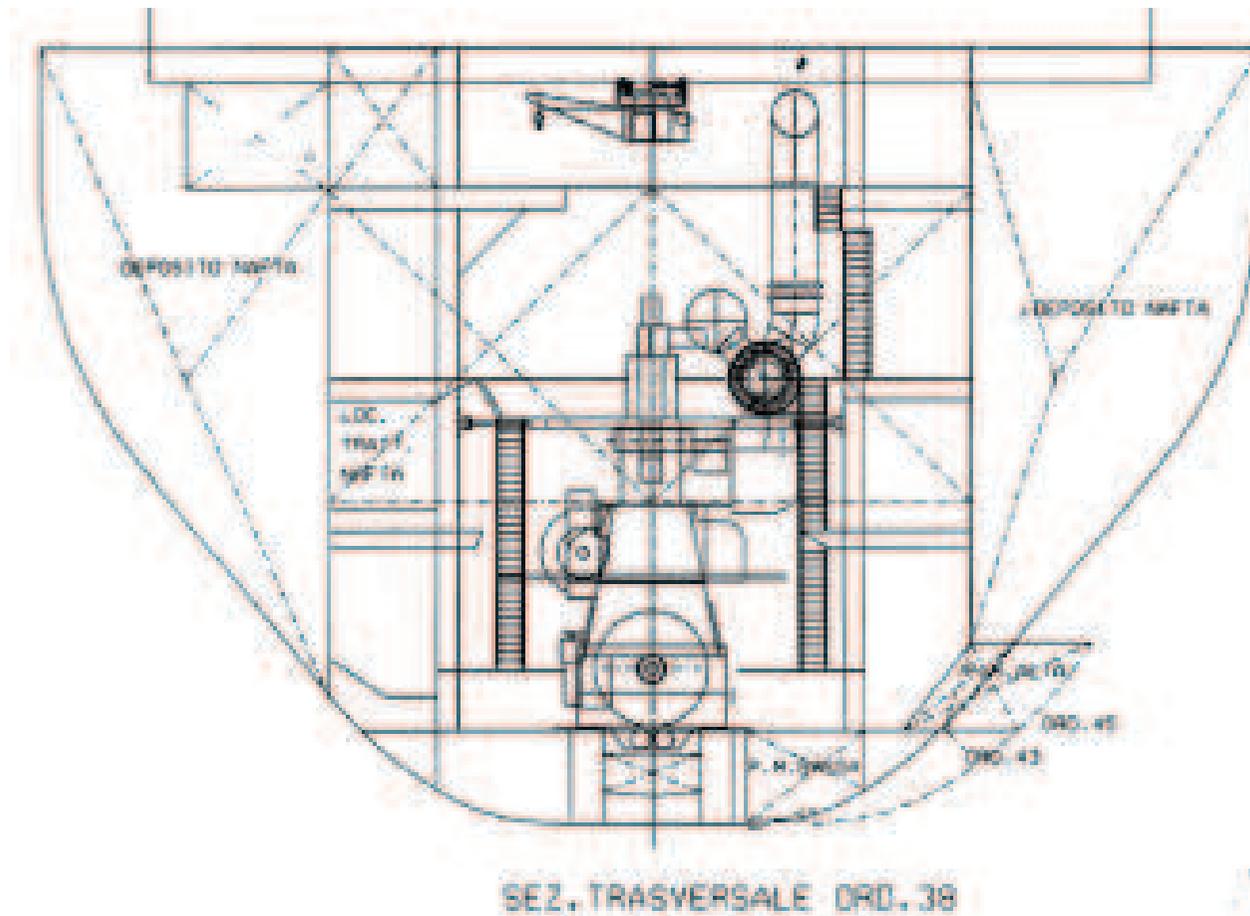
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



SEZ. TRASY. N° 30

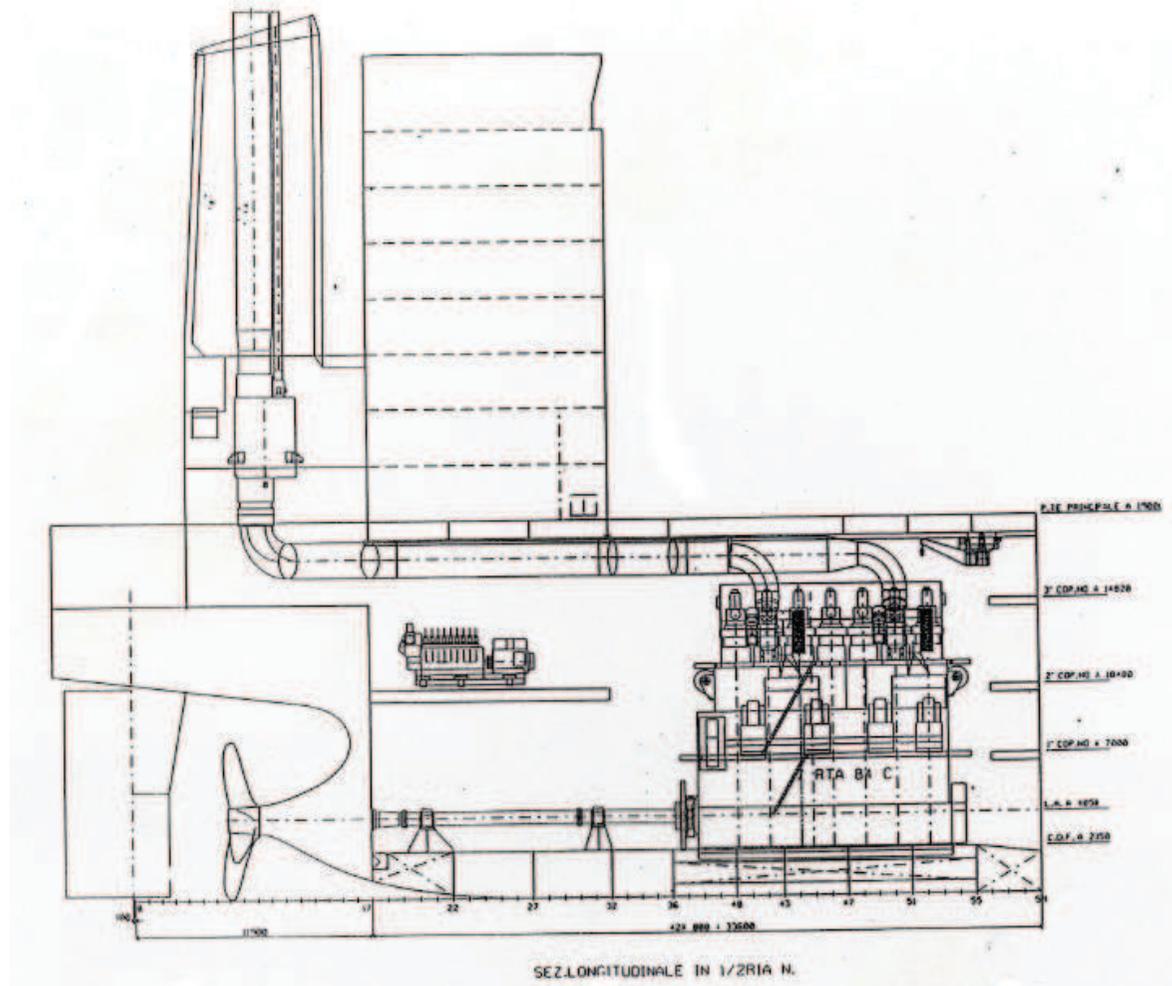
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 5RTA62U



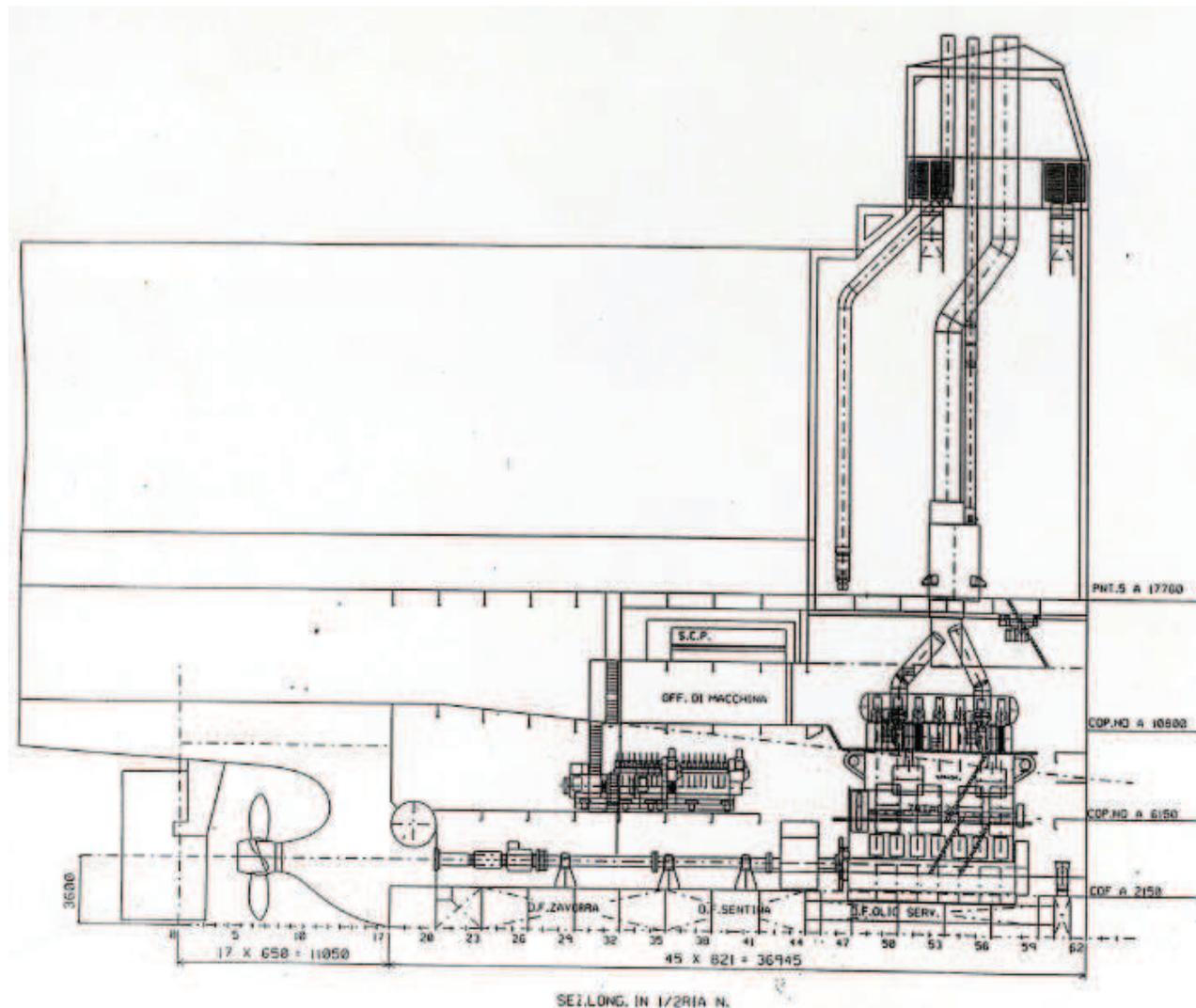
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 7RTA84C



# Impianti di propulsione navale

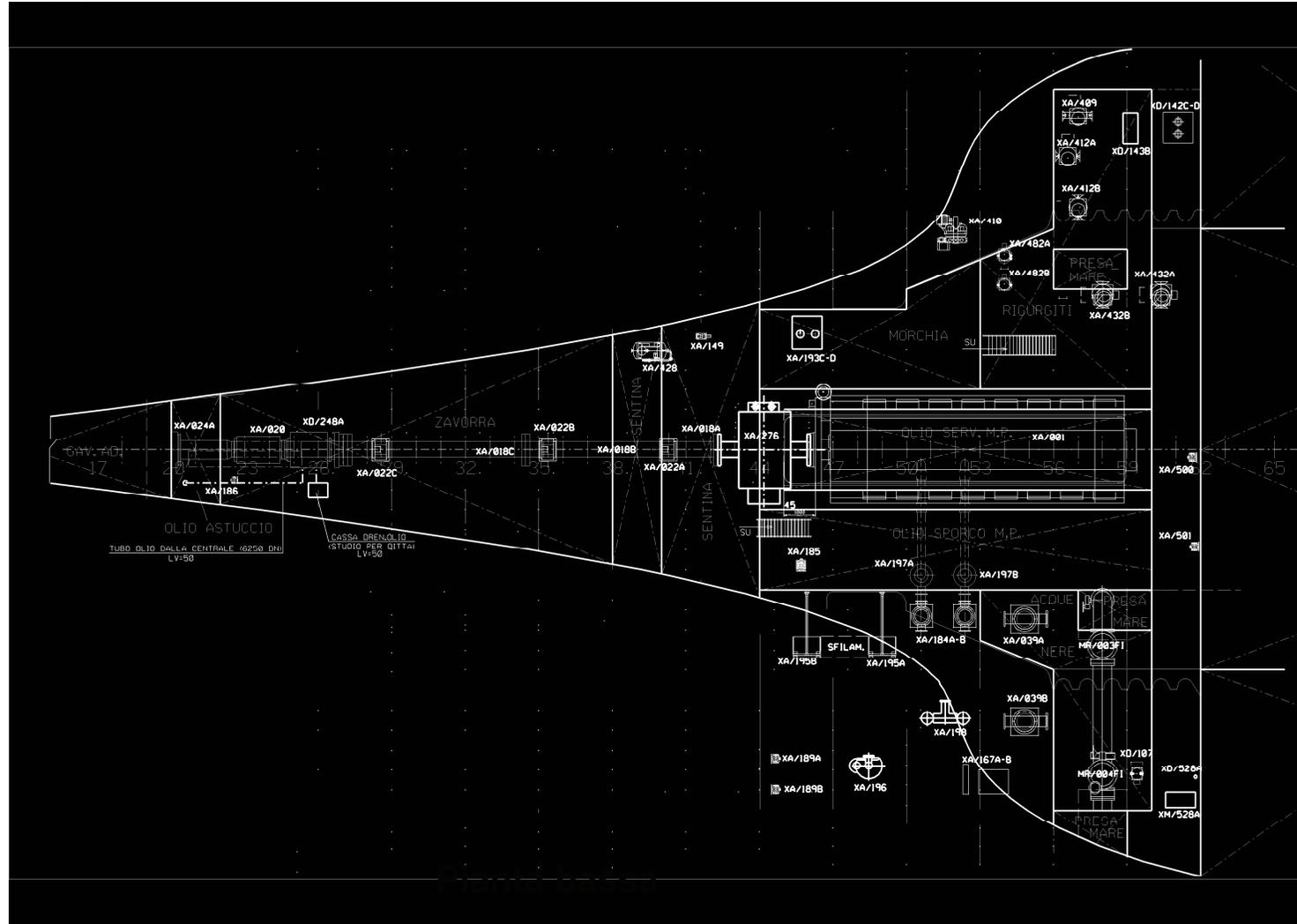
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 7RTA62U – M/N Ro-Ro Container



Data: 15/01/2007

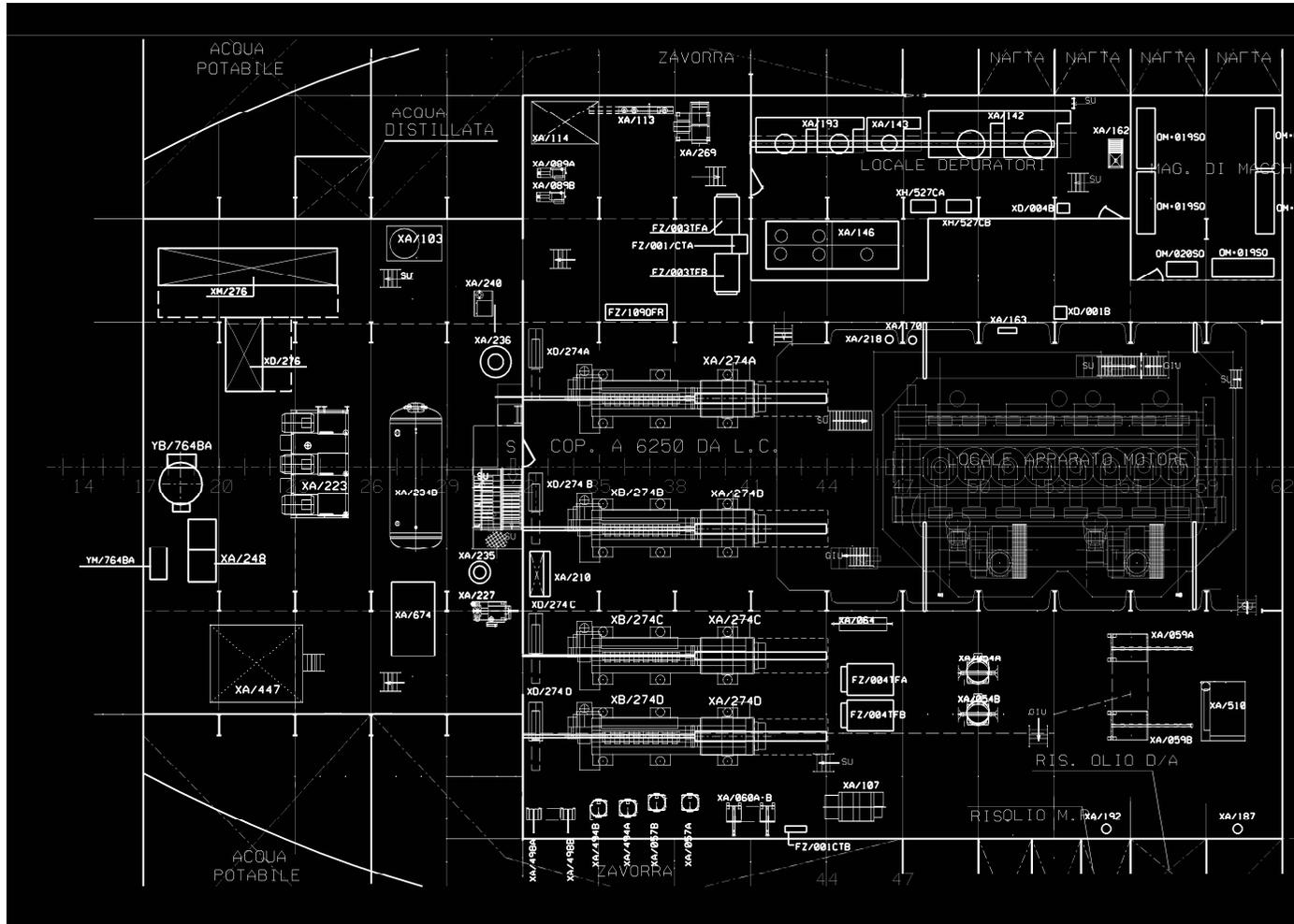
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 8RTA62UB – M/N Ro-Ro Carrier



# Impianti di propulsione navale

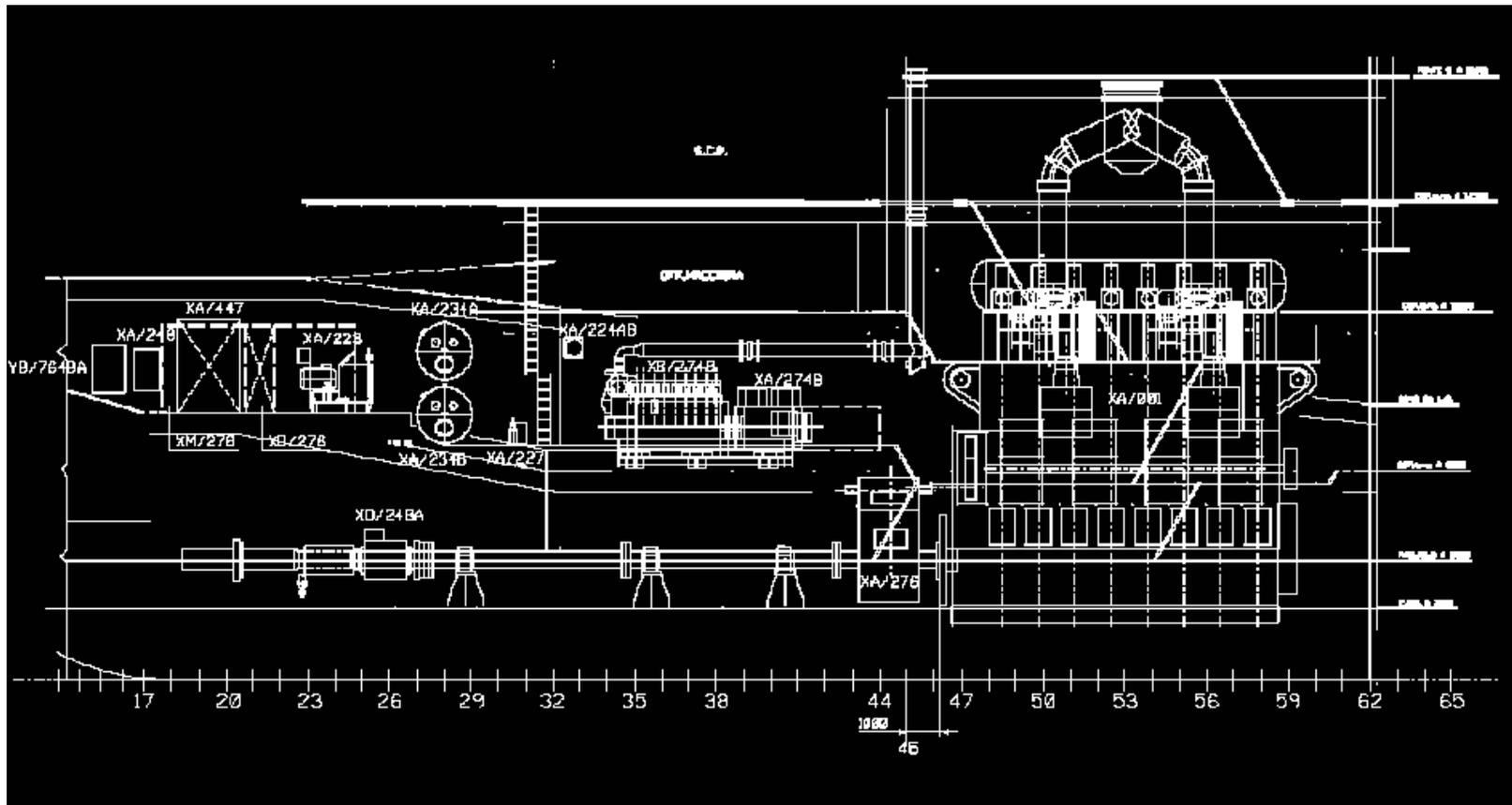
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 8RTA62UB – M/N Ro-Ro Carrier



