

C0	31/10/08	Emissione per approvazione				DV	DL	YE	
REVISIONE		DESCRIZIONE				EL.	CON.	APP.	

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

**NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA  
DI VENEZIA**

LEGGE N.798 DEL 29-11-1984

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991

ATTO ATTUATIVO REP. 8249 DEL 28-12-2007 (PROGETTAZIONE)

**INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA  
REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA**

CUP: D51B02000050001

**PROGETTO ESECUTIVO**

WBS: LN.L1.50

**BOCCA DI LIDO: SAN NICOLO' - TREPORTI  
IMPIANTI**

**MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI**

**RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI**

ELABORATO <b>D. Varisco</b>	CONTROLLATO <b>D. Lesina</b>	APPROVATO <b>V. Eprim</b>
N. ELABORATO <b>MV146P-PE-GNR-2017-C0</b>	CODICE FILE <b>MV146P-PE-GNR-2017-C0.doc</b>	DATA <b>31 Ottobre 2008</b>

**CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

VERIFICATO:  
**S. Pastore**

CONTROLLATO:  
**M. Basso**



CONSORZIO VENEZIA NUOVA

PROGETTAZIONE

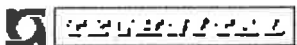
DOTT. ING.



IL RESPONSABILE:


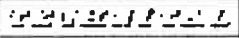
PROGETTAZIONE  
SPECIALISTICA



	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 2
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

## INDICE


1.	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2.	RIFERIMENTI	4
2.1	Elaborati del Progetto Esecutivo	4
3.	FASE DI POSIZIONAMENTO DINAMICO	5
3.1	Generalità	5
3.2	Schematizzazione	5
3.2.1	Condizioni ambientali	5
3.2.2	Fondale	6
3.2.3	Condizioni operative	7
3.3	Simulazione	10
3.4	Mezzo rimozione sedimenti	12
3.5	Risultati	13
3.5.1	Bocca di Malamocco	13
3.5.1.1	Sola corrente	13
3.5.1.2	Vento e corrente	14
3.5.1.3	Onda e corrente	28
3.5.1.4	Onda, vento e corrente	41
3.5.2	Bocca di Treporti	79
3.5.2.1	Sola corrente	79
3.5.2.2	Vento e corrente	79
3.5.2.3	Onda e corrente	93
3.5.2.4	Onda, vento e corrente	106
3.6	Sommario e conclusioni	143
4.	FASE DI TRASFERIMENTO	146
4.1	Generalità	146
4.2	Metodologia	146
4.2.1	Resistenza	146
4.2.2	Rendimento elica isolata	148
4.2.3	Coefficienti propulsivi	148
4.2.4	Potenza motori propulsori	148
4.2.5	Velocità su fondale limitato	149
4.3	Risultati	151
4.4	Conclusioni	157

 	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 3
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

## 1. SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente Relazione Tecnica descrive la procedura seguita per determinare quanto segue:

- le caratteristiche dei propulsori e delle eliche di manovra per garantire la posizione del mezzo, in posizionamento dinamico, durante le fasi di rimozione dei sedimenti;
- la potenza richiesta durante le fasi di trasferimento.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 4
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	


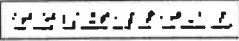
## 2. RIFERIMENTI

### 2.1 Elaborati del Progetto Esecutivo

Quanto sopra è stato eseguito con riferimento ai seguenti elaborati:

<b>SPECIFICHE</b>	
MV146P-PE-GNS-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI - SPECIFICA TECNICA GENERALE
<b>RELAZIONI</b>	
MV146P-PE-GNR-2015	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI - CALCOLI DI ASSETTO E STABILITA'
<b>DISEGNI</b>	
MV146P-PE-GND-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI - PIANO GENERALE - VISTE ESTERNE
MV146P-PE-GND-2002	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI - PIANO GENERALE - SEZIONI
MV146P-PE-GND-2005	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI - PIANO FORME DI CARENA



 	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 5
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3. FASE DI POSIZIONAMENTO DINAMICO

#### 3.1 Generalità

Viene eseguita un'analisi per determinare le spinte che le singole eliche devono essere in grado di fornire per poter mantenere il mezzo nella posizione di lavoro richiesta.

#### 3.2 Schematizzazione

##### 3.2.1 Condizioni ambientali

Il mezzo deve essere in grado di mantenere la posizione di lavoro con le seguenti condizioni ambientali:


<u>Onda:</u>	Hmax	:	1 m
	Periodo	:	3 -6 s
	Direzione	:	0 ± 15°
<u>Vento:</u>	Velocità	:	15 m/s
<u>Corrente:</u>	Valore medio sul profilo verticale	:	1.5 m/s
	Valore massimo superficiale	:	1.84 m/s

Vista la simmetria longitudinale del mezzo, nella schematizzazione le onde sono state considerate provenienti da prua con direzione 15.0, 7.5 e 0.0° rispetto all'asse longitudinale dello scafo e con periodo di 3.0, 4.5 e 6.0 s.

Il vento è stato considerato come possibilmente proveniente su tutto l'arco di 360° e quindi considerato in corrispondenza dei seguenti angoli: 0.0, 7.5, 15.0, 45.0, 67.5, 90.0, 112.5, 135.0, 165.0, 172.5, 180.0, 187.5, 195.0, 225.0, 247.5, 270.0, 292.5, 315.0, 345.0 e 352.5°.