Pianta alta

# Impianti di propulsione navale

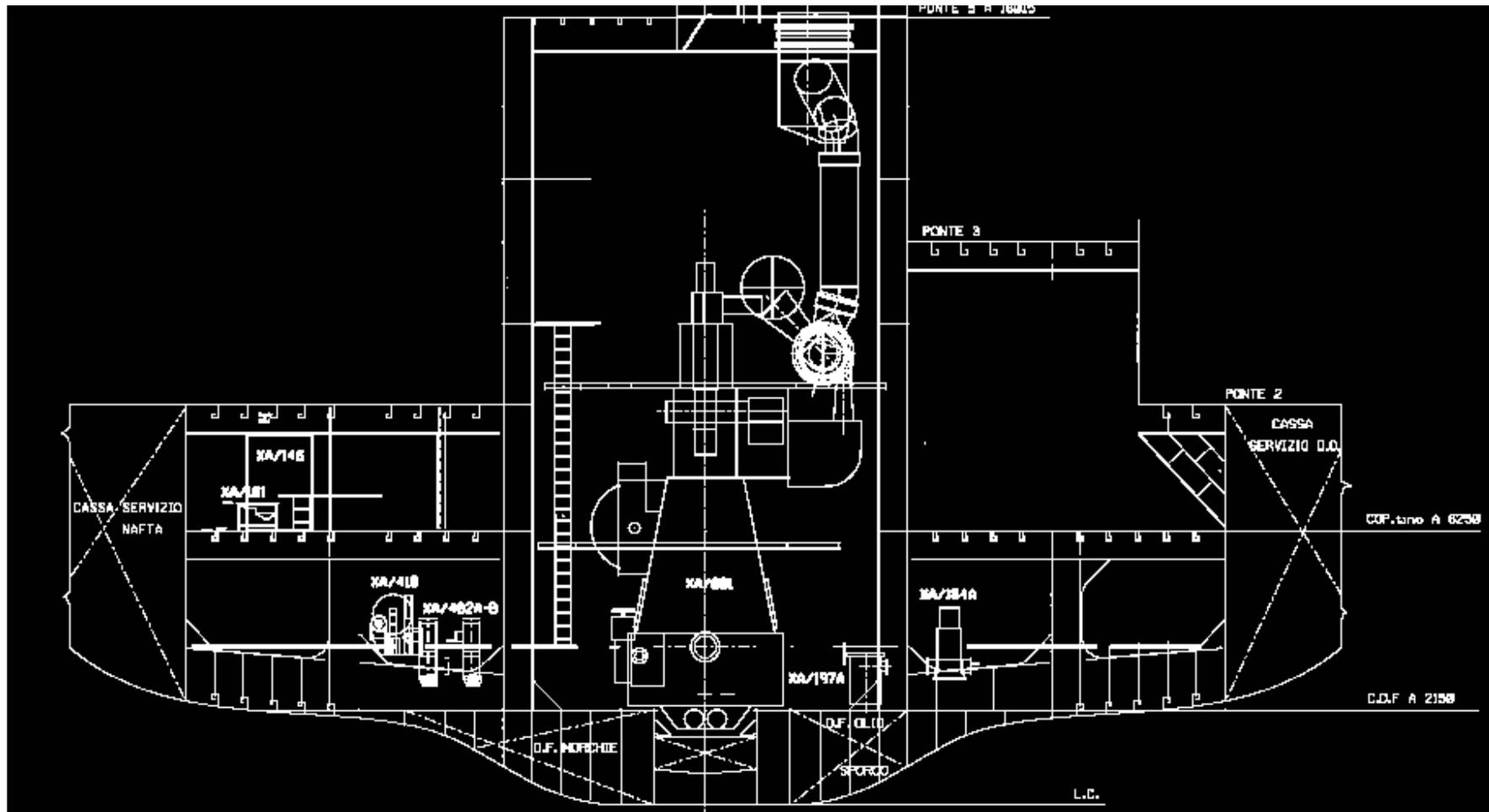
## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 8RTA62UB – M/N Ro-Ro Carrier



Sezione longitudinale

# Impianti di propulsione navale

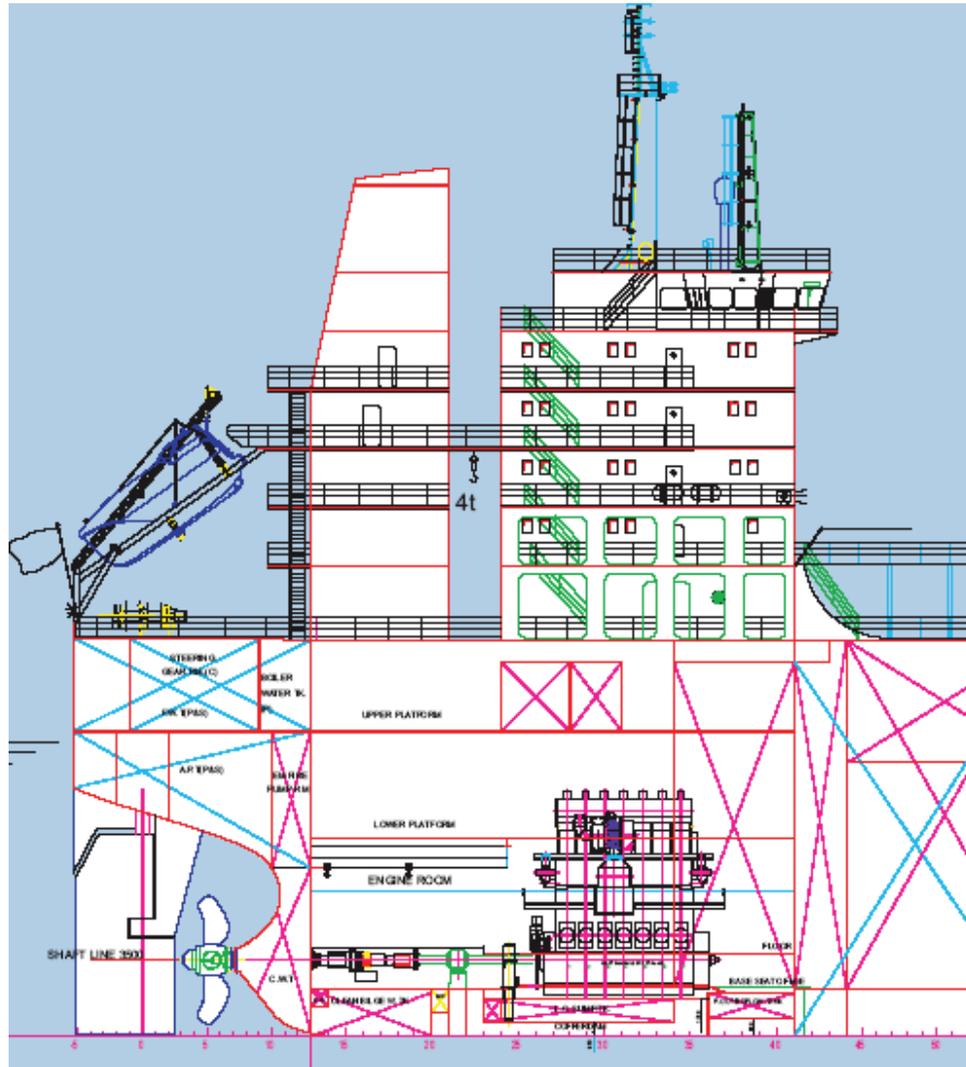
**Motori diesel 2T- Sistemazione motore 8RTA62UB – M/N Ro-Ro Carrier**



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 7RT-Flex50

- Nave cisterna con elica a passo variabile, inusuale per tale applicazione ma scelta per la classe ghiacci;
- Il motore si avvia con elica a passo nullo. Quindi la pala presenta il suo profilo nel senso di rotazione ed è molto più resistente agli urti con eventuali ghiacci.

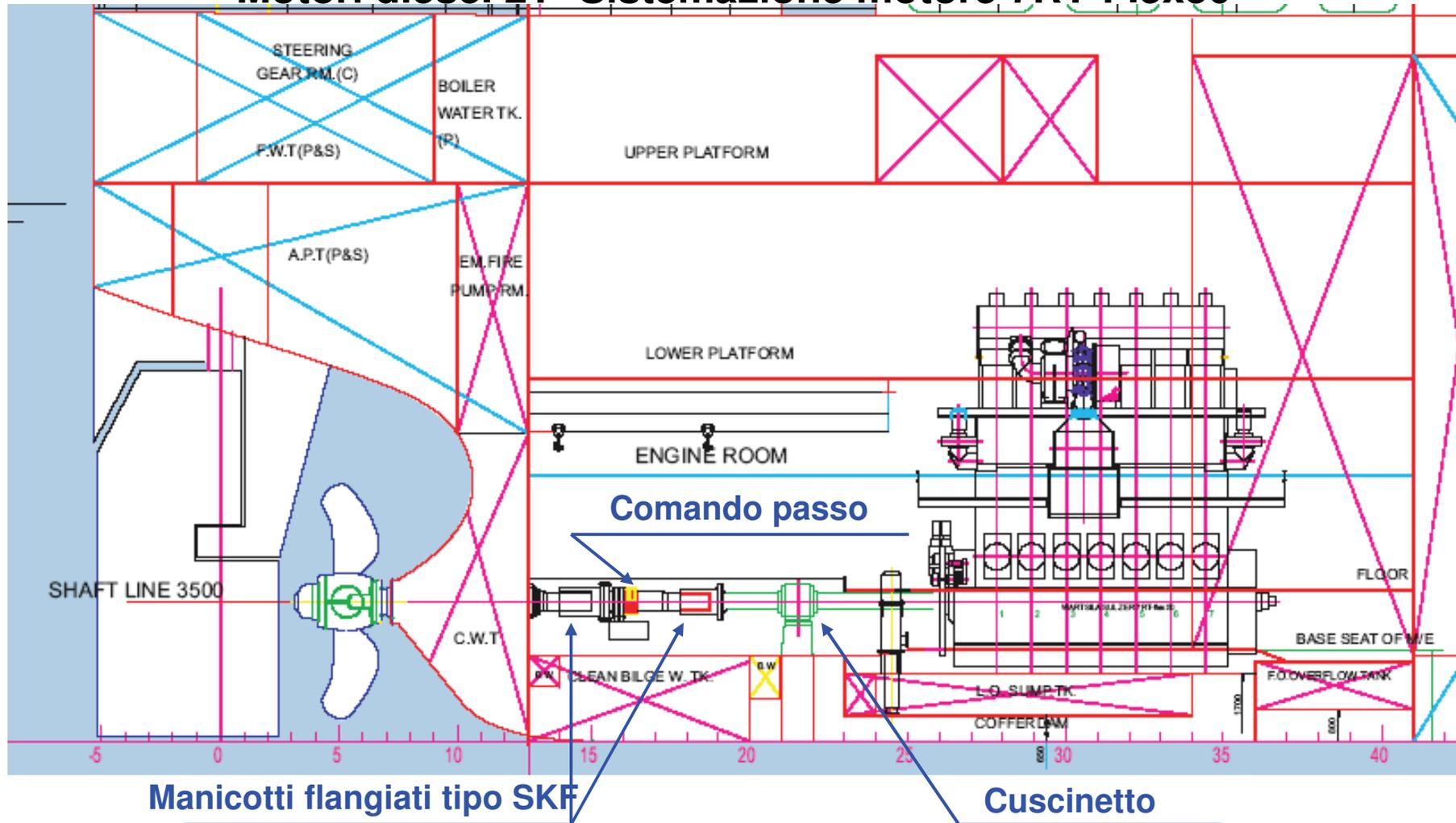


Sezione longitudinale

Data: 15/01/2007

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motore 7RT-Flex50



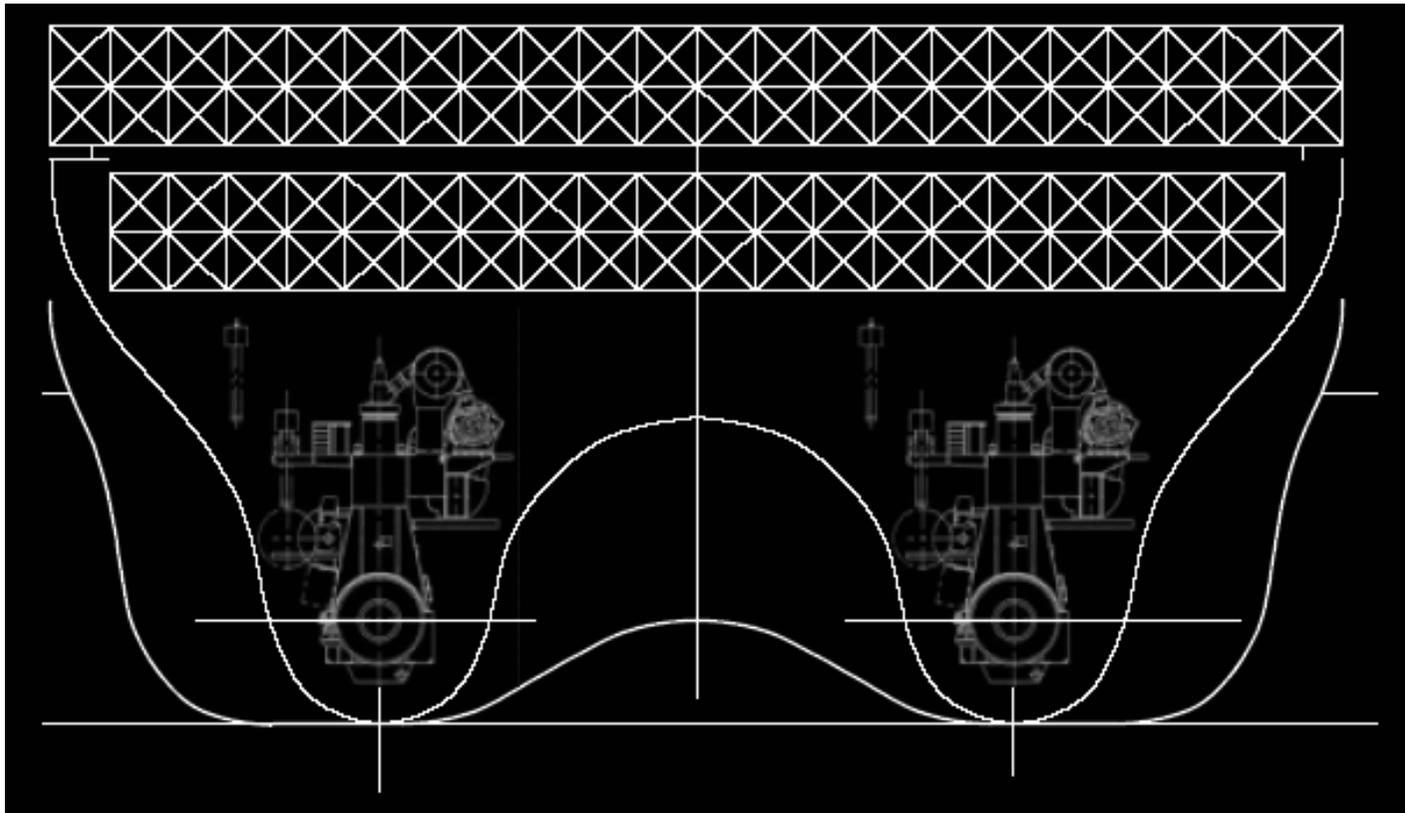
# Impianti di propulsione navale

## **Motori diesel 2T- Sistemazione motori delle SCV**

- **Gli impianti propulsivi delle navi mercantili sono per la maggior parte mono-motori, come quelli finora esaminati;**
- **Dagli anni '50 e fino all'inizio degli anni '70, furono realizzati anche impianti bi-motori, principalmente per navi passeggeri senza particolari esigenze di livelli di rumorosità nelle cabine e nelle sale pubbliche;**
- **Attualmente, per ragioni di sicurezza e per ridurre i rischi di disastri ambientali è richiesta una piena ridondanza del sistema propulsivo per navi cisterne e trasporto di prodotti chimici in generale;**
- **Piena ridondanza si intende che la nave deve essere in grado di mantenere una velocità maggiore di 6 nodi (velocità di steering) in condizioni di vento e mare Beaufort 8, con solo il 50% della potenza nominale disponibile per la propulsione;**
- **Tale ridondanza richiede pertanto due impianti propulsivi completamente separati, con i motori sistemati in due sale macchine, e ciascuno motore dotato di ausiliari, linea d'alberi, elica e timone indipendenti;**
- **Tale soluzione bi-motore è molto spesso adottata anche per navi porta containers molto grandi (SCV), con oltre 10000 TEU e velocità di 25 nodi, per le quali è richiesta una potenza installata superiore a quella di un solo motore. La sezione trasversale di tale tipologia di navi è rappresentata nella pagina successiva.**

# Impianti di propulsione navale

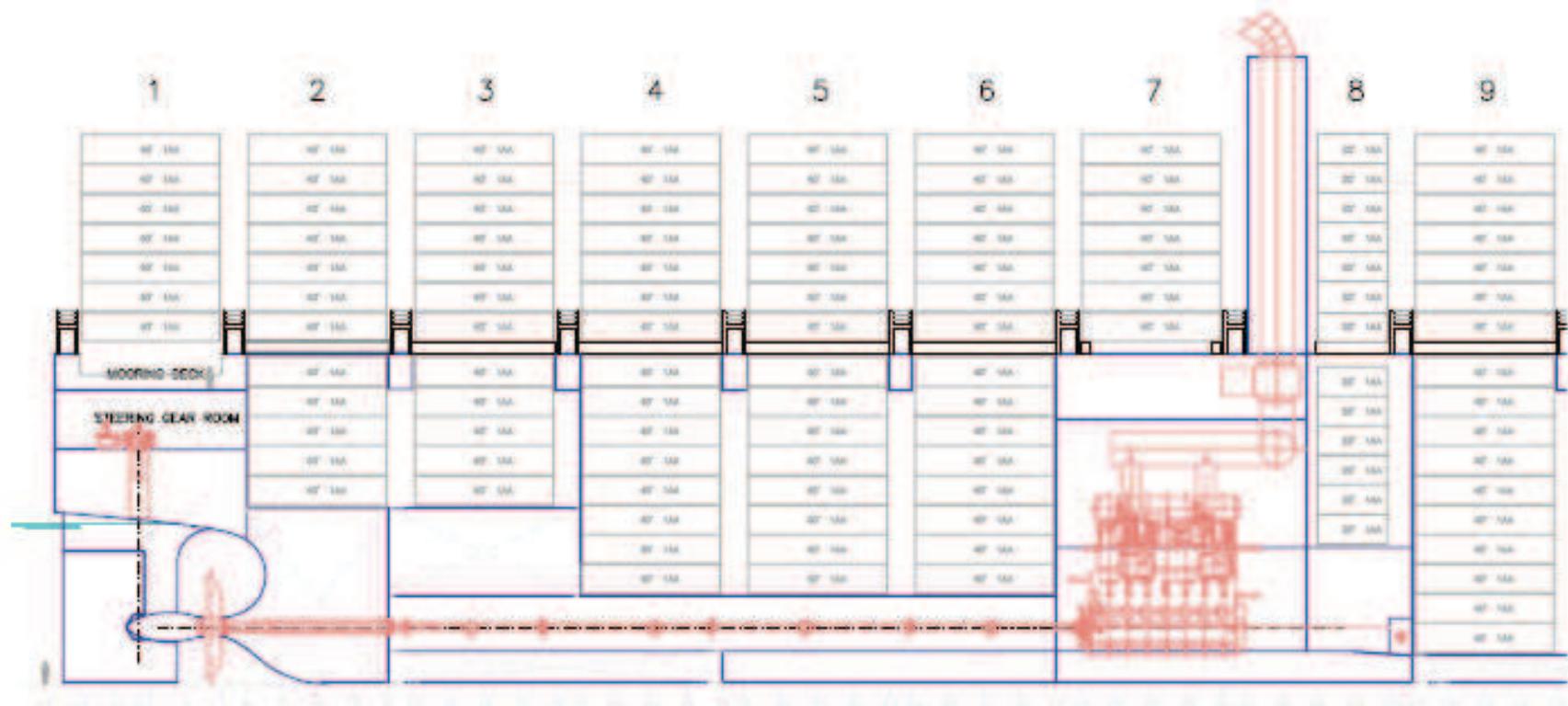
## Motori diesel 2T- Sistemazione motori di una SCV



Sezione trasversale di una Super Container Vessel

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T- Sistemazione motori di una SCV



Sezione longitudinale di una Super Container Vessel

# Impianti di propulsione navale

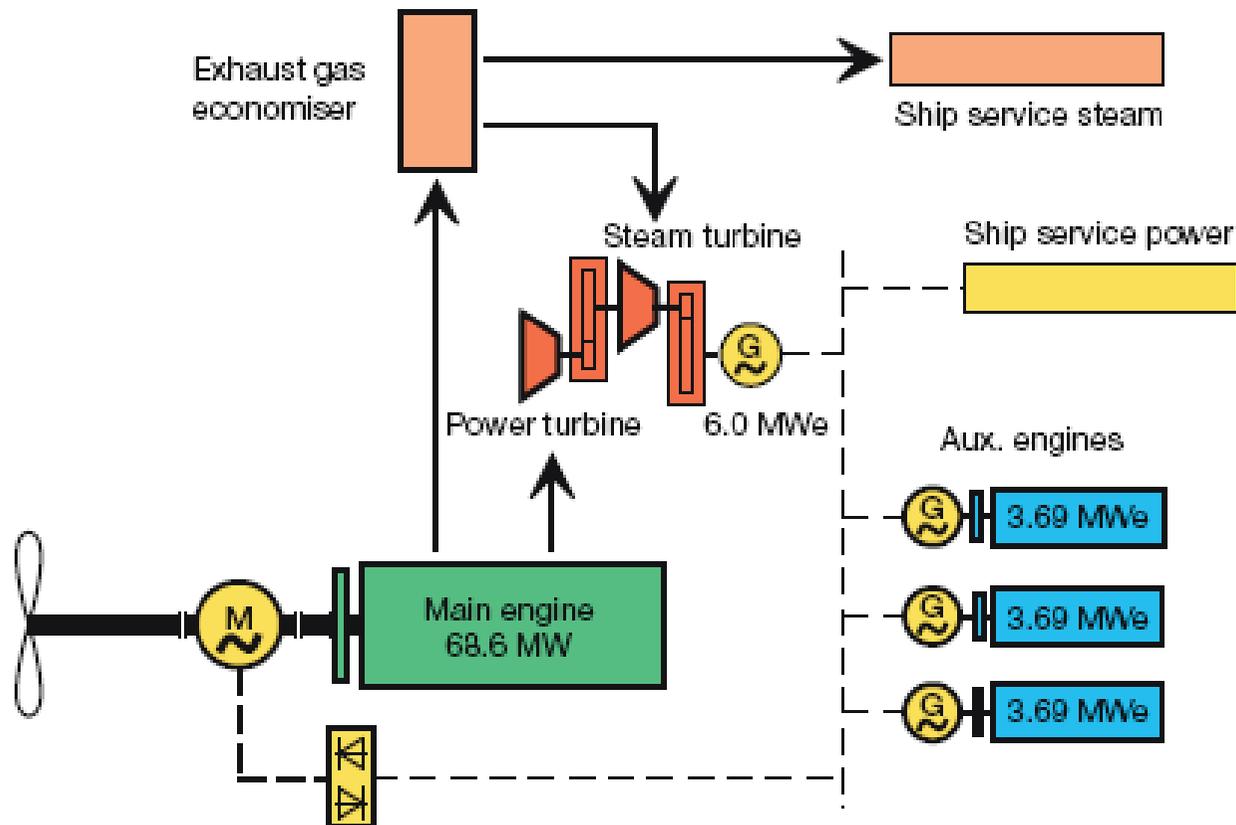
## **Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria**

- **La potenza elettrica è normalmente generata a bordo da uno o più dei seguenti sistemi che possono funzionare isolati o in parallelo tra loro:**
  - ✓ **Gruppi diesel-alternatori ;**
  - ✓ **Alternatori asse trascinati dal motore principale per mezzo di P.T.O. (Power Take Off);**
  - ✓ **Turbo-generatori a gas di scarico, spillato dal motore principale, o a vapore prodotto dalla caldaia a gas di scarico;**
  - ✓ **Gruppi diesel-alternatori di emergenza:**
- **Le navi più semplici, con servizio su rotte brevi e senza particolari esigenze energetiche hanno almeno un gruppo diesel-alternatore di emergenza, che svolge la sua funzione di alimentare le utenze per la sicurezza nave e gli ausiliari necessari per far ripartire i motori in caso di black-out, e due o più gruppi diesel-alternatori per alimentare i servizi di bordo;**
- **La scelta di installare a bordo uno o più alternatori asse e turbo-generatori che funzionano in parallelo con i diesel-alternatori è dettata da:**
  - ✓ **Richieste di energia su navi particolari per il sistema di condizionamento, il carico refrigerato, gli ausiliari di macchina ecc.;**
  - ✓ **Obiettivi di risparmio energetico che stimolano il recupero di energia dai gas di scarico per aumentare il rendimento globale dell'impianto propulsivo.**

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

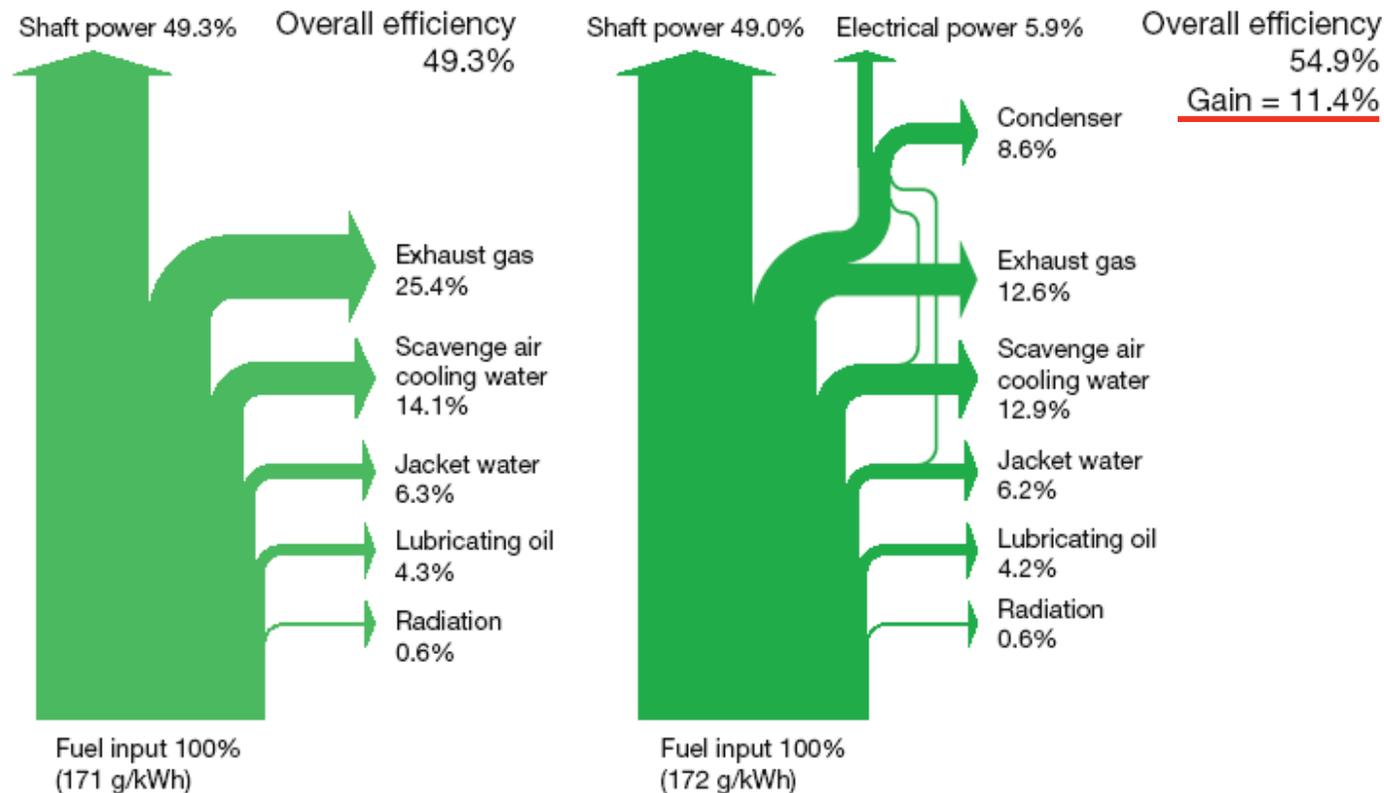
- Lo schema più completo di generazione di energia con recupero dai gas di scarico proposto dalla Wärtsilä è rappresentato nella figura seguente:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

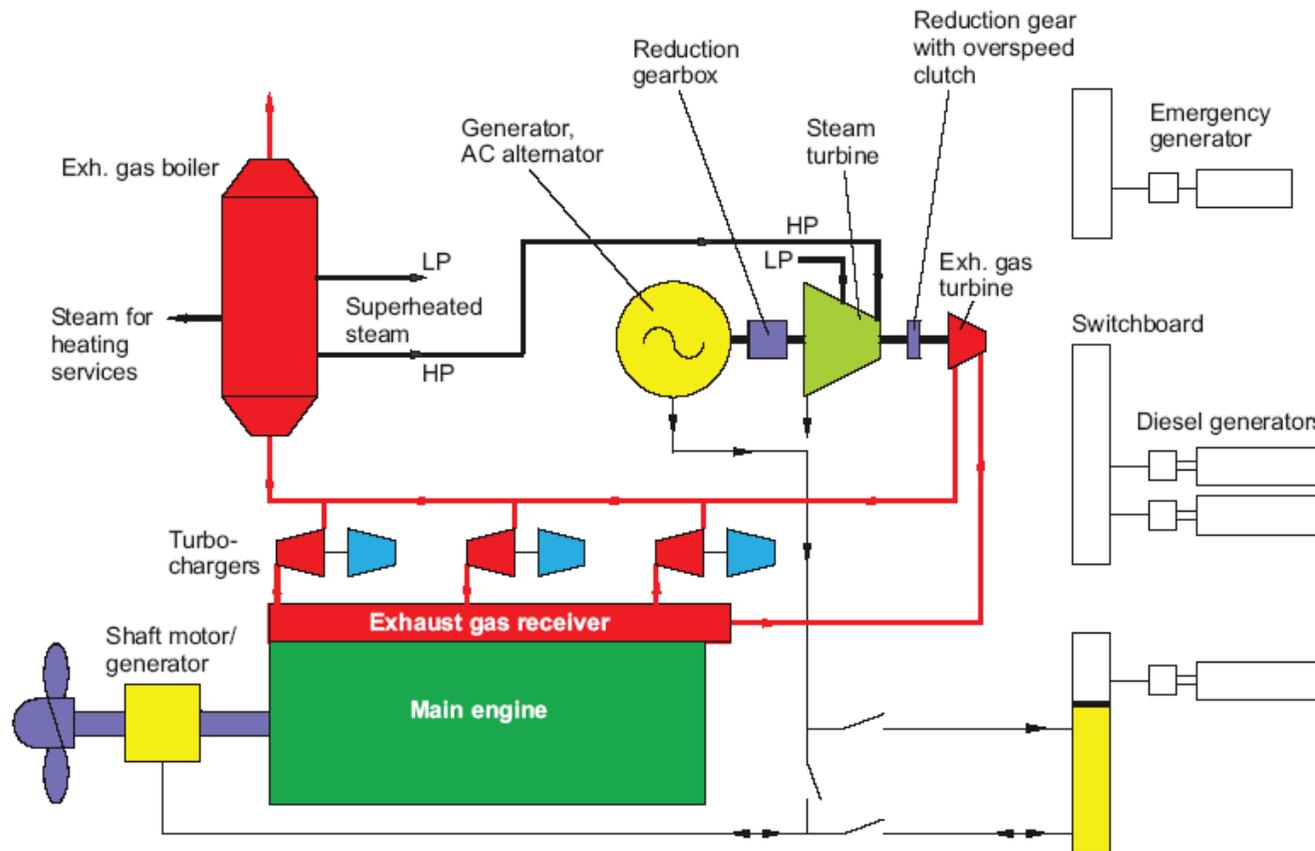
- Con la configurazione dell'impianto di recupero della precedente figura, dotato di un motore tipo 12RT-Flex 96C, è possibile ottenere il seguente incremento di rendimento:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

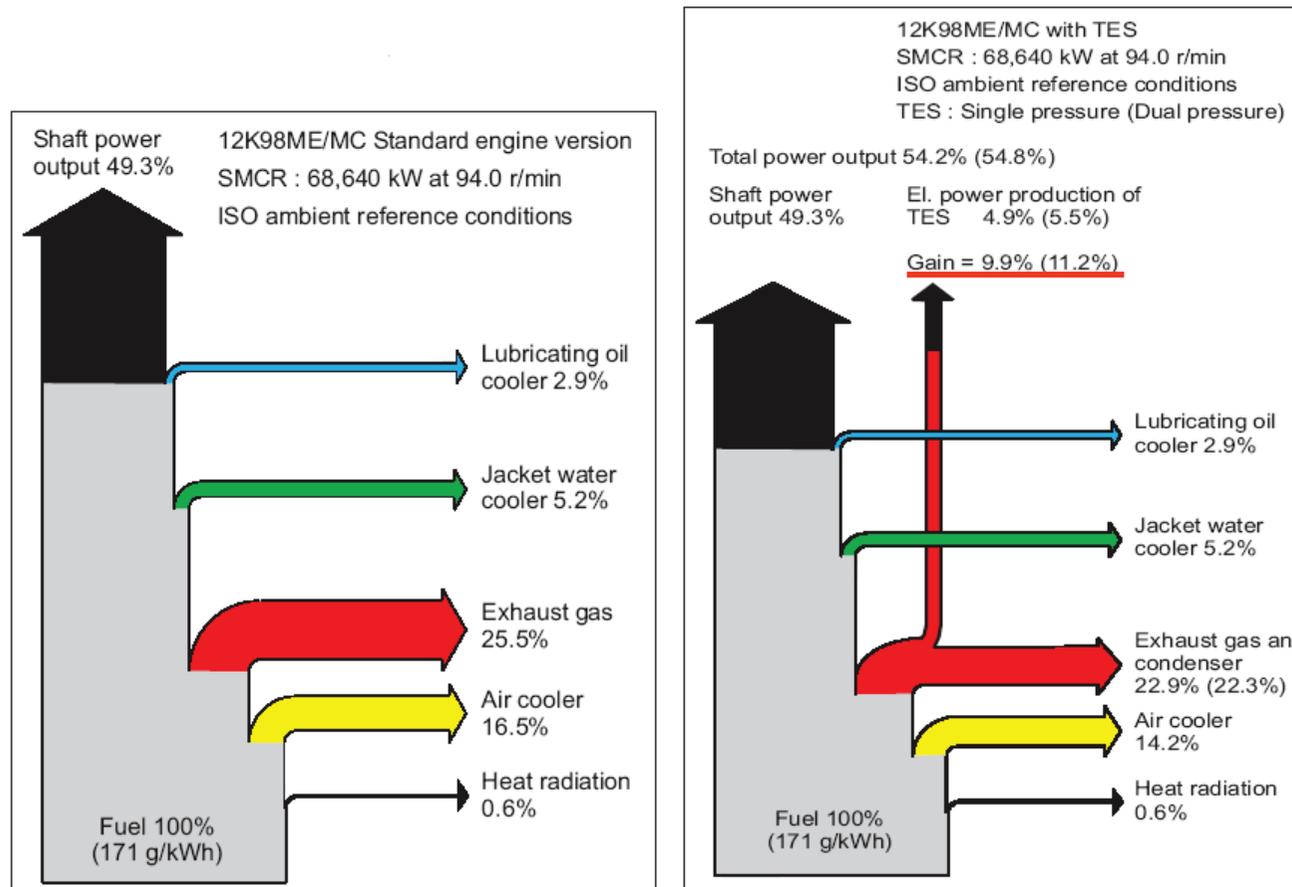
- Una configurazione simile della generazione di energia con un impianto di recupero è proposta dalla MAN B&W secondo il seguente schema:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

- Con la configurazione dell'impianto di recupero della precedente figura, per un impianto con il motore 12K98ME/MC è possibile ottenere il seguente incremento di rendimento:



# Impianti di propulsione navale

## **Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria**

- **Tali sistemi hanno tre generazioni ausiliarie di energia, precisamente:**
  - ✓ **Una turbina a gas di scarico e una turbina a vapore funzionanti a velocità costante e collegate ad un riduttore di velocità, che trascina un alternatore connesso in parallelo direttamente sulla rete di bordo;**
  - ✓ **Un alternatore asse sistemato sulla linea d'alberi funzionante a velocità variabile e connesso alla rete di bordo per mezzo di un convertitore di frequenza a tiristori;**
- **La configurazione più idonea dell'impianto è scelta in base alle esigenze operative, alle valutazioni economiche dell'investimento, dei costi operativi e di manutenzione;**
- **La generazione ausiliaria di energia era molto conveniente economicamente fino alla fine degli anni '80 quando i gruppi diesel-alternatori funzionavano a gasolio o MDO, mentre il motore principale funzionava a HFO IFO 380, combustibile molto più economico;**
- **Con i gruppi diesel-alternatori che funzionano con lo stesso HFO del motore principale, con la produzione di vapore della caldaia gas di scarico sempre di più utilizzata per i servizi di bordo, principalmente riscaldamenti, e con l'abbandono dei turbo-generatori a gas di scarico per la bassa affidabilità di esercizio, l'energia ausiliaria di bordo è oggi praticamente quasi esclusivamente prodotta da alternatori asse comandati direttamente dal motore principale tramite una PTO, con potenze variabili tra 800 e 1650 kW.**

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

➤ Le soluzioni adottate per produrre energia con gli alternatori asse si possono dividere in tre categorie, seguendo di massima la schematizzazione proposta dalla MAN B&W, precisamente:

✓ **PTO con alternatore senza controllo di velocità o frequenza:** è un semplice alternatore o installato direttamente sulla linea d'alberi o comandato da un moltiplicatore di velocità, che può essere installato o sulla linea d'alberi o direttamente sul motore, generalmente lateralmente a proravia.

E' utilizzato a velocità costante per produrre energia a frequenza costante e pertanto il motore principale deve essere accoppiato ad un'elica a passo variabile per mantenere costante la velocità durante il servizio.

Tale alternatore non è idoneo a funzionare in parallelo con i gruppi diesel-alternatori per un lungo periodo, a causa delle inevitabili fluttuazioni di velocità del motore principale anche nel funzionamento a velocità costante.

E' utilizzato pertanto come unica fonte di produzione dell'energia durante i viaggi di lunga durata, con i diesel-alternatori fermi o in stand-by.