La corrente è stata considerata in uscita dalla laguna o in ingresso in laguna, quindi con una direzione di 0.0 e 180.0° rispetto all'asse longitudinale dello scafo.

In Figura 3.1 vengono riportate in un diagramma polare tutte le direzioni considerate.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 6
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

Sono state analizzate le seguenti combinazioni di onda, vento e corrente:

- corrente;
- vento + corrente;
- onda + corrente;
- onda + vento + corrente;

La simulazione è stata eseguita analizzando tutte le possibili combinazioni delle direzioni delle grandezze considerate.

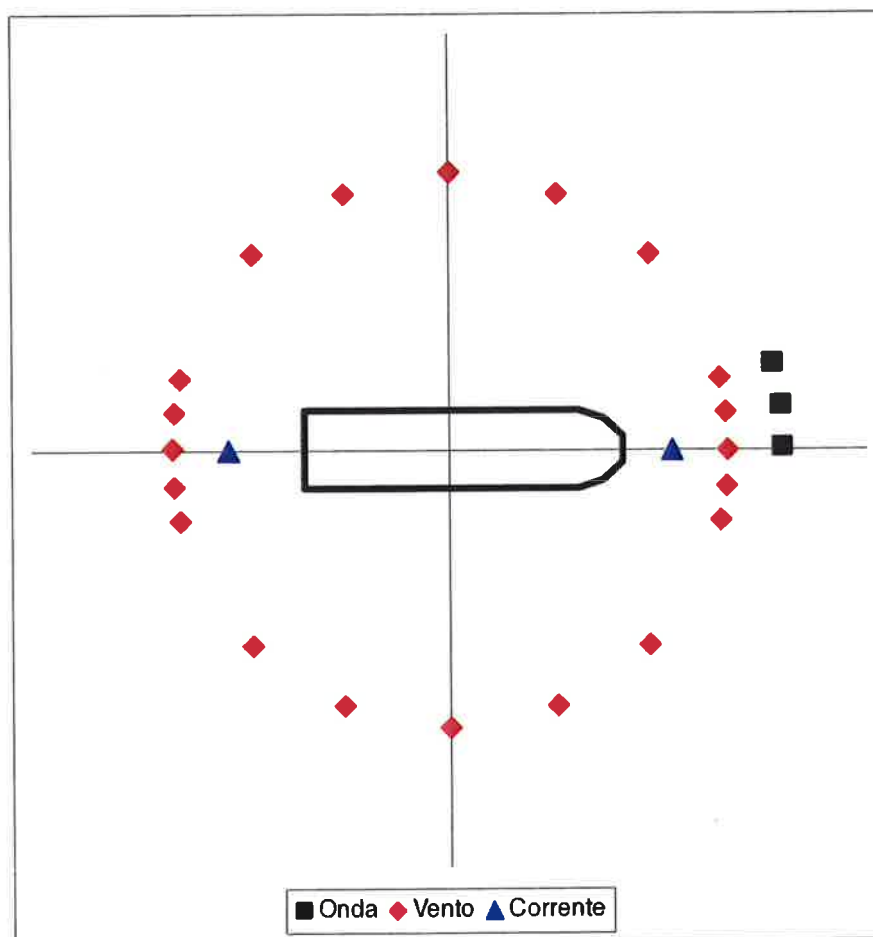



FIGURA 3.1: DIAGRAMMA POLARE DIREZIONI CONSIDERATE

### 3.2.2 Fondale

Il mezzo deve poter operare in corrispondenza delle quattro barriere che hanno le seguenti profondità di fondale rispetto al medio mare:



 <b>GENERALI</b>	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 8
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

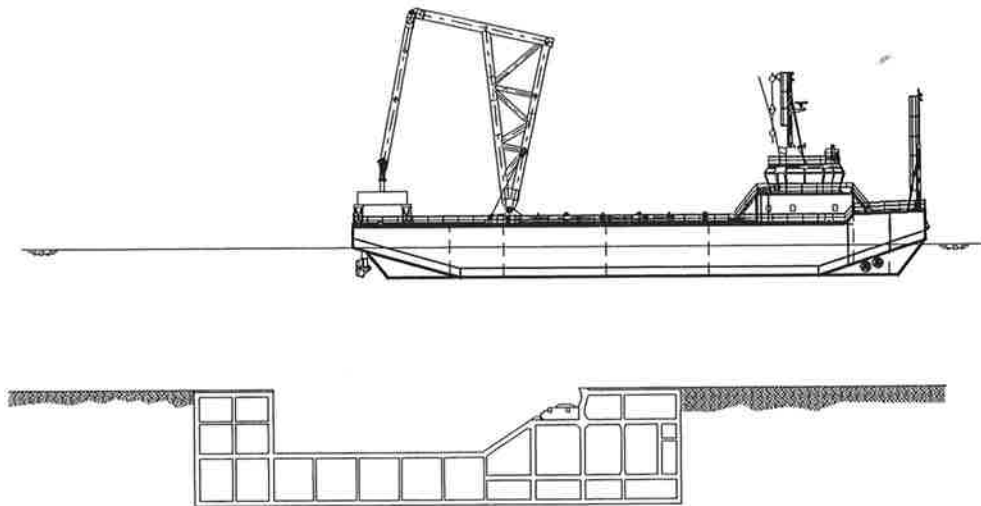


FIGURA 3.2: CONFIGURAZIONE CON CASSA A RIPOSO (MALAMOCCO)

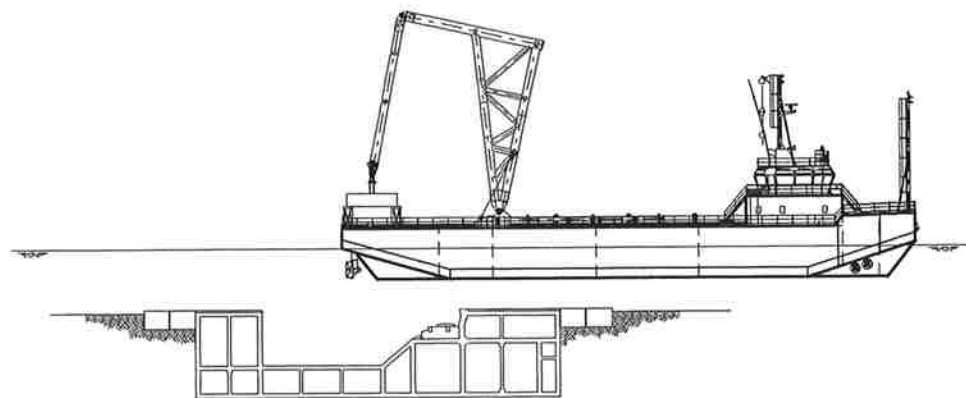


FIGURA 3.3: CONFIGURAZIONE CON CASSA A RIPOSO (TREPORTI)

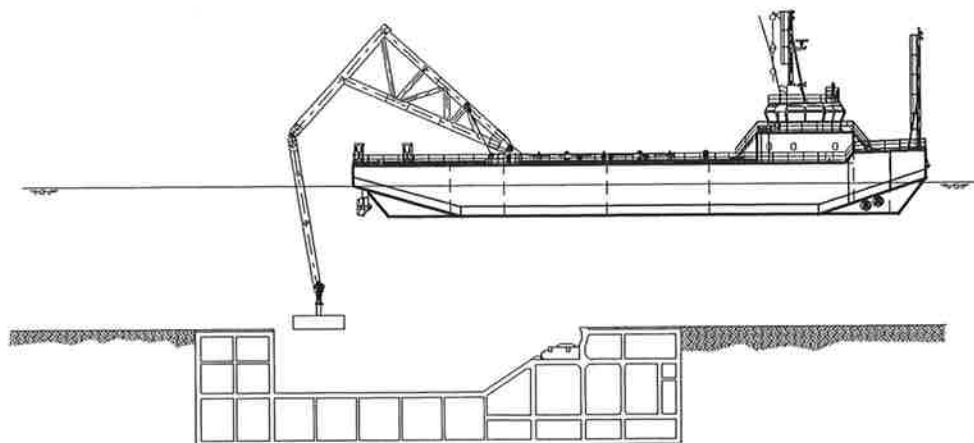
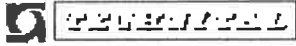


FIGURA 3.4: CONFIGURAZIONE CON CASSA AGGANCIATA SUL FONDO (MALAMOCCO)

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 9
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

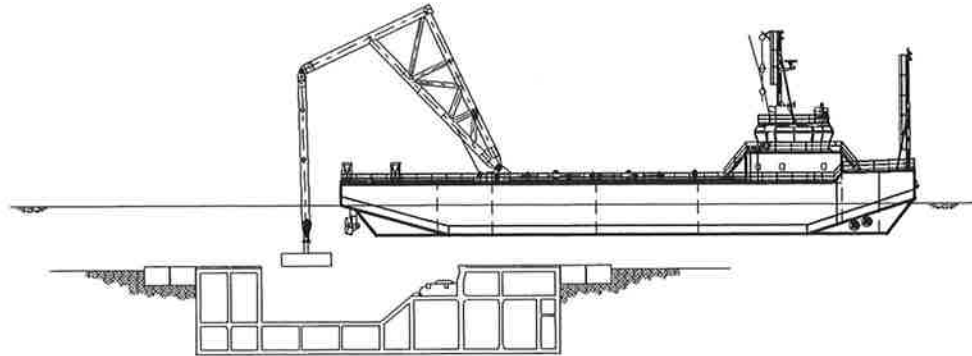


FIGURA 3.5: CONFIGURAZIONE CON CASSA AGGANCIATA SUL FONDO (TREPORTI)

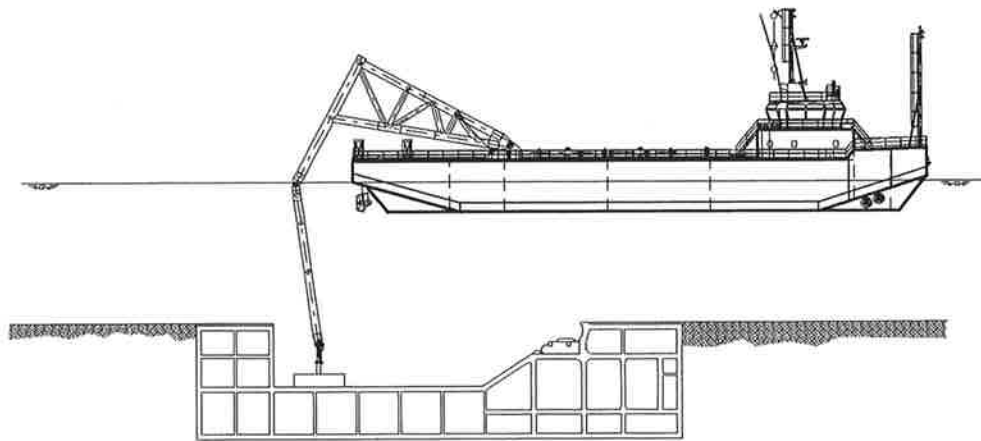


FIGURA 3.6: CONFIGURAZIONE CON CASSA RILASCIATA FRA LE PARATOIE (MALAMOCCO)