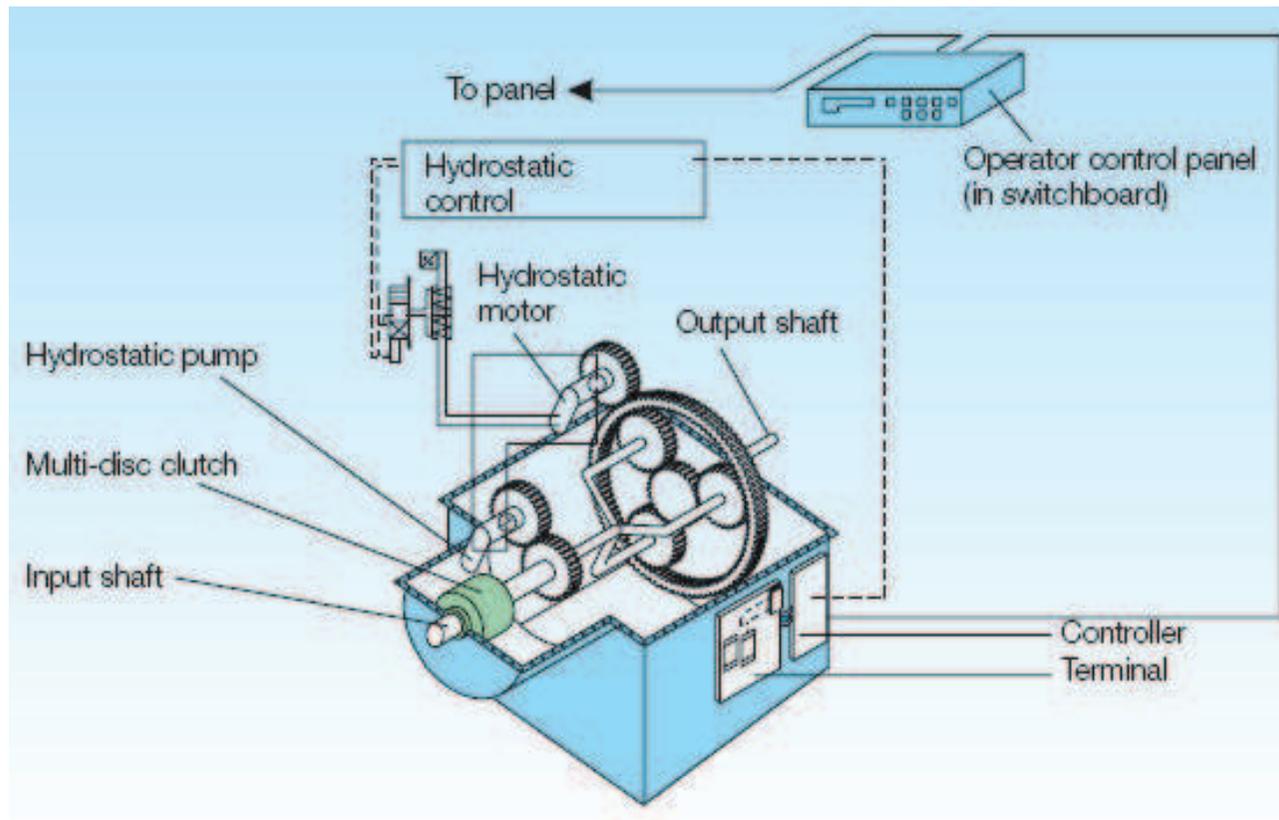
Durante le manovre, può essere utilizzato come fonte separata di energia per alimentare le eliche trasversali, le quali possono funzionare a frequenza variabile, con i gruppi diesel-alternatori che alimentano tutte le altre utenze di bordo.

Il rendimento di questa soluzione è circa 90÷92%, ma si devono considerare per il funzionamento a velocità costante la minore efficienza dell'elica e il rendimento termico più basso del motore rispetto al funzionamento in combinata.

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

- ✓ **PTO con alternatore con controllo elettro-meccanico di velocità o frequenza:** la velocità dell'alternatore è mantenuta costante da un moltiplicatore di velocità epicicloidale, sviluppato dalla società Renk, il cui principio di funzionamento è illustrato nella seguente figura:



# Impianti di propulsione navale

## **Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria**

**La corona esterna del riduttore, a doppia dentatura interna ed esterna, può ruotare in entrambe le direzioni per mezzo di un sistema pompa-motore idrostatici controllati da un'unità di controllo elettronica.**

**Il controllo elettronico rileva continuamente la velocità dell'albero di uscita e in presenza di una variazione della velocità dell'albero di entrata modifica opportunamente la velocità della corona, agendo sul sistema pompa-motore, in modo da mantenerla costante.**

**Il riduttore permette di mantenere costante la velocità dell'albero di uscita fino ad una variazione del 30% della velocità dell'albero di entrata:**

**E' normalmente regolato in modo da mantenere costante la velocità dell'albero di uscita per una velocità del motore tra il 70 e il 100% della velocità nominale.**

**Il riduttore è sempre dotato di una frizione a dischi, installata sull'albero di entrata, che permette di inserire e disinserire il sistema in funzione delle necessità operative dell'impianto.**

**Con tale sistema, l'alternatore è in grado di funzionare in parallelo con i diesel-alternatori e può essere installata un'elica a pale fisse.**

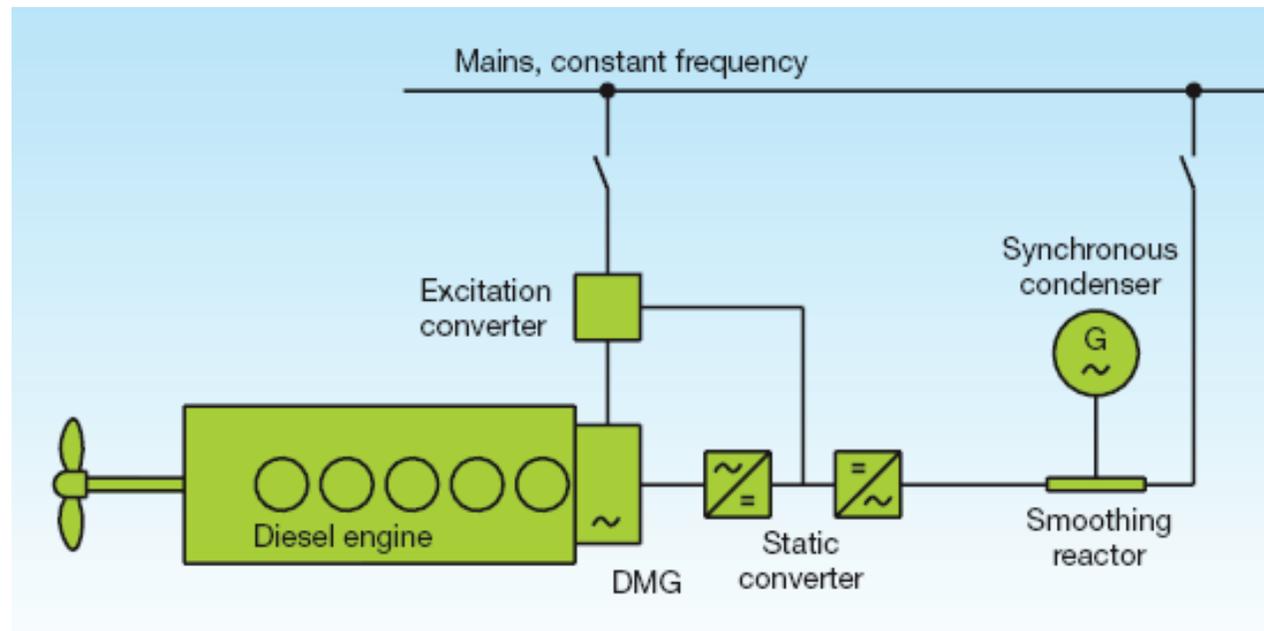
**Il sistema è dotato di un controllo automatico di tutte le funzioni necessarie a garantire l'operatività e la protezione (allarmi e disinserimento frizione).**

**Il rendimento elettro-meccanico totale varia tra 88 e 91% in funzione della velocità dell'albero di ingresso.**

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

- ✓ **PTO con alternatore con controllo elettronico della frequenza:** l'alternatore genera potenza elettrica a frequenza variabile che poi per mezzo di un convertitore statico di frequenza a tiristori è convertita a frequenza costante. L'alternatore può essere installato o a poppavia del motore, con il rotore integrato in un albero intermedio, o all'estremità libera del motore, come indicato nella seguente figura:



# Impianti di propulsione navale

## **Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria**

**La soluzione con il rotore parte integrante di un albero intermedio è molto più utilizzata in quanto non aumenta l'ingombro longitudinale del motore**

**In passato sono stati installati anche alternatori comandati da un moltiplicatore di velocità e dotati di un sistema elettronico integrato per mantenere costante la frequenza della potenza elettrica. Il vantaggio di tale soluzione è che non richiede il convertitore statico di frequenza ma ha il grande svantaggio di utilizzare almeno un giunto elastico, una frizione opzionale, e un moltiplicatore di velocità, organi molto costosi. Per tale motivo non sono quasi più utilizzati.**

**L'alternatore è in grado di funzionare in parallelo con i diesel-alternatori ed eroga la potenza nominale per una variazione di velocità compresa nel campo tra il 75 e il 100% della velocità nominale del motore. La potenza erogata si riduce proporzionalmente al di sotto del 75% della velocità fino ad un valore di circa il 50% della nominale tra il 40 e il 50% della velocità.**

**L'impianto può essere dotato di un'elica a pale fisse o a passo variabile, e la scelta non dipende dalla presenza dell'alternatore ma dalle esigenze operative e di manovra della nave.**

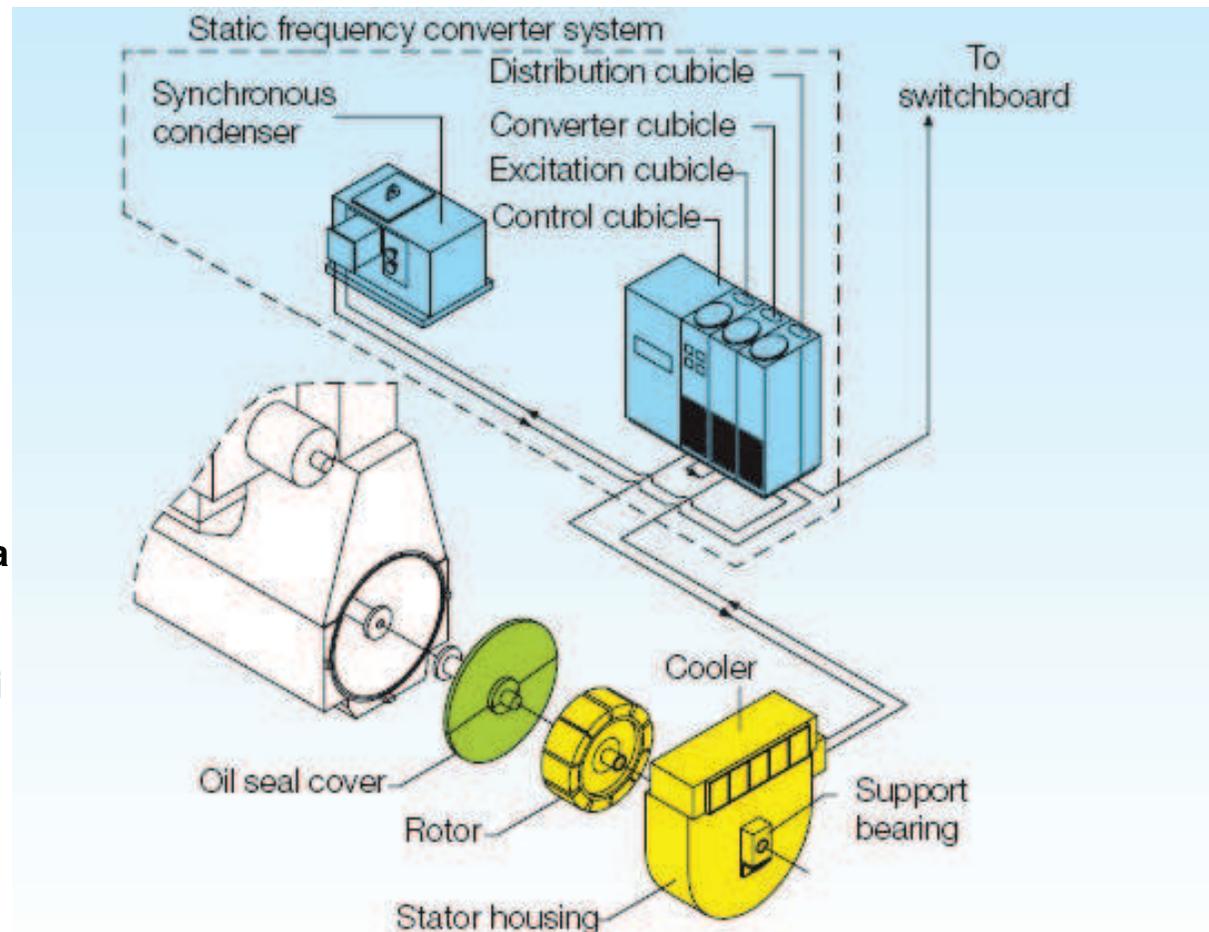
**Il rendimento totale di questa soluzione varia tra l'84 e il 90% in funzione della velocità di rotazione del motore e della potenza erogata, con il rendimento minimo a bassa velocità e potenza.**

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

- Esempio 1: Alternatore asse installato all'estremità libera del motore e dotato di un convertitore statico di frequenza a tiristori

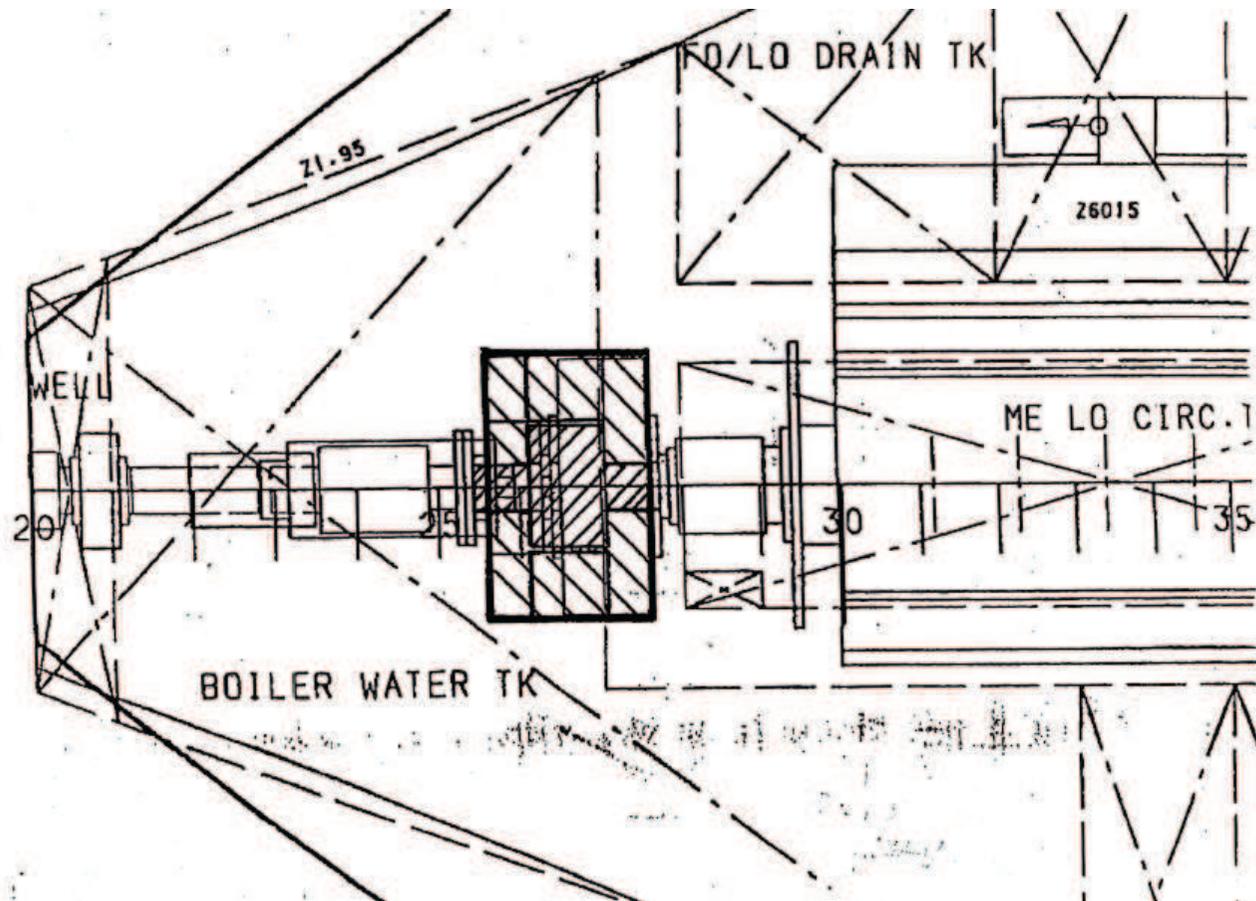
- Il convertitore statico di frequenza è composto da una parte statica, sistema controllo e tiristori, e da una macchina elettrica rotante, il condensatore sincrono che è in pratica un semplice alternatore sincrono. Tale condensatore o alternatore è necessario per fornire potenza reattiva in quanto il convertitore utilizza corrente continua (DC) tra le due conversioni di frequenza e non è in grado di fornire tale potenza reattiva.



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

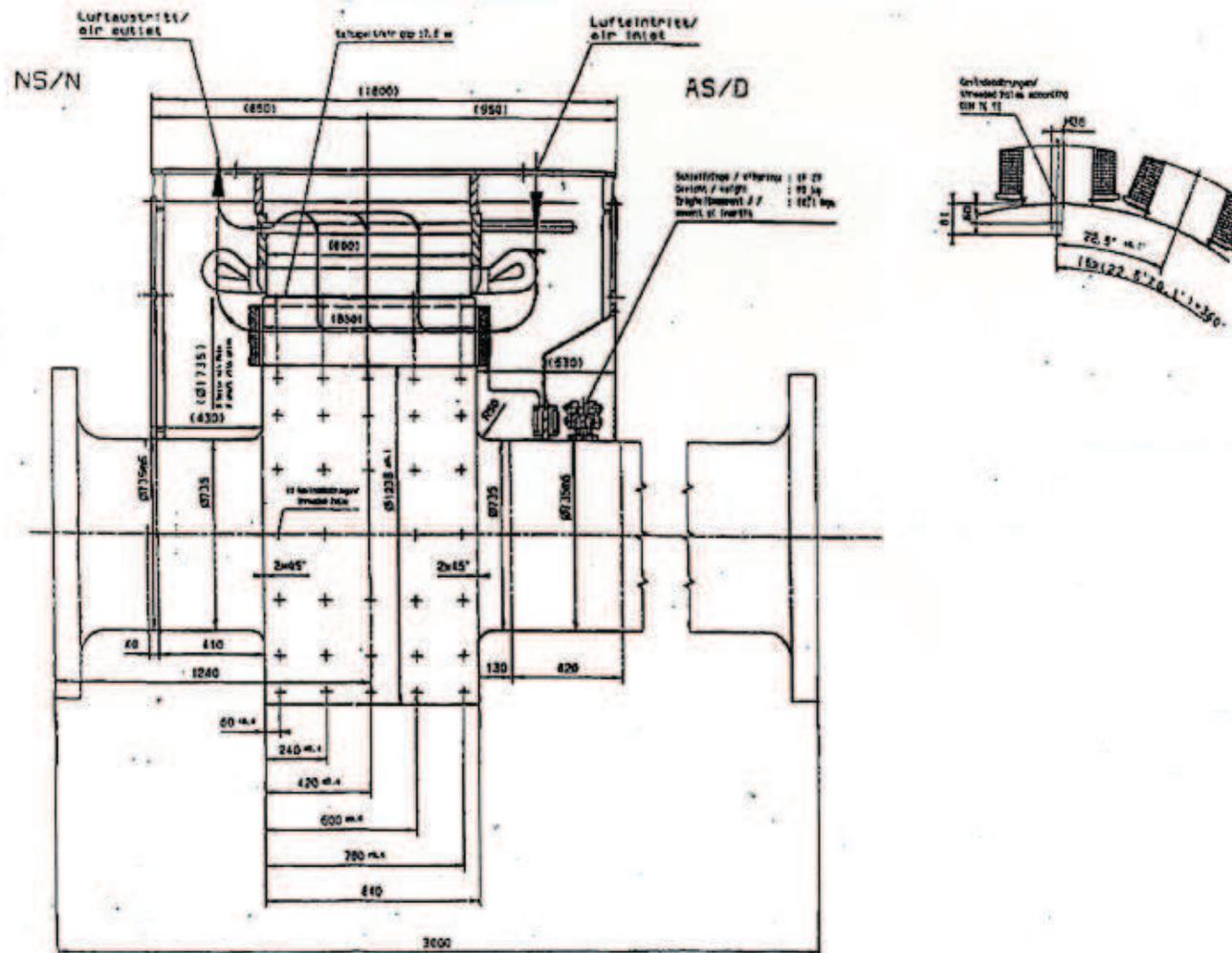
- Esempio 2: Alternatore asse installato sulla linea d'alberi a poppavia del motore. Il rotore è integrato nell'albero intermedio.