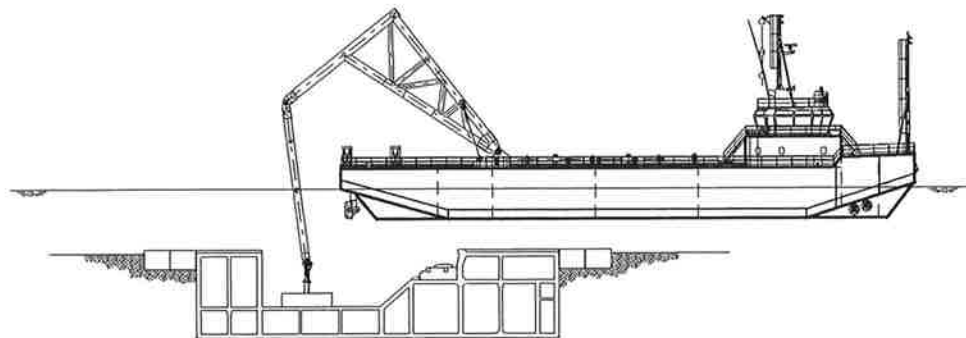



FIGURA 3.7: CONFIGURAZIONE CON CASSA RILASCIATA FRA LE PARATOIE (TREPORTI)

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 10
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.3 Simulazione

La simulazione dei moti del mezzo è stata eseguita utilizzando il programma di calcolo MOSES:

- autore Ultramarine, Inc.
- versione 7.01

Il programma permette di eseguire l'analisi nel dominio del tempo dei moti e delle forze agenti in determinati punti su di un galleggiante sottoposto all'azione di un qualsiasi stato di mare, vento e corrente.

Per conoscere le forze che le quattro eliche devono imprimere al mezzo per poterlo mantenere nella posizione di lavoro si è vincolato il mezzo in corrispondenza dei propulsori e delle eliche di manovra.

I propulsori, essendo azimutali, possono reagire sia lungo l'asse X (asse longitudinale del mezzo) sia lungo l'asse Y (asse trasversale), quindi sono stati simulati con connettori rigidi (vincoli fissi) in X ed in Y.

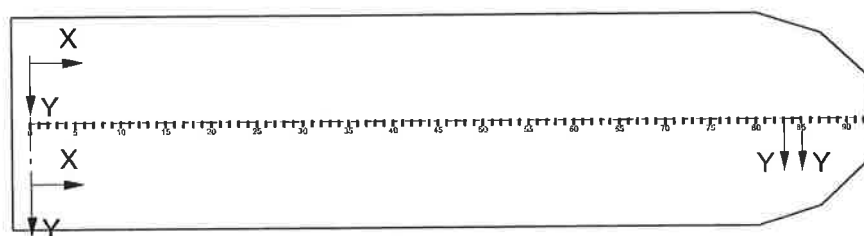



FIGURA 3.8: VINCOLI

Le eliche di manovra possono agire soltanto lungo l'asse Y, quindi sono state simulate con connettori rigidi in Y.

La simulazione è stata eseguita nel dominio del tempo con uno spettro di mare tipo ISSC (International Ship and Offshore Structure Congress - Congresso internazionale sulle strutture navali e offshore) su di un periodo di tempo di 600 s con una previsione proiettata a 3 h. Per l'analisi statistica dei risultati i primi 100 s sono stati eliminati in quanto contaminati dal transitorio iniziale in cui da uno stato di assenza

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 11
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

di forze si passa ad uno stato in cui le componenti di onda, vento e corrente agiscono sul mezzo.

Attraverso la simulazione sono stati valutati il valore medio della forza del connettore di entrambi i tipi di motore, il valore significativo (1/3 = media del terzo più alto) ed il massimo previsto nell'arco del tempo esaminato (3 h).

Poiché le variazioni di forza agente sui connettori hanno frequenza molto elevata (esempio in Figura 3.9) il mezzo non riesce a rispondere con altrettanta velocità quindi la forza massima richiesta dall'elica non può essere uguale al valore determinato dalla simulazione. Nel calcolo della forza agente sull'elica non si è quindi tenuto conto del valore massimo previsto, ma si è considerato, conservativamente, il valore significativo (1/3).

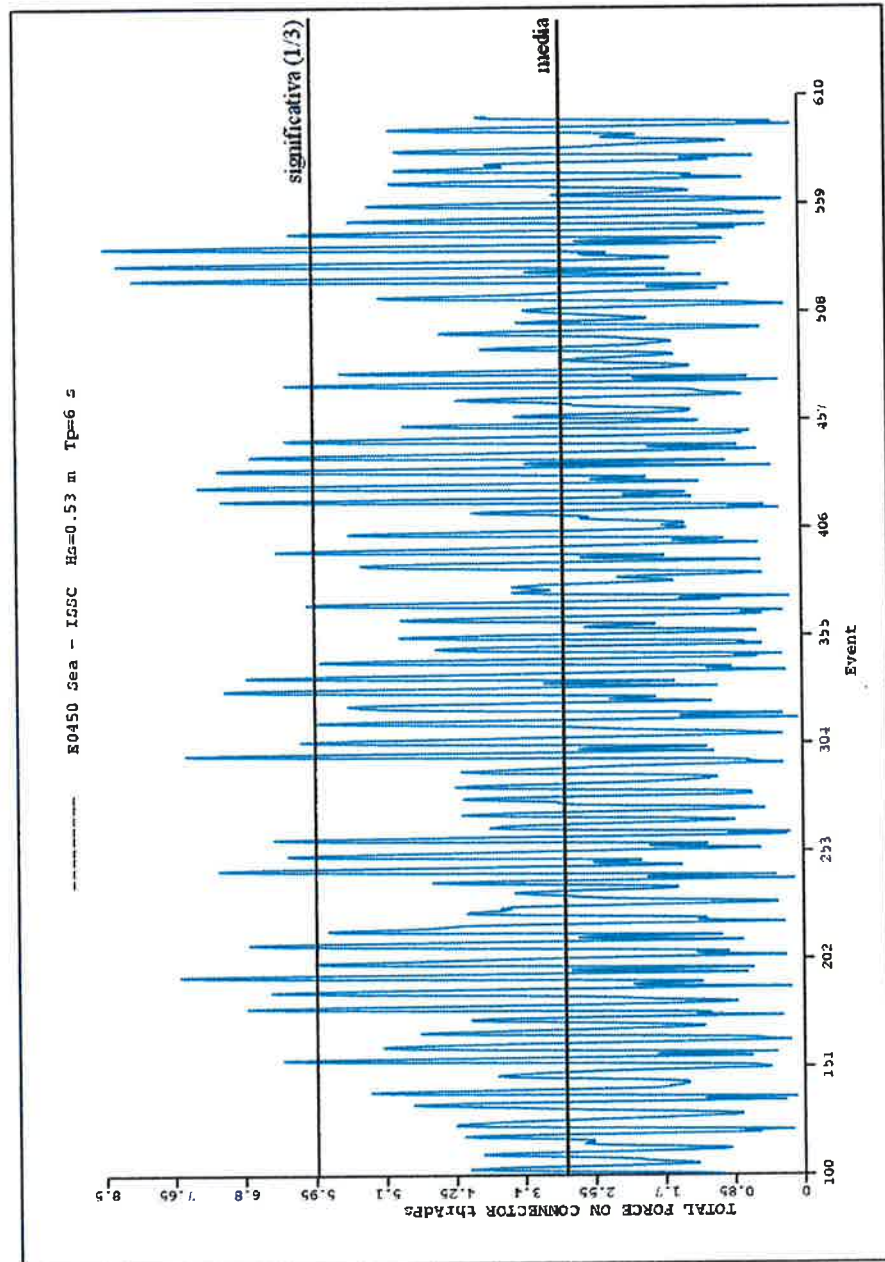



FIGURA 3.9: FORZE SU CONNETTORE DI POPPA DESTRO

### 3.4 Mezzo rimozione sedimenti

Il mezzo rimozione sedimenti è stato schematizzato definendo 16 sezioni trasversali (Figura 3.10).



	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 13
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

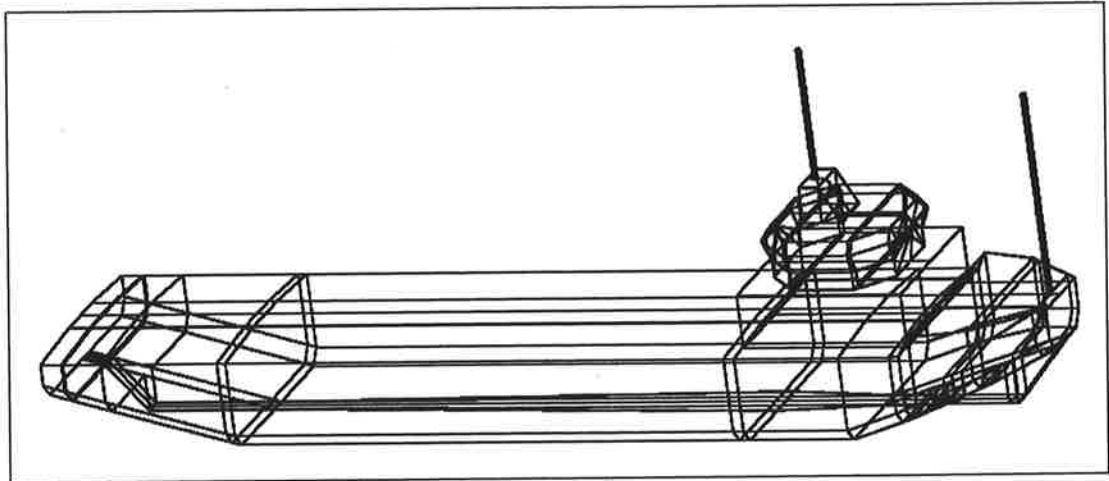


FIGURA 3.10: SCHEMATIZZAZIONE MEZZO

Esso è stato considerato con un dislocamento tale da avere un'immersione di 3.0 m, con la posizione longitudinale del baricentro coincidente con la posizione longitudinale del centro di carena, per avere un assetto dritto, e con la posizione verticale del baricentro a 4.0 m (con cassa a riposo), che corrisponde ad una posizione media nelle fasi di operazione, tenendo poi conto delle sue variazioni nelle altre configurazioni operative.