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

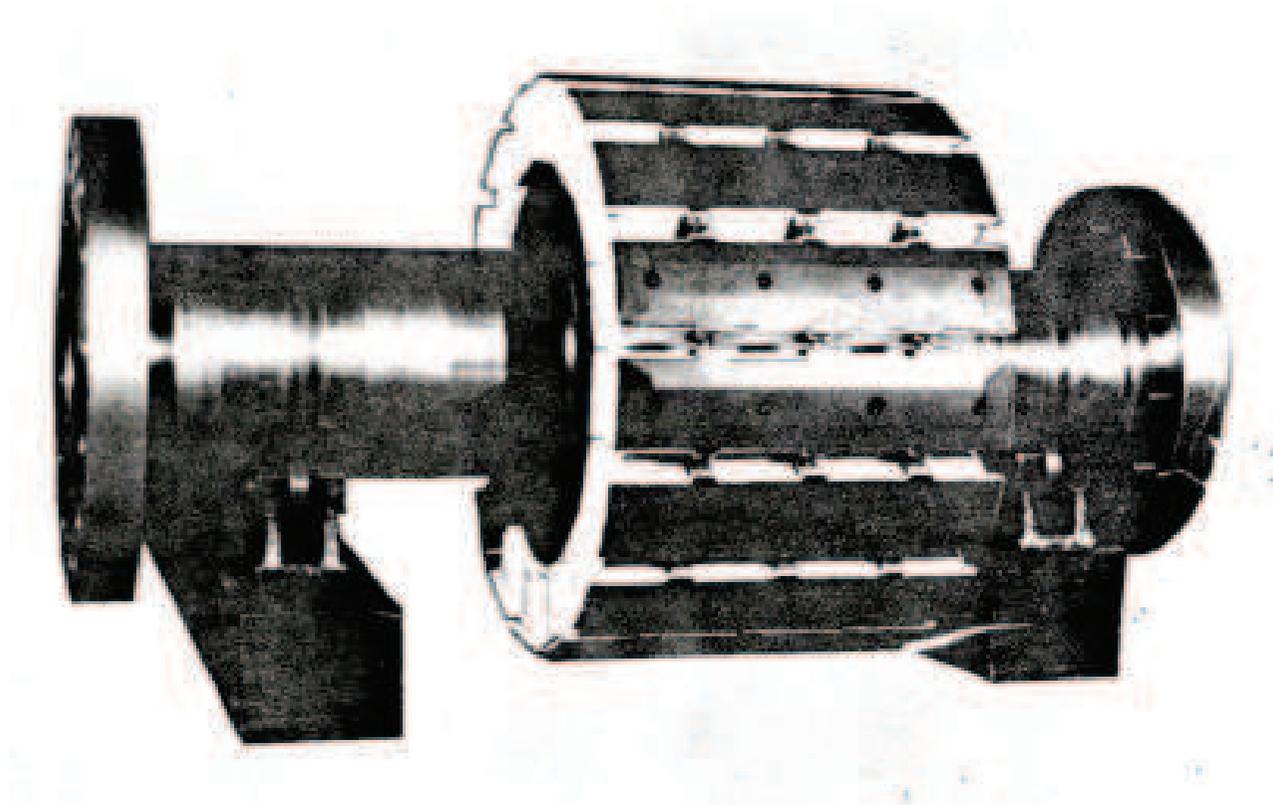
- Esempio 3: Sezione di un alternatore asse installato sulla linea d'alberi.



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

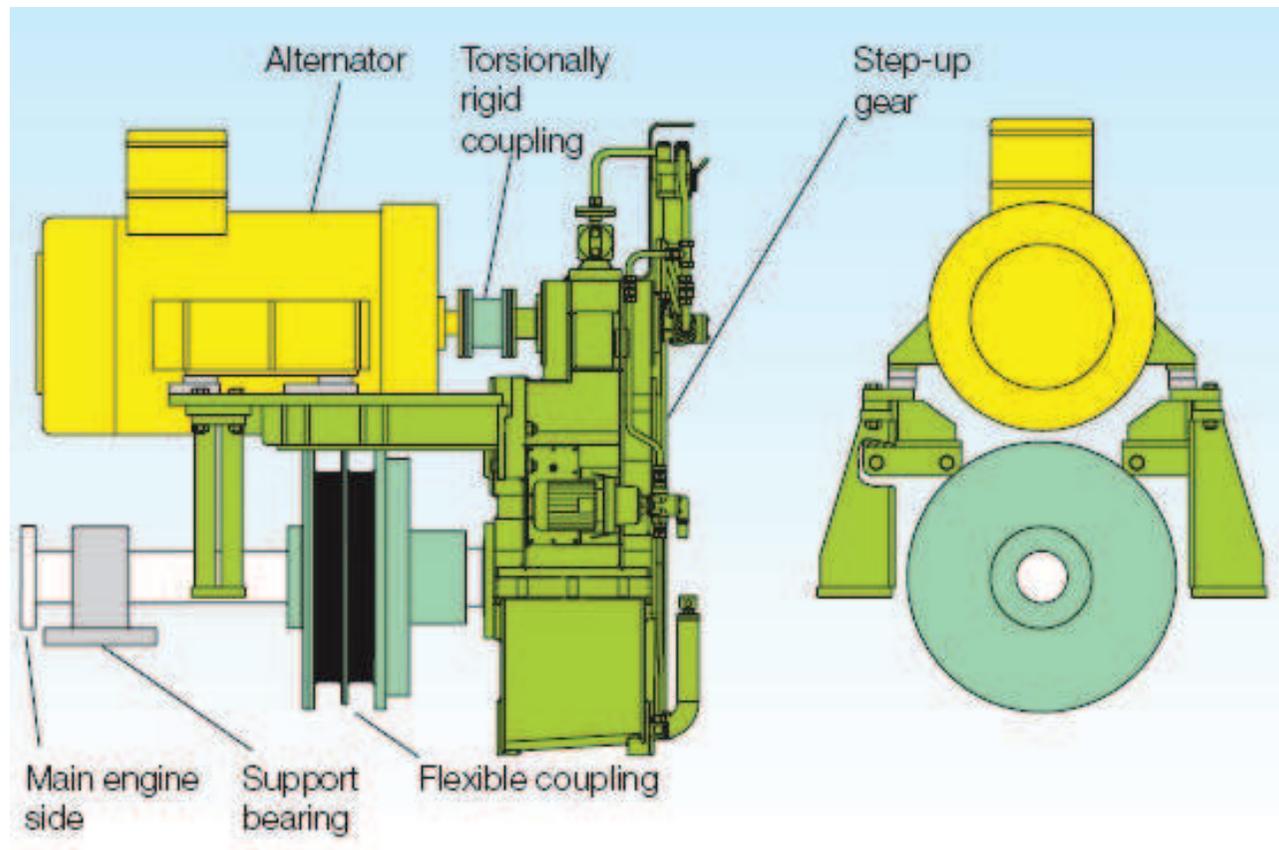
- Esempio 4: Vista di un rotore di un alternatore asse installato sulla linea d'alberi.



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

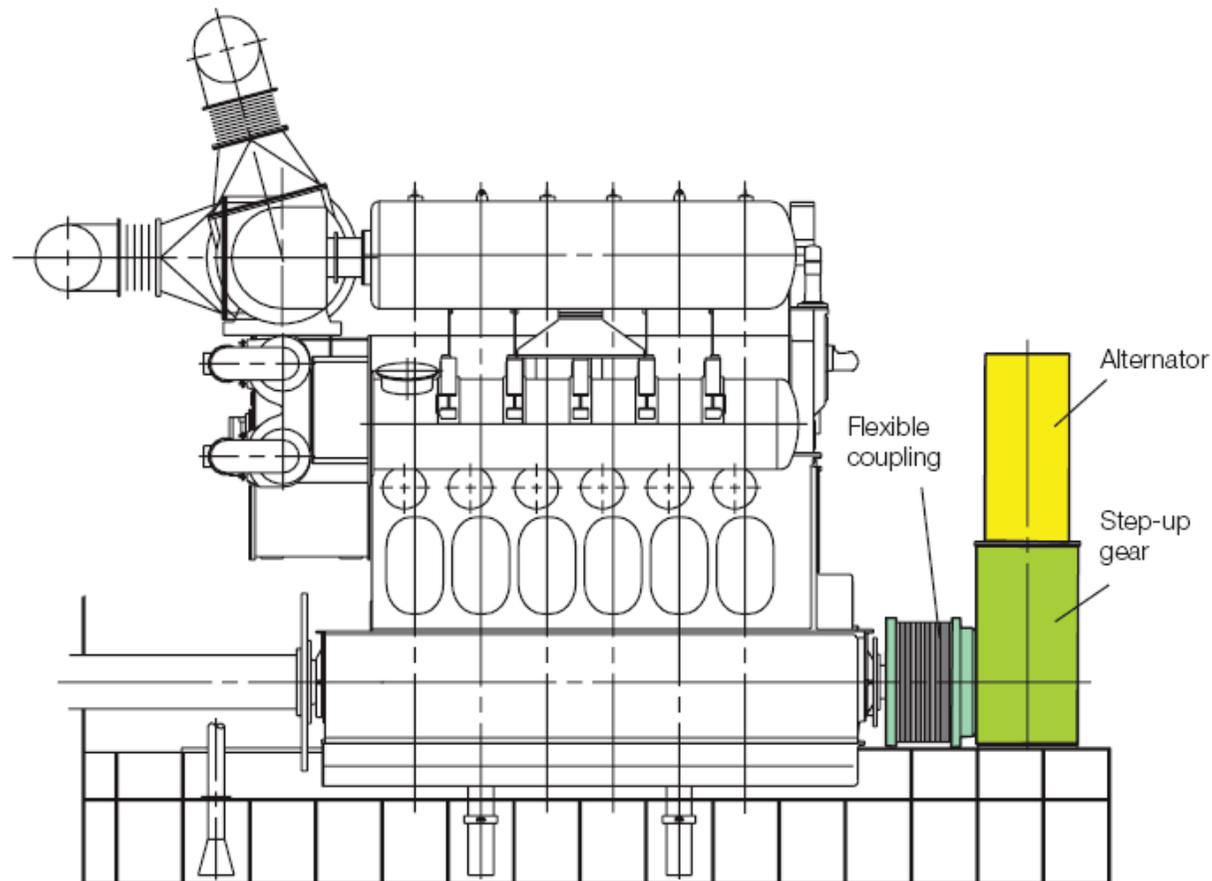
- Esempio 5: Alternatore asse installato all'estremità libera del motore e trascinato da un moltiplicatore di velocità di costruzione Flender:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

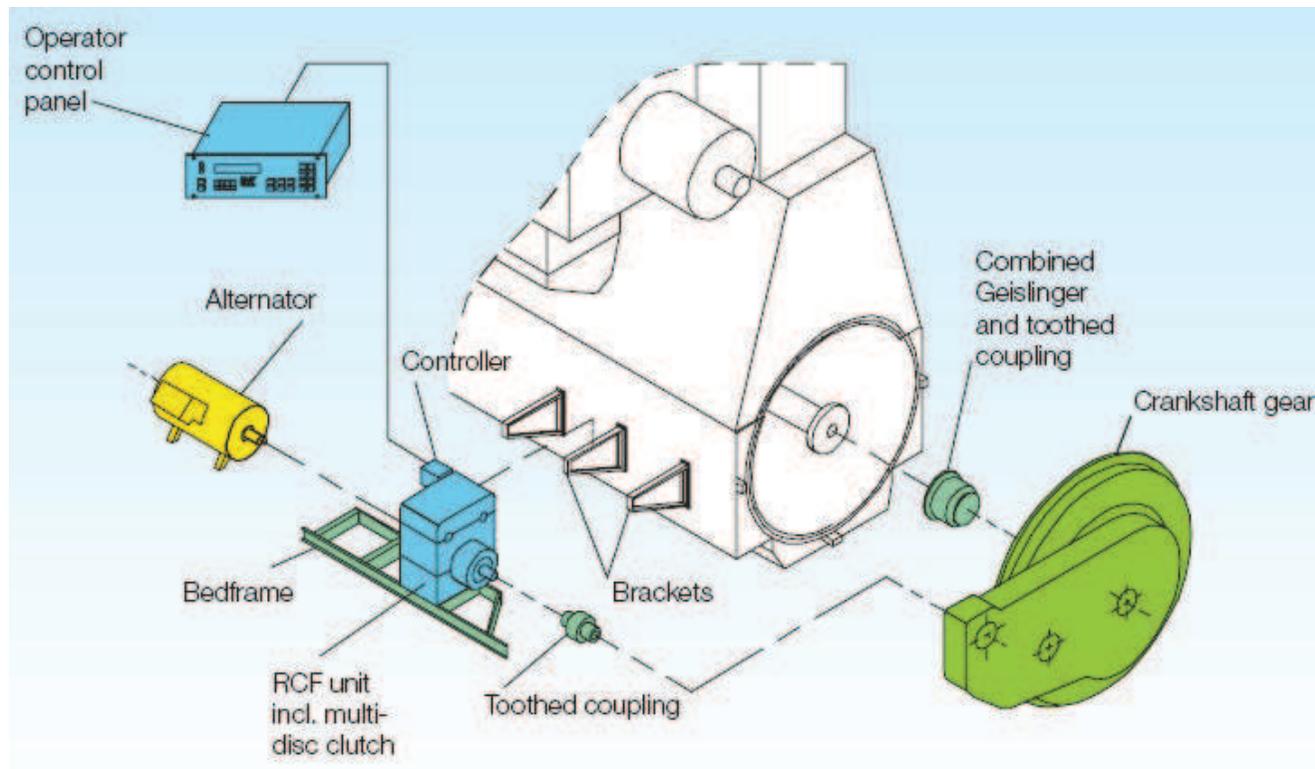
- Esempio 6: Alternatore asse installato all'estremità libera del motore e trascinato da un moltiplicatore di velocità di costruzione Renk:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

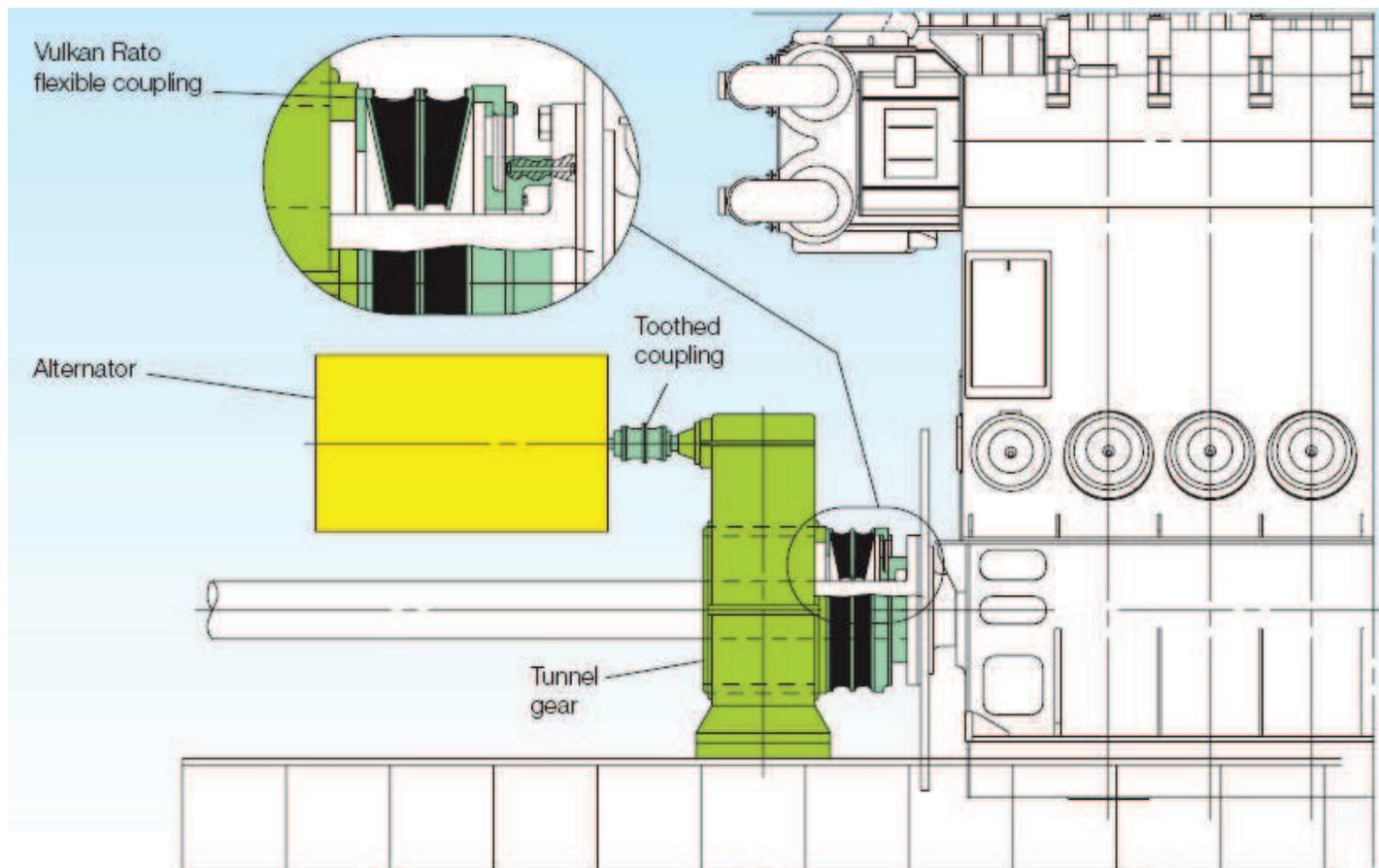
- **Esempio 7: Alternatore asse installato all'estremità libera del motore e trascinato da un moltiplicatore di velocità epicicloidale di costruzione Renk:**



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

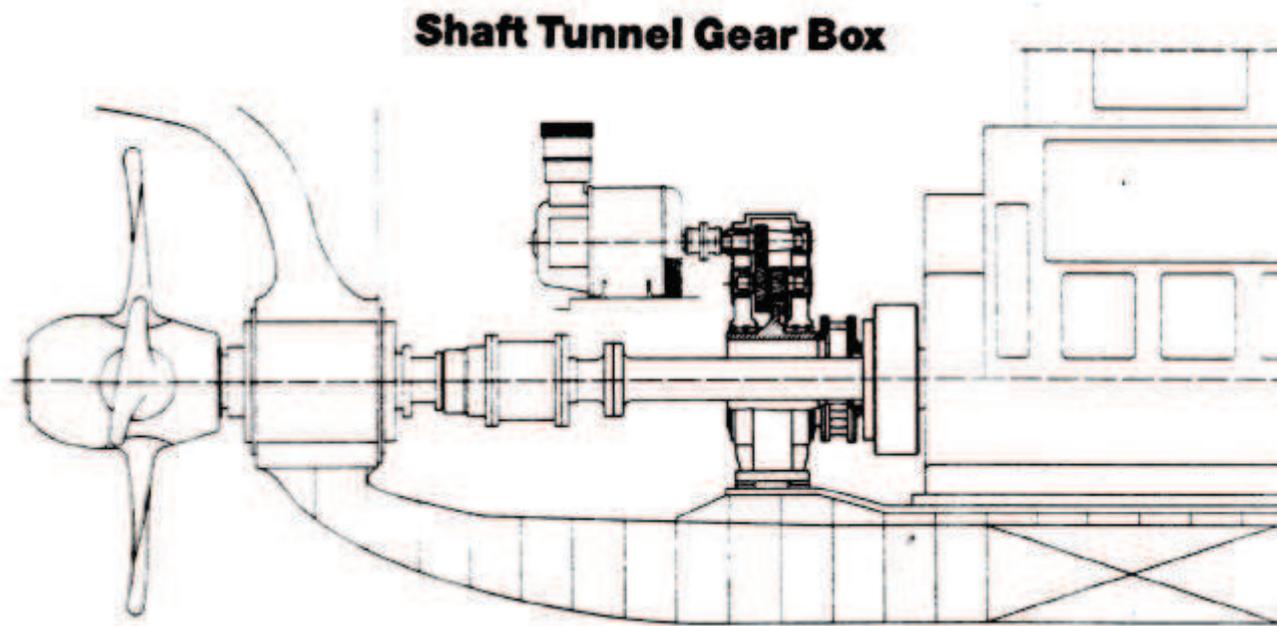
- Esempio 8: Alternatore asse installato a poppavia del motore e trascinato da un moltiplicatore di velocità del tipo “shaft tunnel gear” di costruzione Renk:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