Il telaio è stato introdotto utilizzando elementi tubolari.

La cassa è stata schematizzata come un parallelepipedo.

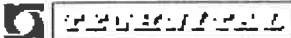
### 3.5 Risultati

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti per le varie condizioni di lavoro solo della condizione con periodo onda di 6.0 s che è risultata essere la più gravosa.

#### 3.5.1 Bocca di Malamocco

##### 3.5.1.1 *Sola corrente*

Nel caso di sola corrente, vista la simmetria longitudinale, le eliche di manovra non lavorano mentre i propulsori per mantenere la posizione devono esercitare entrambi le seguenti forze:

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 14
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

Condizione	Con cassa a riposo	Con cassa agganciata sul fondo	Con cassa rilasciata fra le paratoie
Elica	Spinta [kN]	Spinta [kN]	Spinta [kN]
Propulsore sinistro/destro	12.2	30.7	26.2

Essendo la velocità della corrente costante, e non variabile nel tempo, il risultato è unico (non si hanno valori medi e significativi).

### 3.5.1.2 *Vento e corrente*

I valori massimi per ogni elica vengono riportati nella tabella seguente:

Condizione	Con cassa a riposo	Con cassa agganciata sul fondo	Con cassa rilasciata fra le paratoie
Elica	Spinta [kN]	Spinta [kN]	Spinta [kN]
Propulsore sinistro	26.1	57.4	36.3
Propulsore destro	26.1	57.4	36.3
Elica di manovra ad	8.5	7.7	7.7
Elica di manovra av	8.5	7.7	7.7

Di seguito vengono riportati i diagrammi polari indicanti le spinte richieste alle eliche nelle varie combinazioni di vento e corrente.

Le spinte vanno lette lungo la linea definita dalla direzione del vento e nella scala indicata a 0° (Figura 3.11):

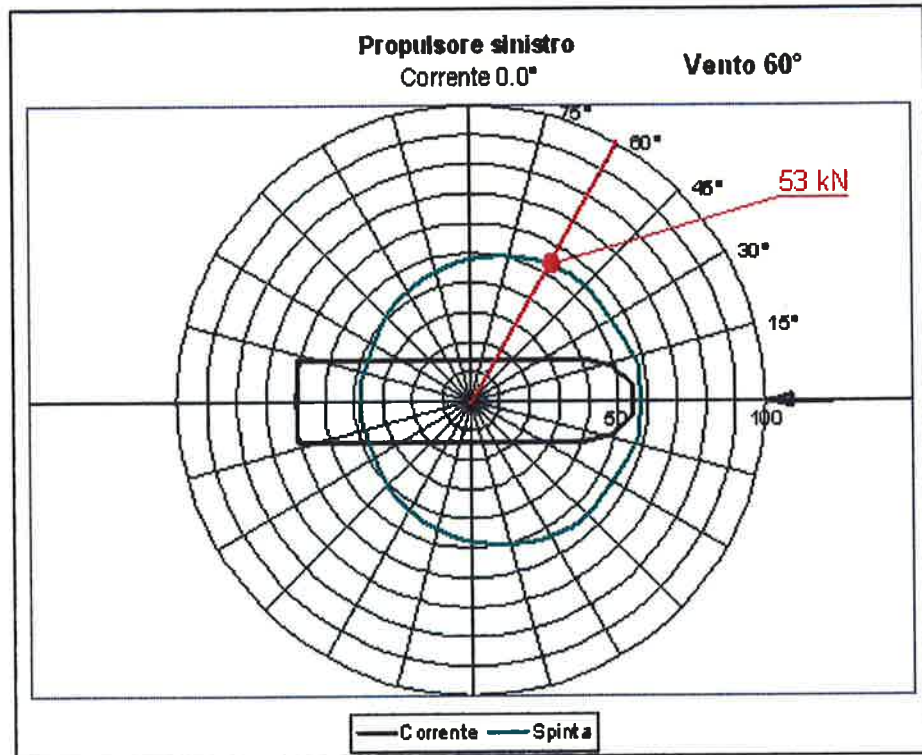


FIGURA 3.11: ESEMPIO

Essendo le velocità della corrente e del vento costanti, e non variabile nel tempo, il risultato è unico (non si hanno valori medi e significativi).

Con cassa a riposo:

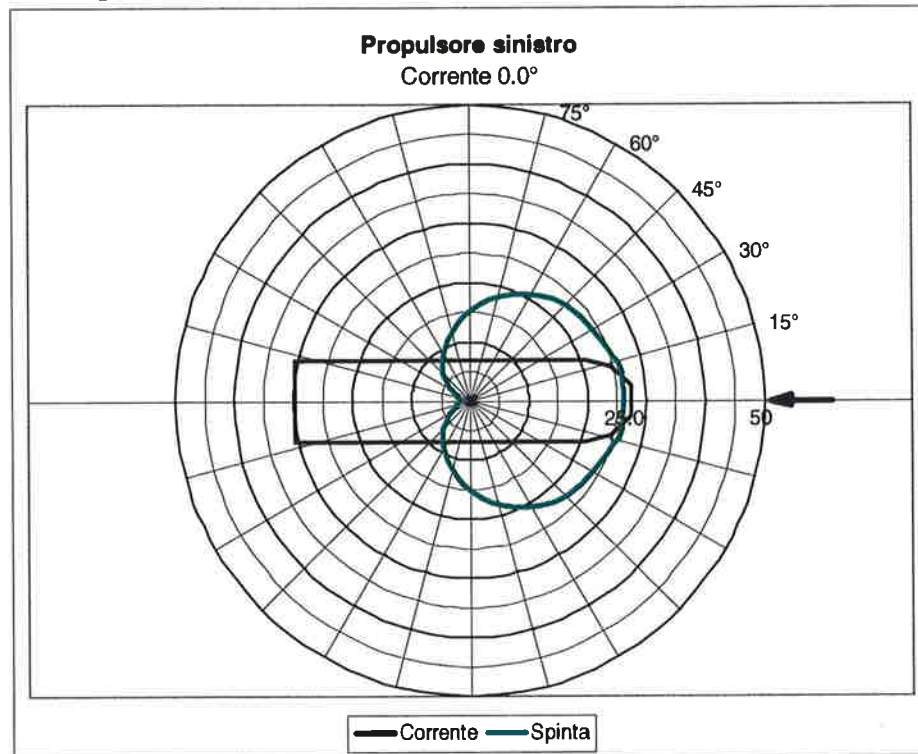


FIGURA 3.12: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

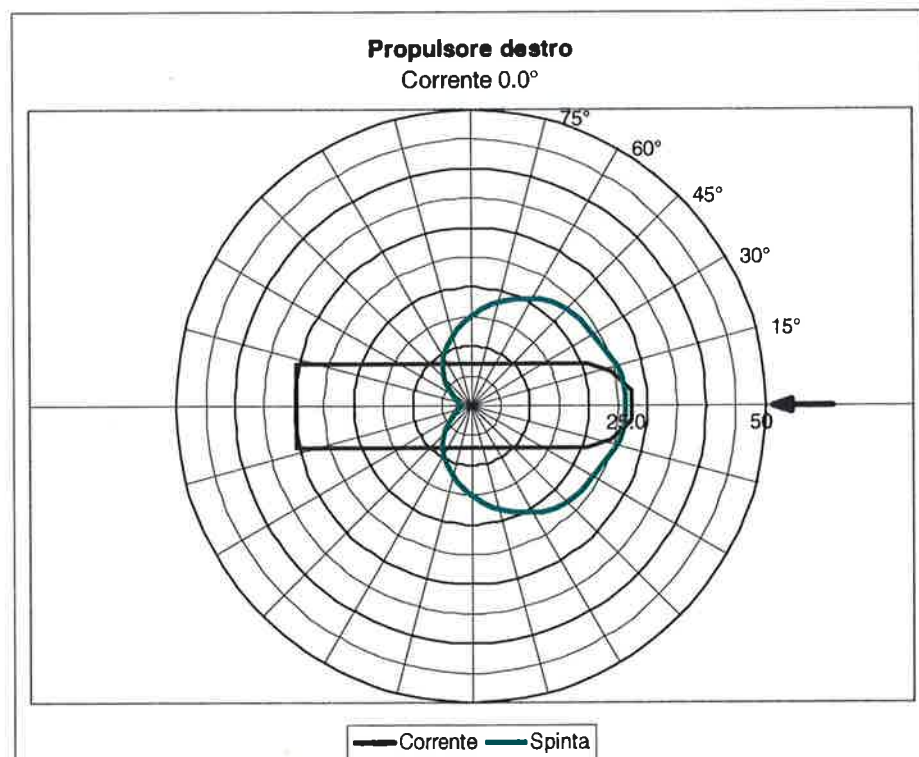


FIGURA 3.13: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

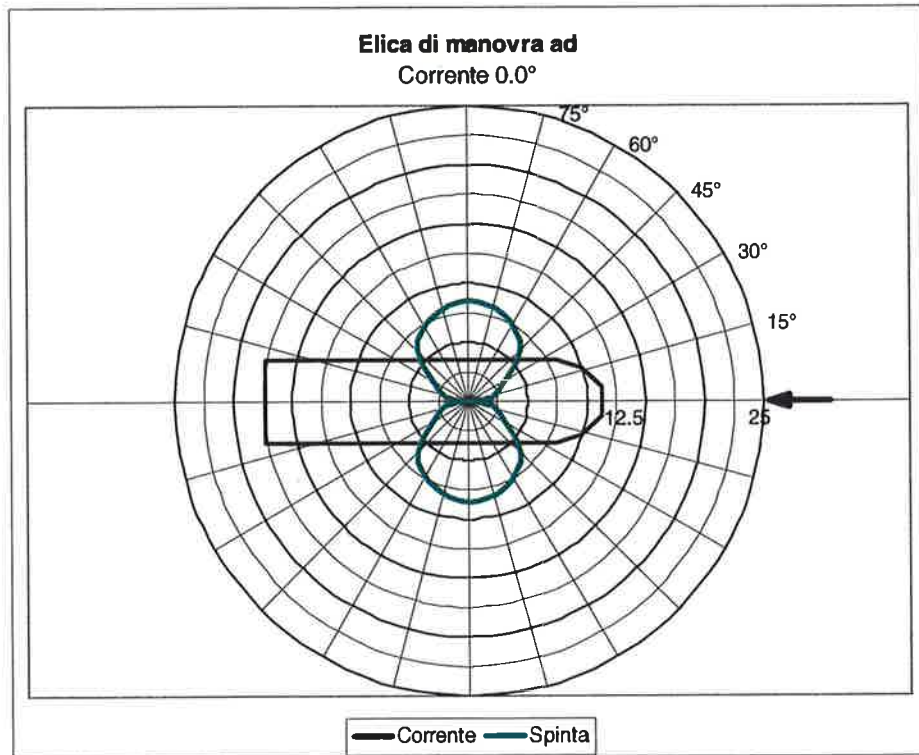