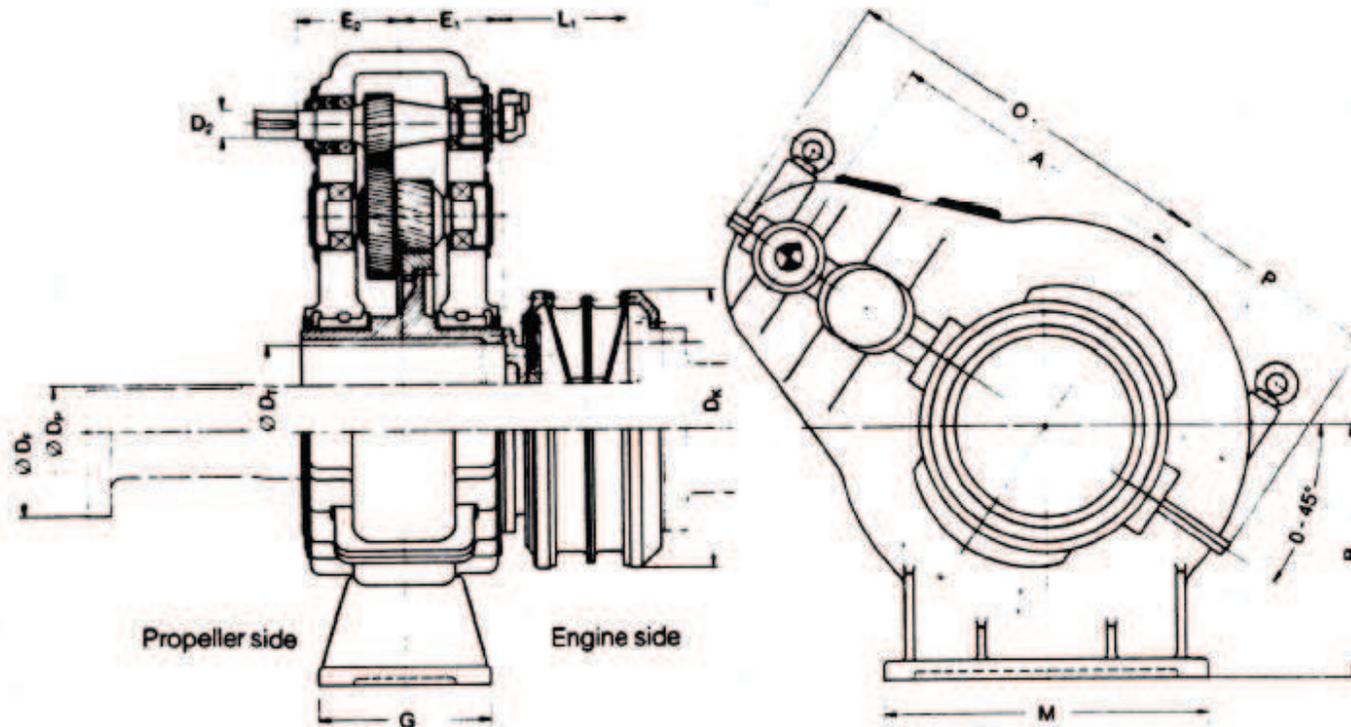
- Esempio 9: Vista laterale schematica di un impianto con alternatore asse installato a poppavia del motore e trascinato da un moltiplicatore di velocità del tipo “shaft tunnel gear” di costruzione Renk:



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Generazione di potenza elettrica ausiliaria

- Esempio 10: Vista laterale e sezione di un moltiplicatore di velocità del tipo “shaft tunnel gear” di costruzione Renk:



# Impianti di propulsione navale

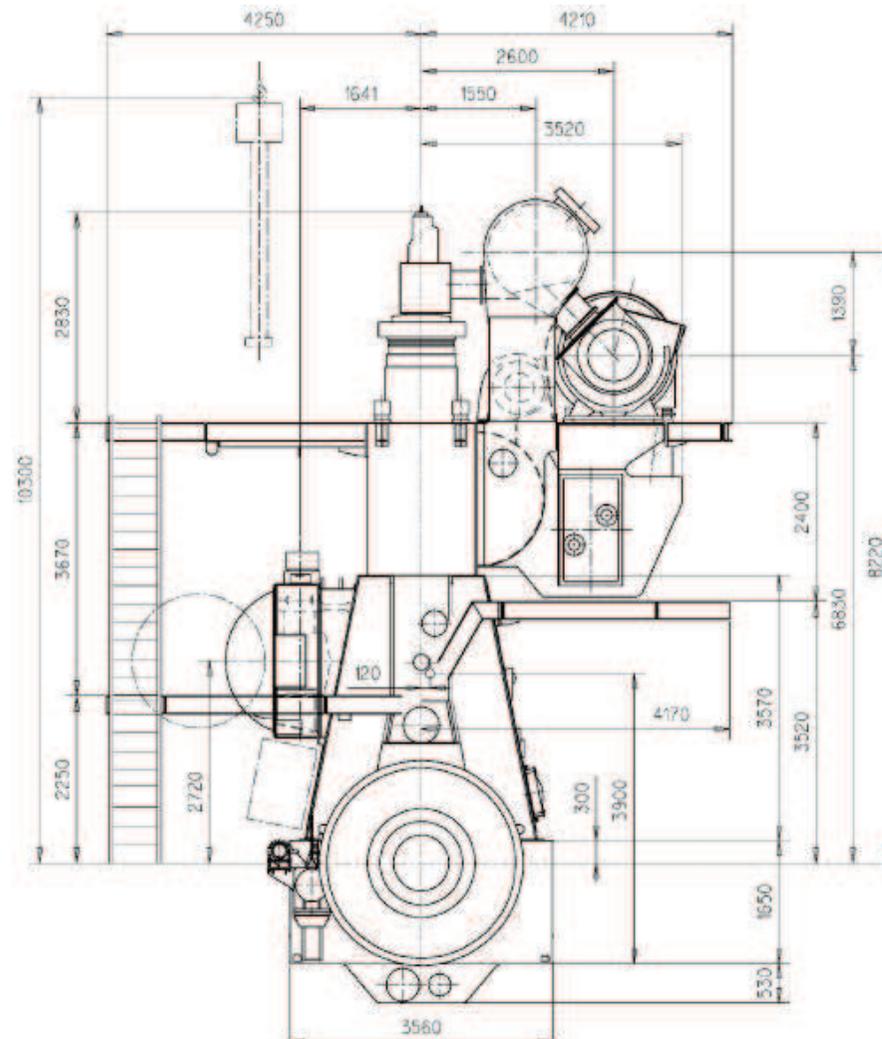
## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

- **Lo scopo di quest'ultimo capitolo sui motori 2T è quello di dare alcune semplici e sintetiche informazioni in merito all'installazione del motore a bordo e dei suoi collegamenti con le strutture di scafo, precisamente:**
  - ✓ **Ingombri, masse e schemi sollevamenti;**
  - ✓ **Schemi dei grigliati di camminamento intorno al motore;**
  - ✓ **Viti di livellamento per l'allineamento;**
  - ✓ **Collegamento con la linea d'alberi;**
  - ✓ **Zappolatura e collegamento con le fondazioni;**
  - ✓ **Installazione degli ancoraggi trasversali.**

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

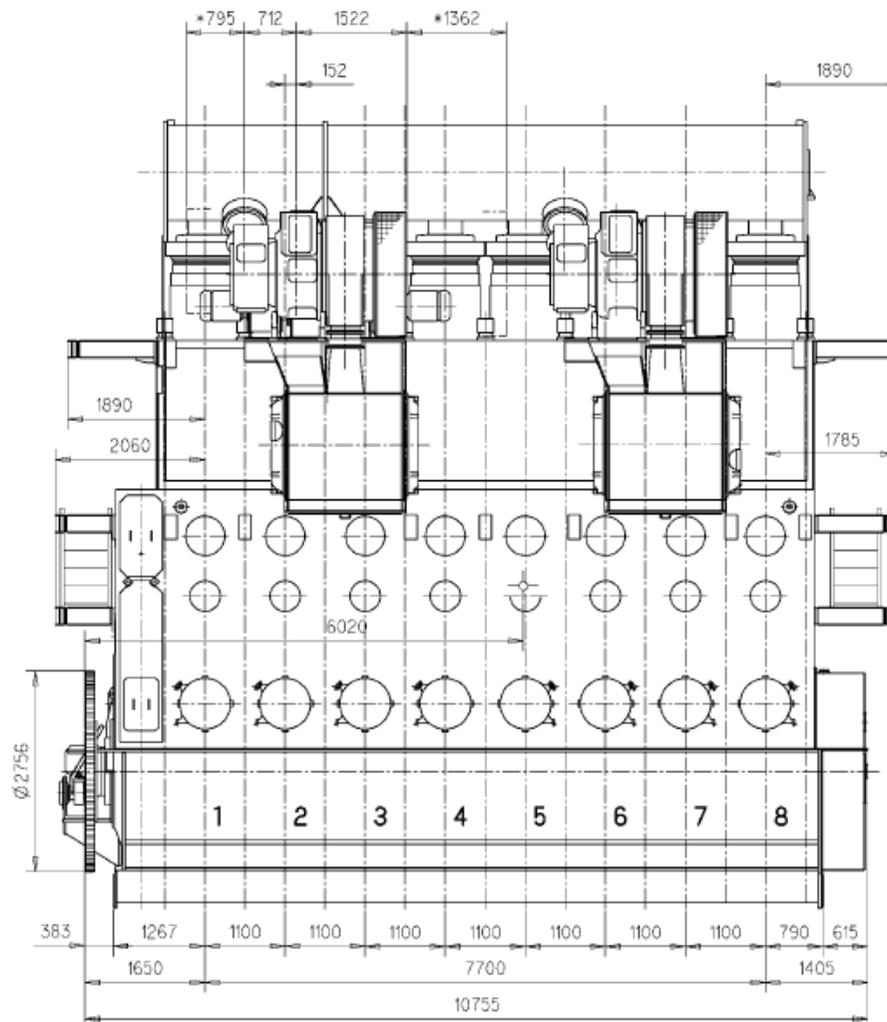
### Vista trasversale del motore 8RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

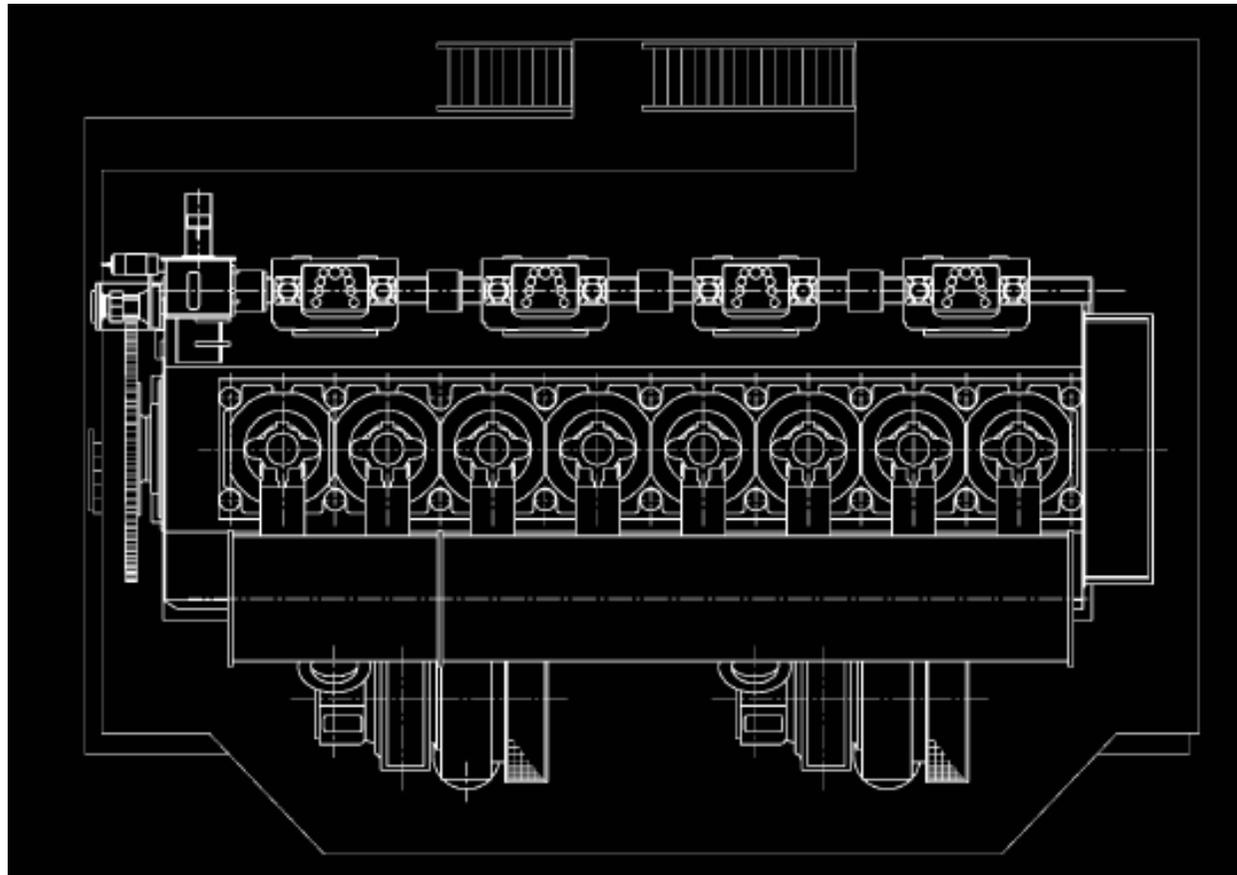
### Vista laterale del motore 8RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Pianta del motore 8RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Pesi della serie motori tipo RTA62U-B

Number of cylinders	5		6		7		8	
	TC (VTR)	Mass [t]						
Turbocharger types and numbers	–	–	2 · 454	375	2 · 454	425	–	–
	1 · 564	320	1 · 564	370	2 · 564	430	2 · 564	480

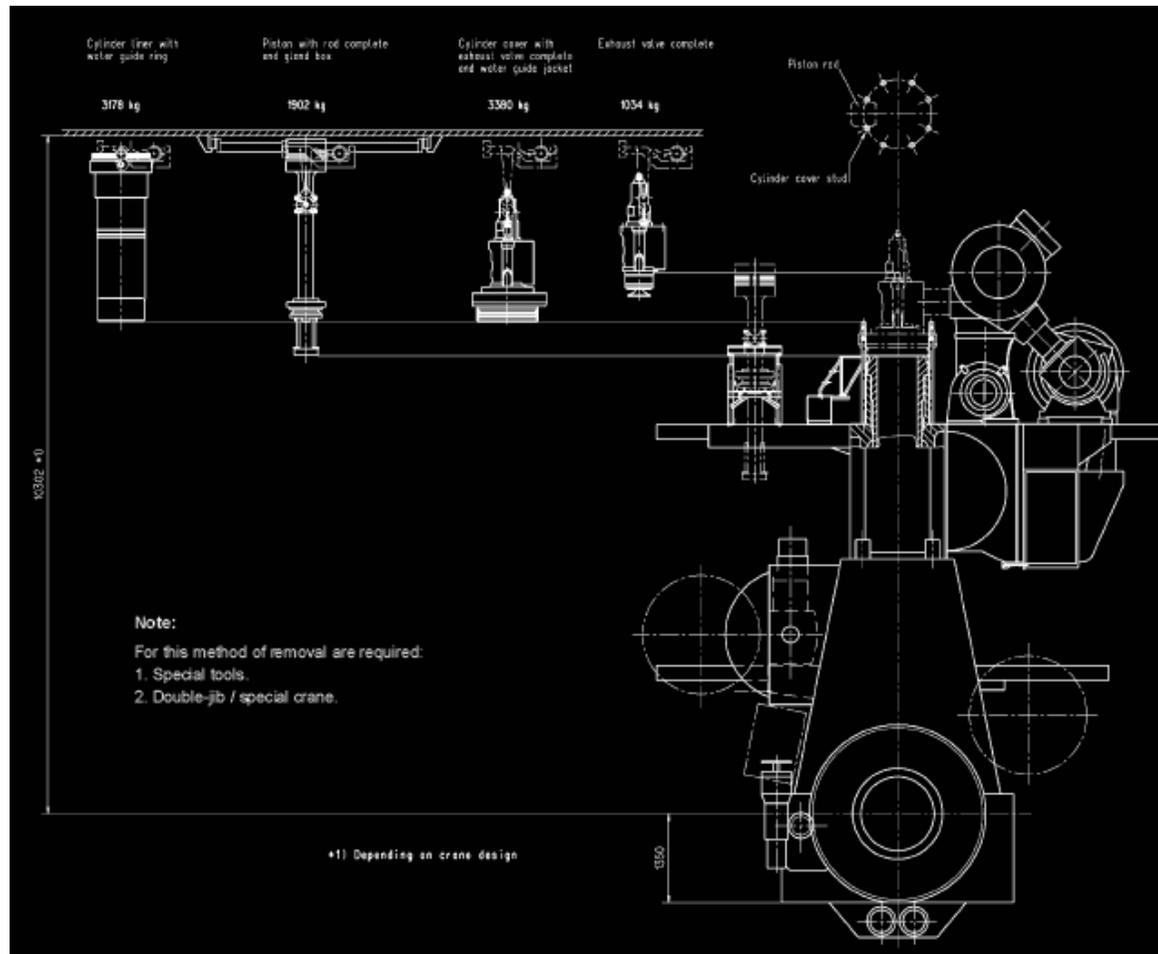
### Peso motori e turbosoffianti ABB

System fluid		Number of cylinders			
		5	6	7	8
Cylinder cooling water	[kg]	890	1060	1210	1390
Lubricating oil	[kg]	1360	1620	1880	2140
Sea-water in scavenge air cooler(s) *2)	[kg]	530	650	1030	1030
Total of water and oil in engine *1)	[kg]	2780	3330	4120	4560

### Peso dei fluidi contenuti nel motore

# Impianti di propulsione navale

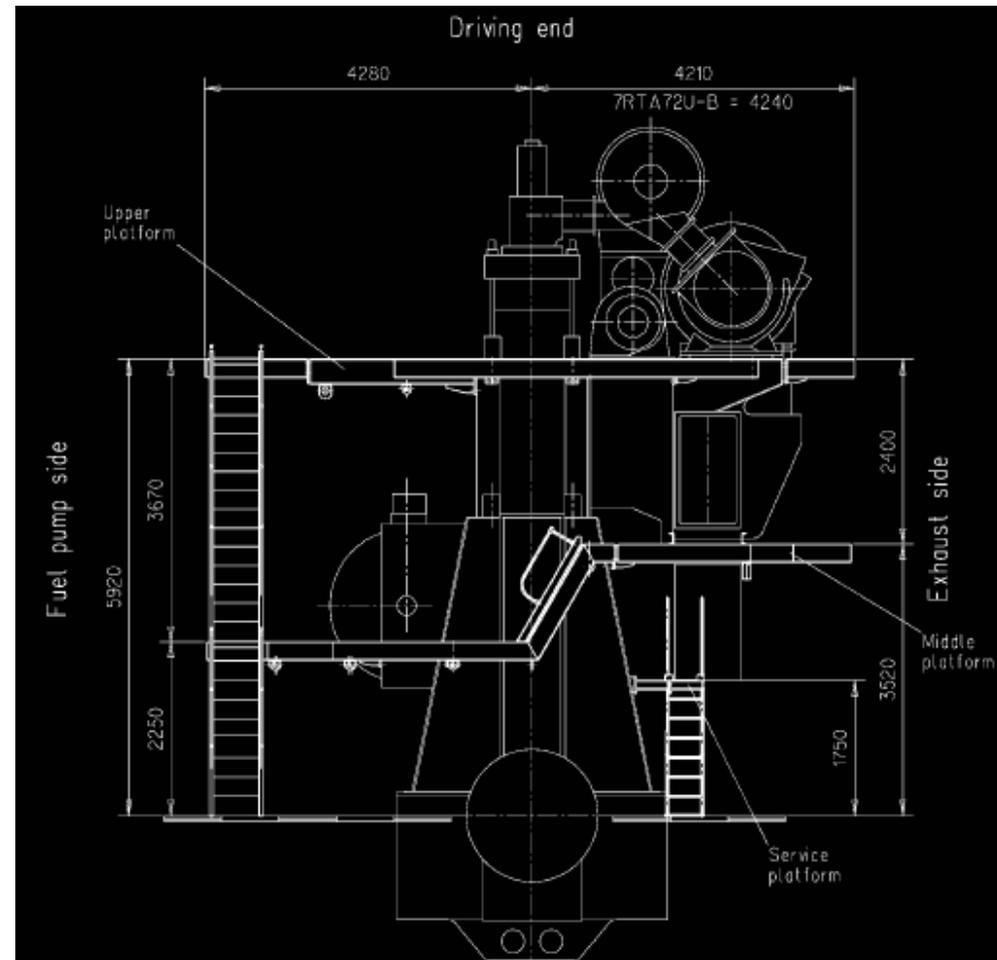
## Motori diesel 2T – Installazione a bordo Schema smontaggi del motore RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

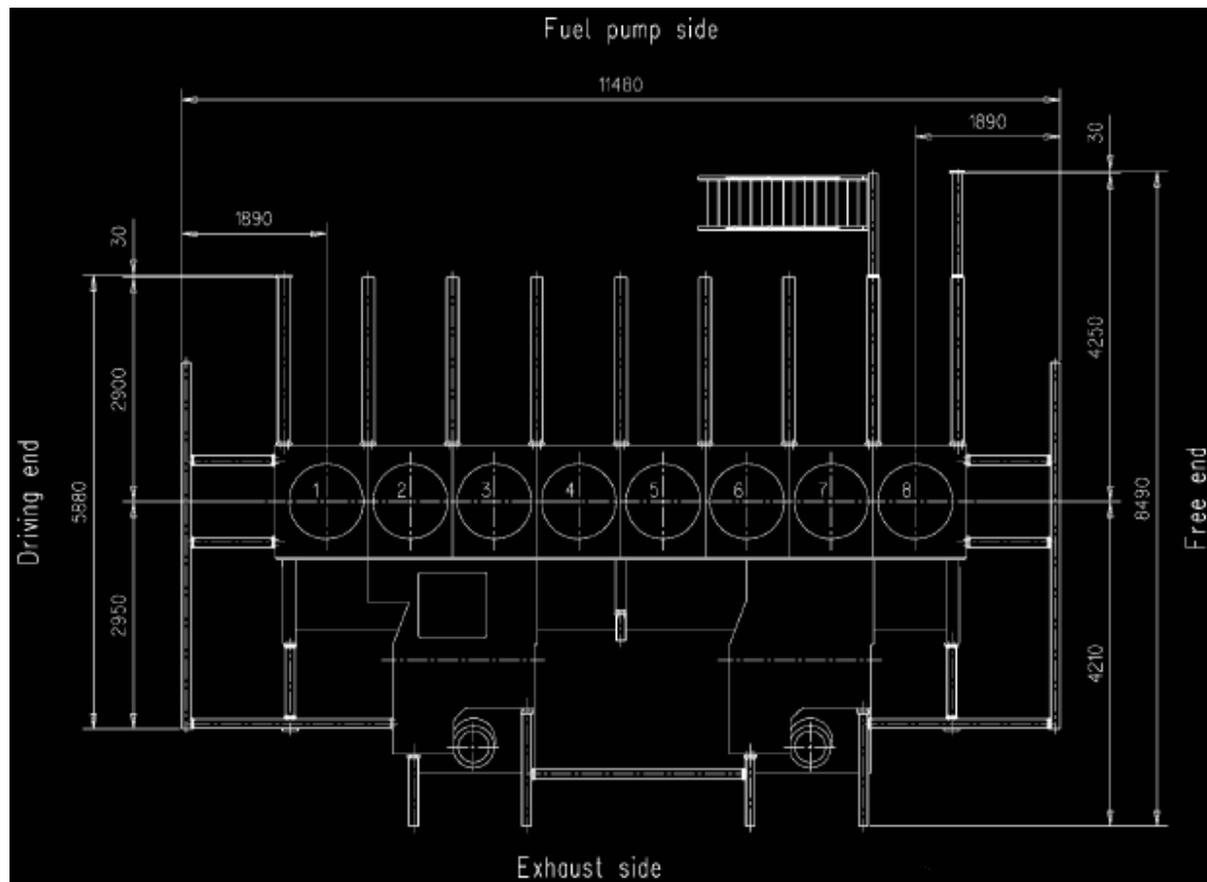
### Vista trasversale dei grigliati e delle scale del motore RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

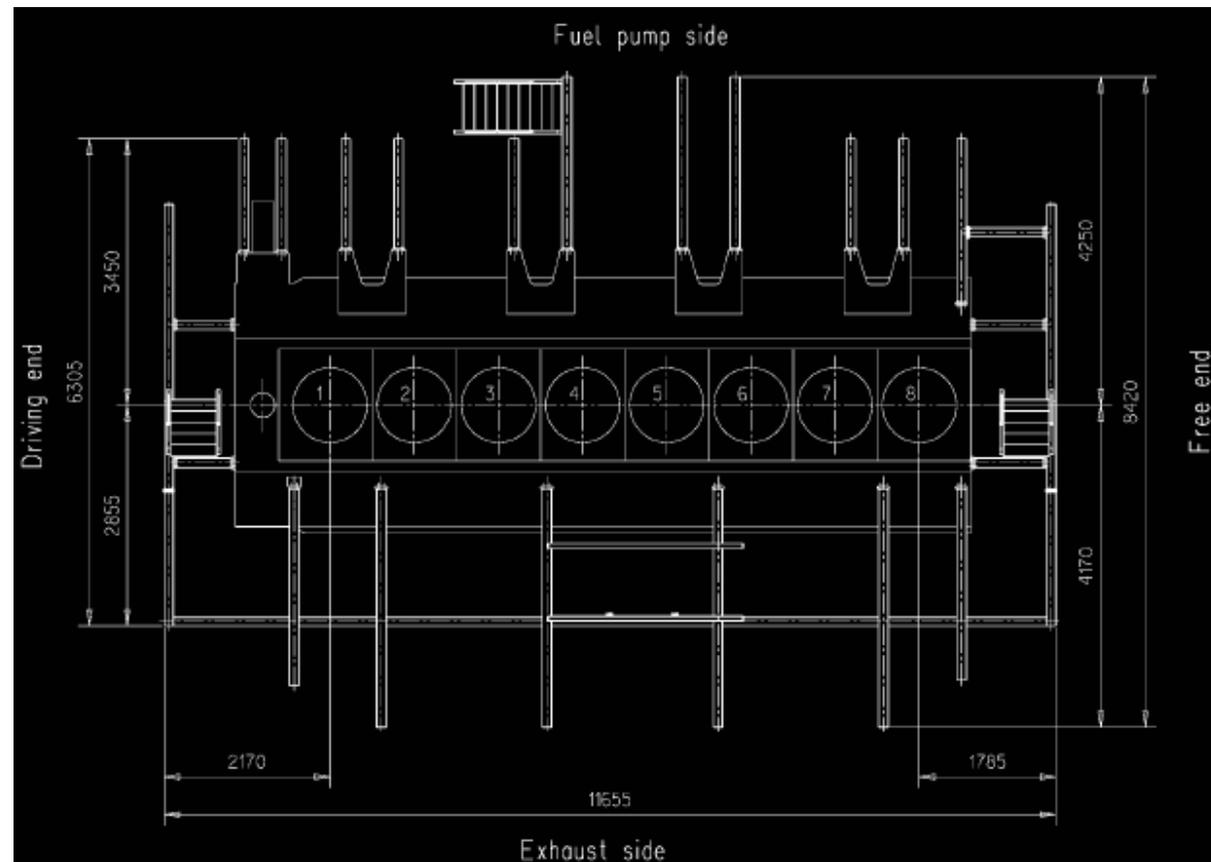
### Pianta dei grigliati superiori del motore 8RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

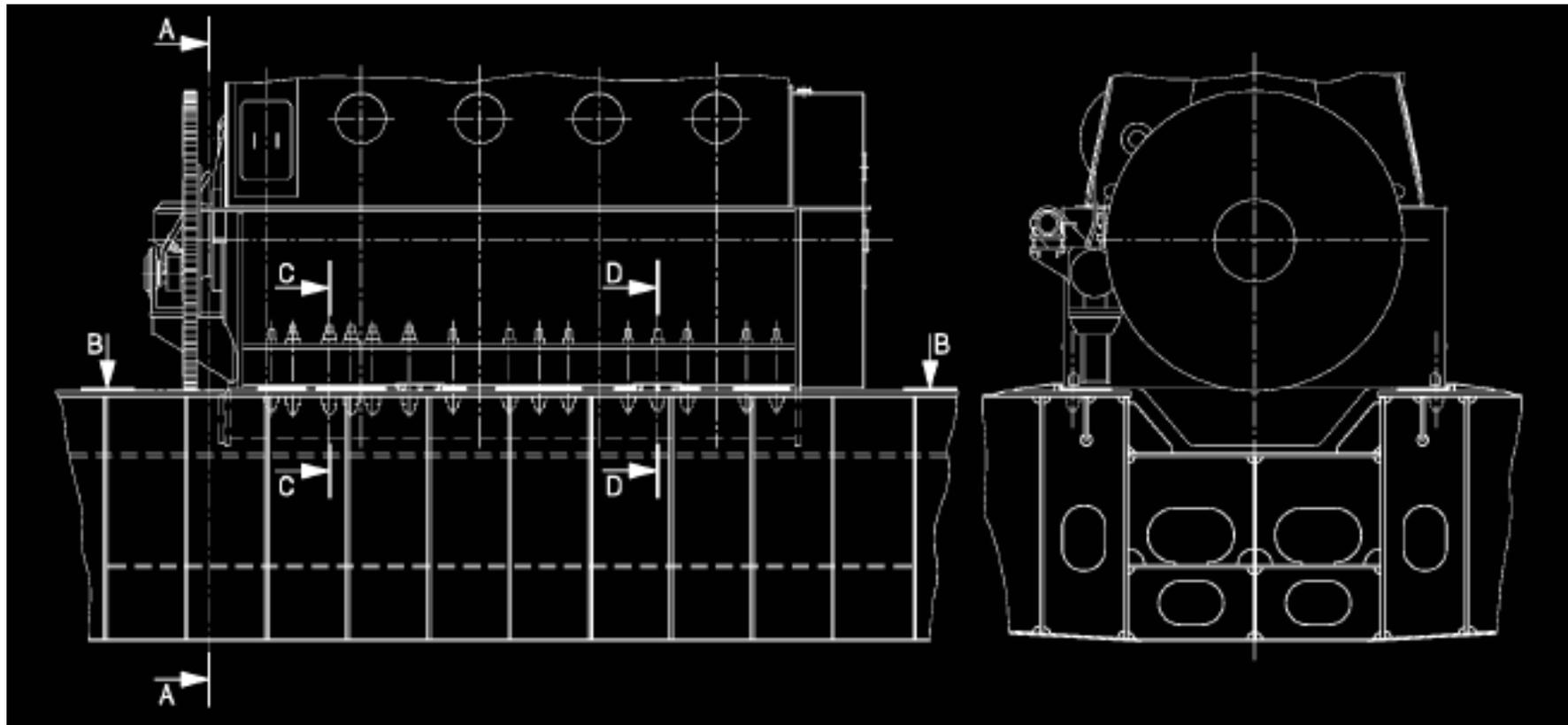
### Pianta dei grigliati intermedi del motore 8RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

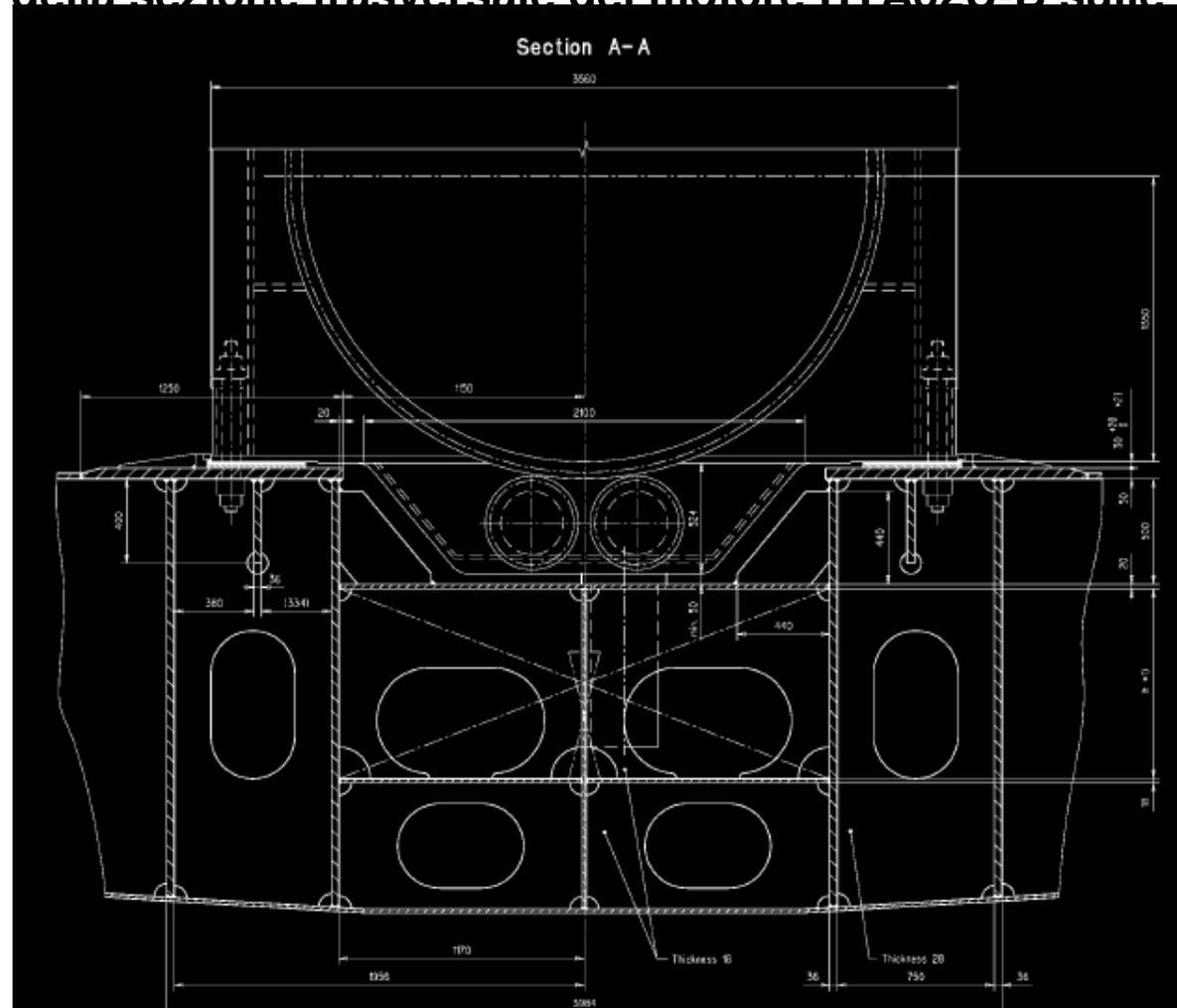
Viste laterale e trasversale del motore RTA62U-B sulle fondazioni



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

Dettaglio della sezione trasversale del motore RTA62U-B sulle fondazioni

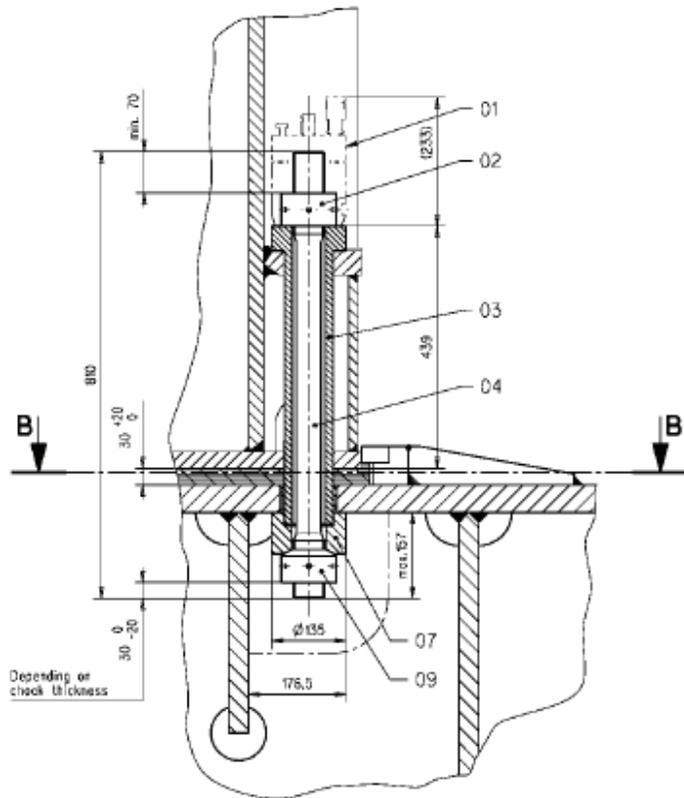


Data: 15/02/2007

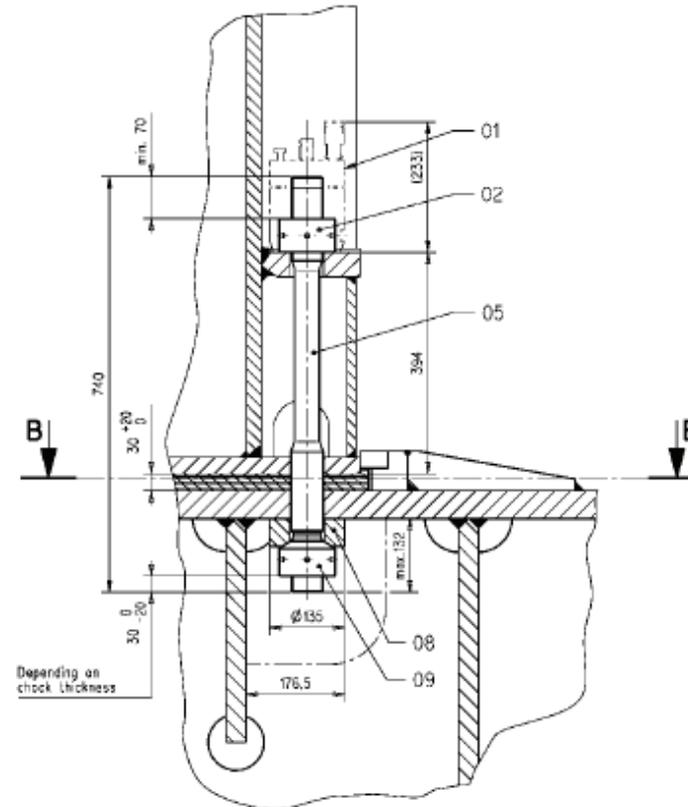
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Dettaglio dei tiranti di collegamento motore-fondazioni



**Tiranti con manicotto calibrato**



**Tirante calibrato**

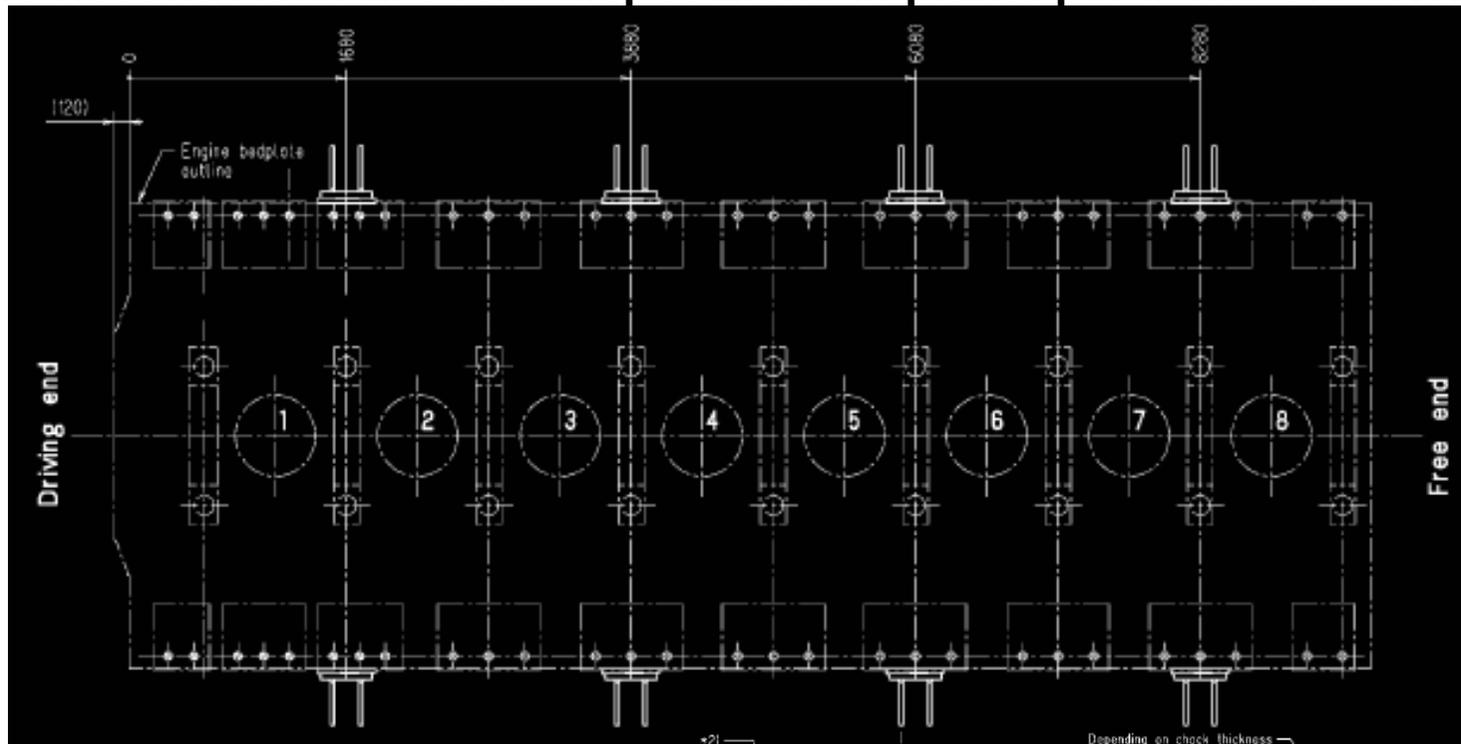
**Zappolatura in resina epossidica di spessore 30÷50 mm**

# Impianti di propulsione navale

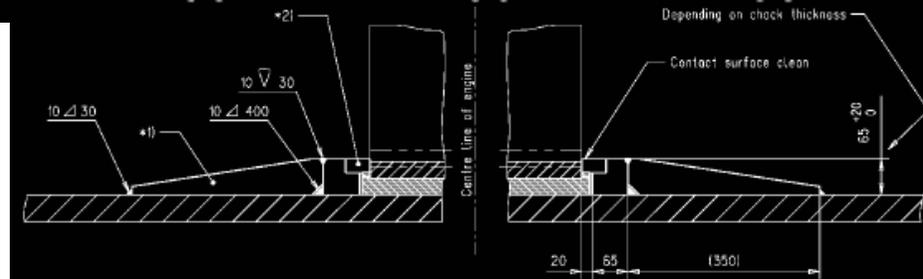
## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

Dettaglio riscontri laterali e loro disposizione in pianta per il motore 8RTA62U-B

Pianta



Vista trasversale in dettaglio

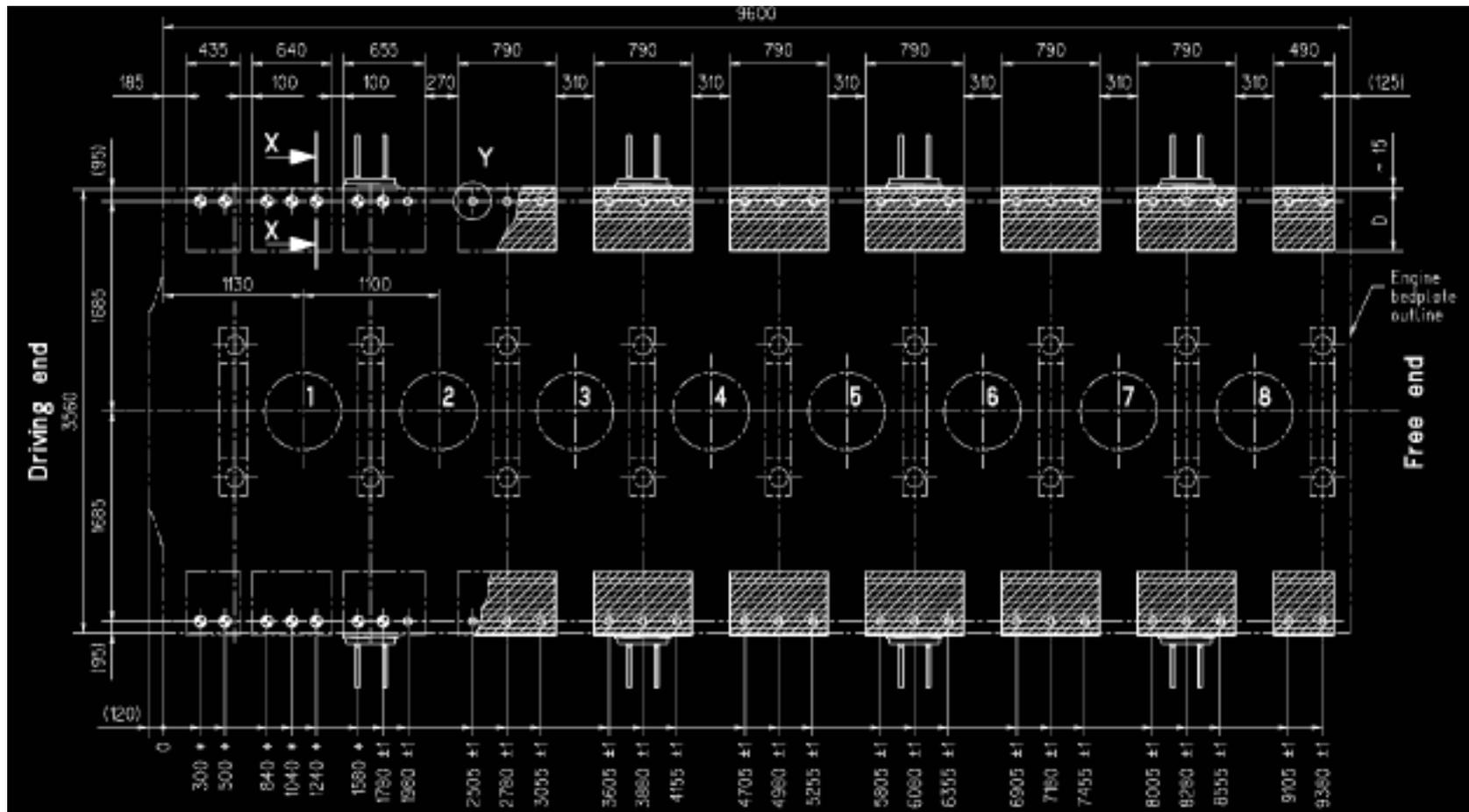


Data: 15/02/2007

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Pianta della disposizione zappoli del motore 8RTA62U-B



# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Riepilogo dati zappolatura in resina del motore 8RTA62U-B

Number and diameter of holes drilled in top plate									Dimensions of epoxy resin chocks				
Total number of holes	Execution with thrust sleeves				Execution with fitted studs				Max. perm. mean surface pressure of chock *1) [N/mm <sup>2</sup> ]	Total chock length [mm]	Required chock depth (standardized) [mm]		Total net chocking area [cm <sup>2</sup> ]
	No.	ØA [mm]	No.	ØB [mm]	No.	ØA [mm]	No.	ØB [mm]					
56	14	102 <sup>+3</sup> <sub>0</sub>	42	66 ± 2	14	55 pre-drilled for Ø 58H7	42	66 ± 2	4.5	6970	D	370	50 931
									3.5			475	65 568

Remark: \*1) The max. permissible mean surface pressure of the epoxy resin chocks is to be determined by the shipyard in accordance with the relevant classification society rules.

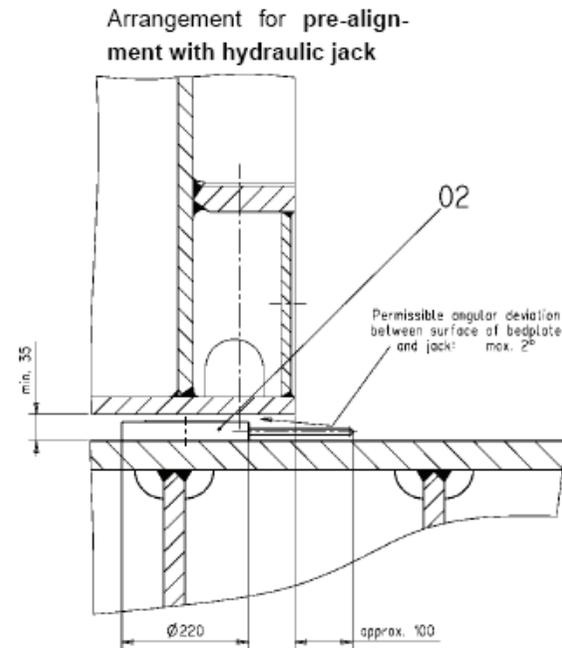
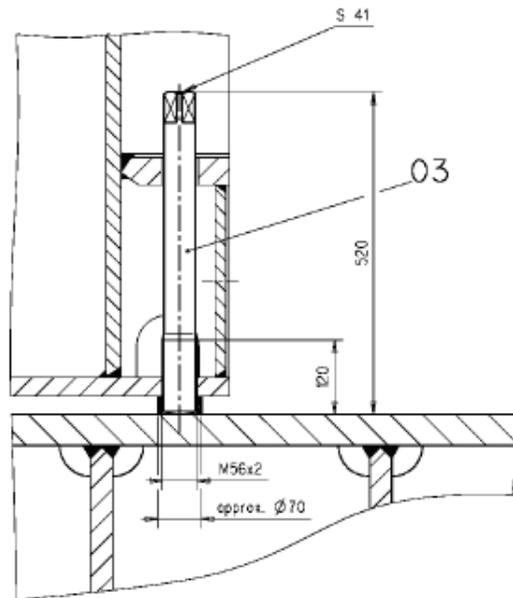
#### ➤ Riepilogo carichi sulla zappolatura del motore 8RTA62U-B:

- ✓ **Peso motore:**  $P = 480000 \text{ kg}$
- ✓ **Area superficie resina:**  $S = 50931 \text{ cm}^2$
- ✓ **Pressione specifica statica dovuta al peso:**  $p_{sp} = 9,81 \times P / 100 \times S = 0,925 \text{ N/mm}^2$
- ✓ **Forza di serraggio di ogni tirante:**  $F_s = 320 \text{ kN}$
- ✓ **Forza totale di serraggio:**  $F_{st} = 56 \times 320 = 17920 \text{ kN}$
- ✓ **Pressione specifica dovuta al serraggio:**  $p_{ss} = 1000 \times F_{st} / 100 \times S = 3,52 \text{ N/mm}^2$
- ✓ **Pressione specifica totale:**  $p_{st} = p_{sp} + p_{ss} = 4,44 \text{ N/mm}^2$

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Sistemi di allineamento per il motore RTA62U-B



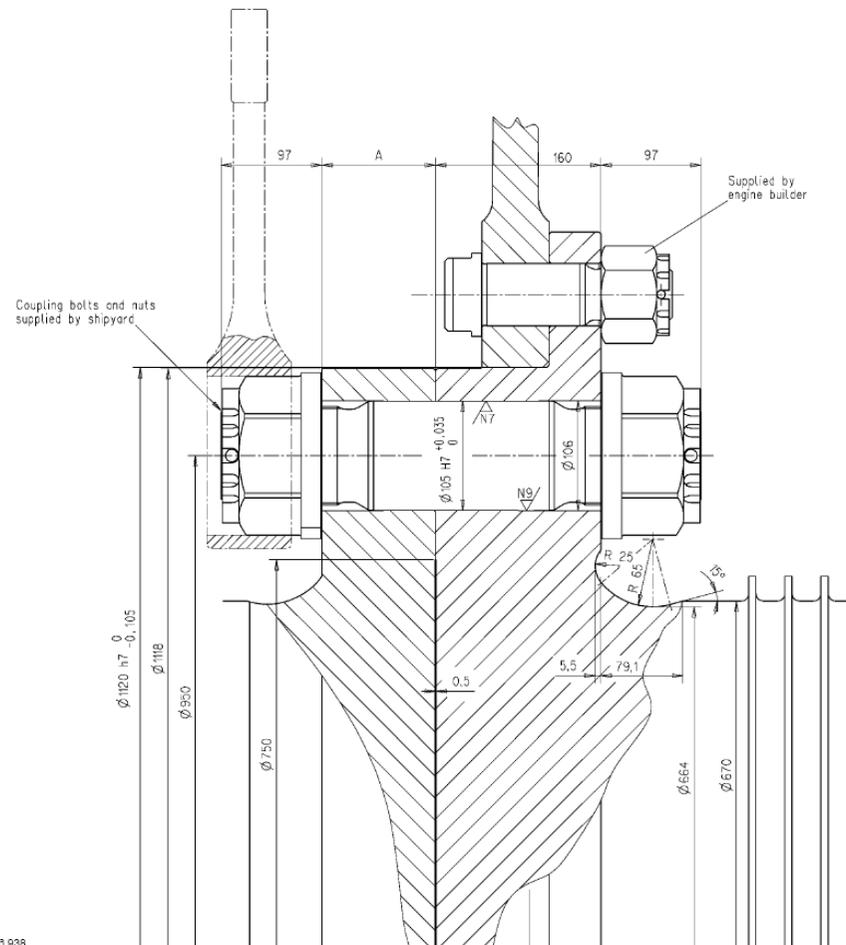
- Il motore viene allineato in verticale per mezzo di viti di livellamento disposte a coppia per ogni cilindro, uno per ciascun lato, più una coppia per ogni estremità. Ne risulta che sul motore a 8 cilindri ci sono 20 viti, come nella figura di sinistra;
- In alternativa si possono utilizzare, sempre per il motore a 8 cilindri, n. 6 martinetti idraulici, come nella figura di destra, disposti tra i cilindri 1-2, 4-5 e 7-8.

# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

### Collegamento albero a manovelle-linea d'alberi per il motore RTA62U-B

- E' un collegamento molto importante in quanto trasmette la coppia motrice, le fluttuazioni di coppia generate dalle vibrazioni torsionali e la spinta assiale in marcia indietro;
- Le flangie sono forate a controllo numerico con una tolleranza molto stretta sulla posizione del centro dei fori, i quali sono finiti con tolleranza "H7" sul diametro;
- I bulloni sono lavorati finiti con tolleranza "g6" sul diametro;
- L'accoppiamento finale ha le seguenti tolleranze:
  - ✓ Foro:  $105 +0,035 / - 0$ ;
  - ✓ Bullone:  $105 -0,012 / -0,034$ ;
  - ✓ Gioco minimo: 0,012 mm;
  - ✓ Gioco massimo: 0,069 mm;



# Impianti di propulsione navale

## **Motori diesel 2T – Installazione a bordo**

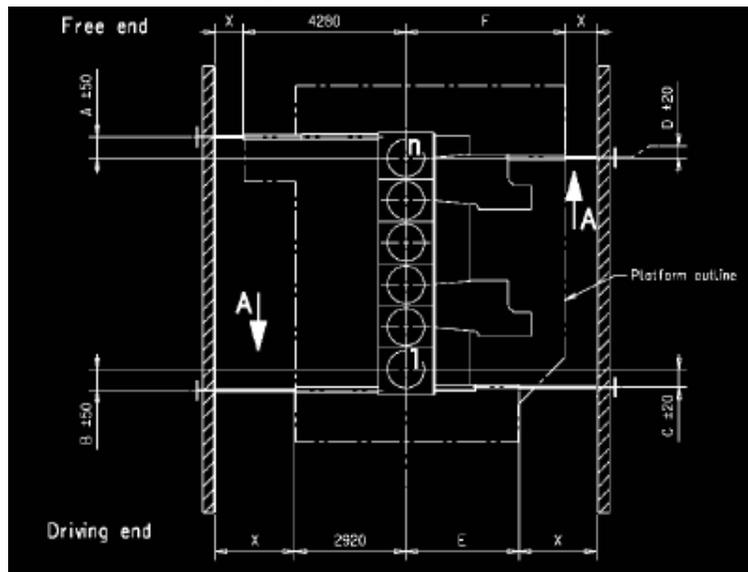
### **Ancoraggi della parte alta del motore alle strutture di scafo**

- **Come è stato già illustrato, al fine di ridurre le vibrazioni in direzione trasversale e longitudinale, il motore è vincolato alle strutture di scafo mediante travi laterali, che possono essere a frizione o del tipo idraulico, e longitudinali a frizione;**
- **Le travi idrauliche lavorano solo in compressione e quindi devono essere installate su entrambi i lati del motore;**
- **Le travi a frizione possono lavorare sia a trazione sia a compressione e quindi possono essere installate su un solo lato;**
- **Entrambi i sistemi reagiscono in modo rigido agli spostamenti indotti dalle vibrazioni ma consentono spostamento relativi “quasi statici” tra motore e strutture di scafo per compensare le inevitabili deformazioni dello scafo in funzione delle condizioni di carico;**

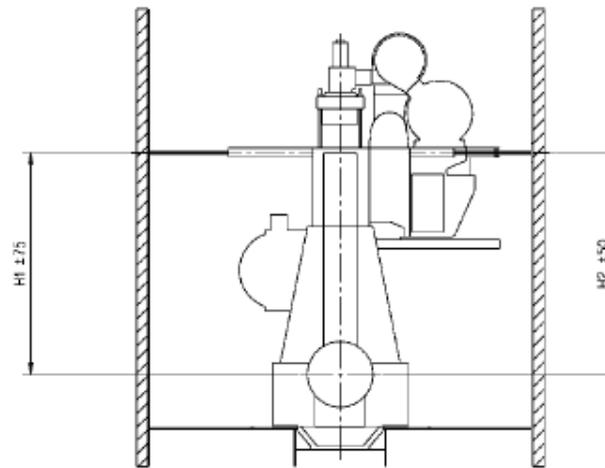
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

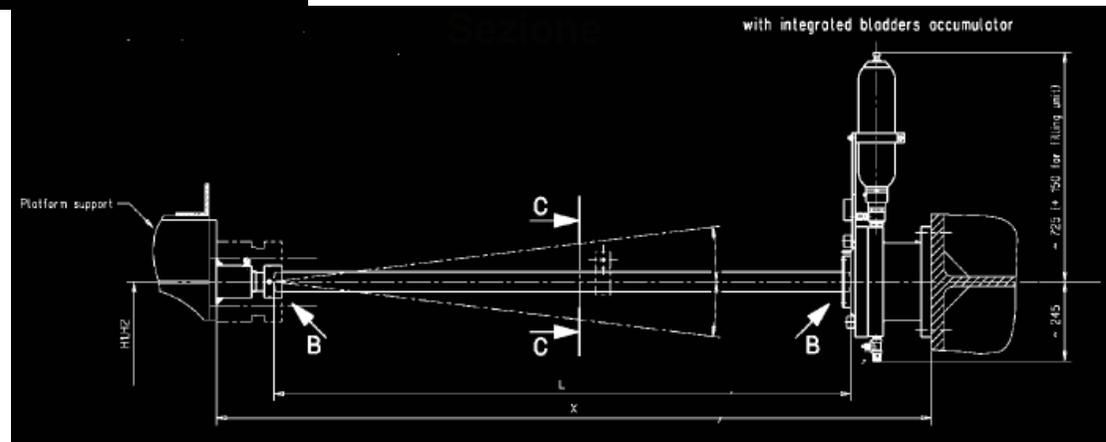
### Dettagli del sistema di ancoraggio trasversale idraulico



Pianta



Vista laterale del sistema idraulico

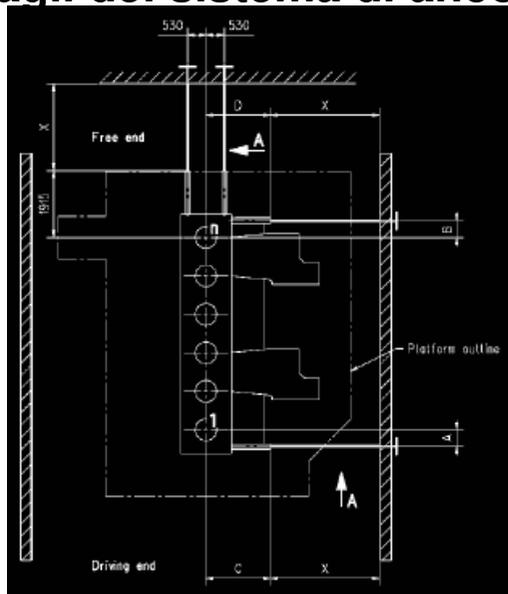


Data: 15/02/2007

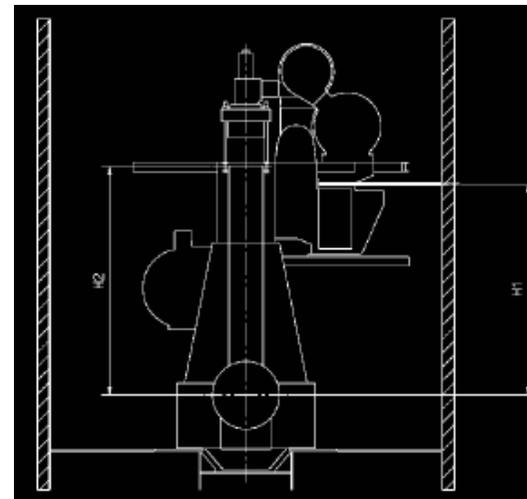
# Impianti di propulsione navale

## Motori diesel 2T – Installazione a bordo

Dettagli del sistema di ancoraggio trasversale e longitudinale a frizione

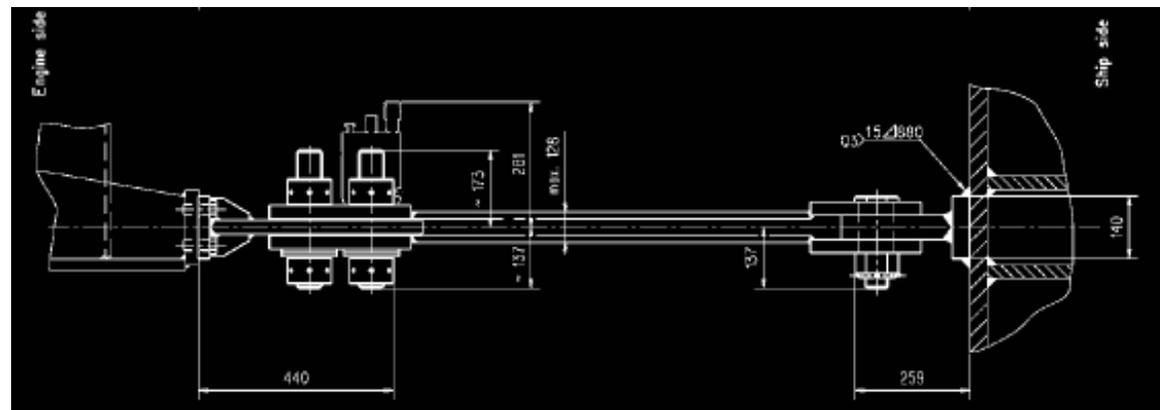


Pianta



Sezione

Vista in pianta del sistema a frizione



Data: 15/02/2007