FIGURA 3.14: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA PRUA + VENTO

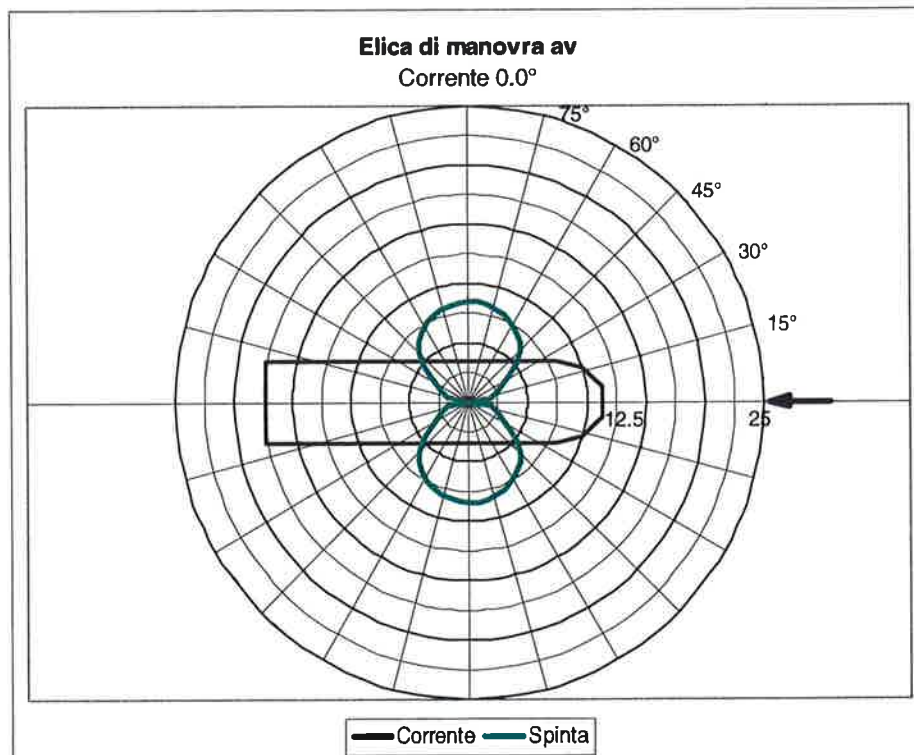


FIGURA 3.15: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA PRUA + VENTO



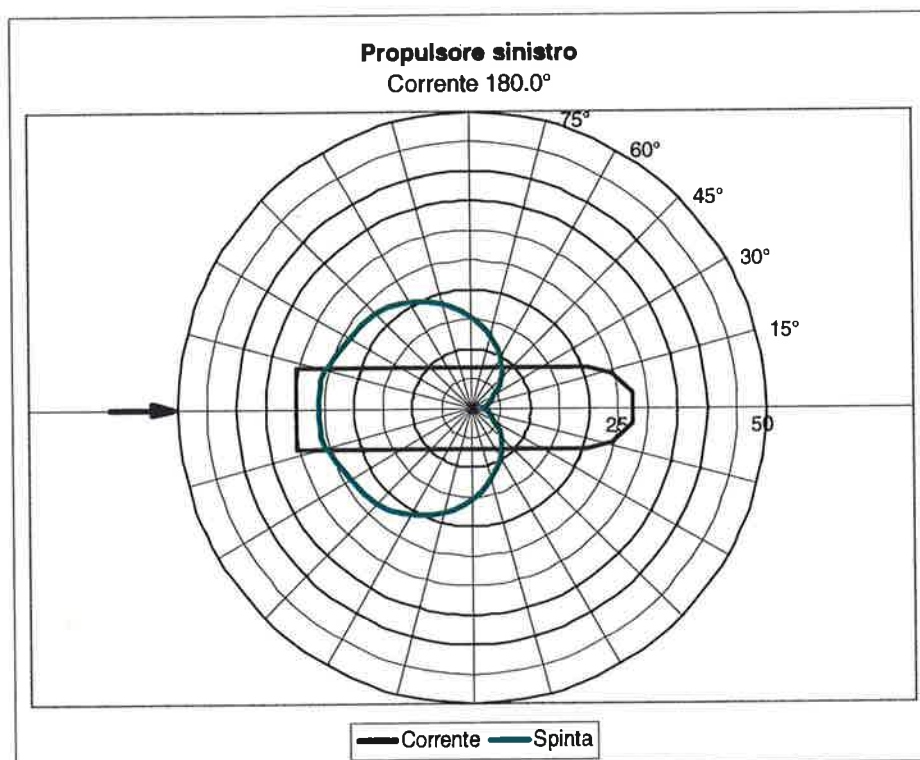


FIGURA 3.16: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

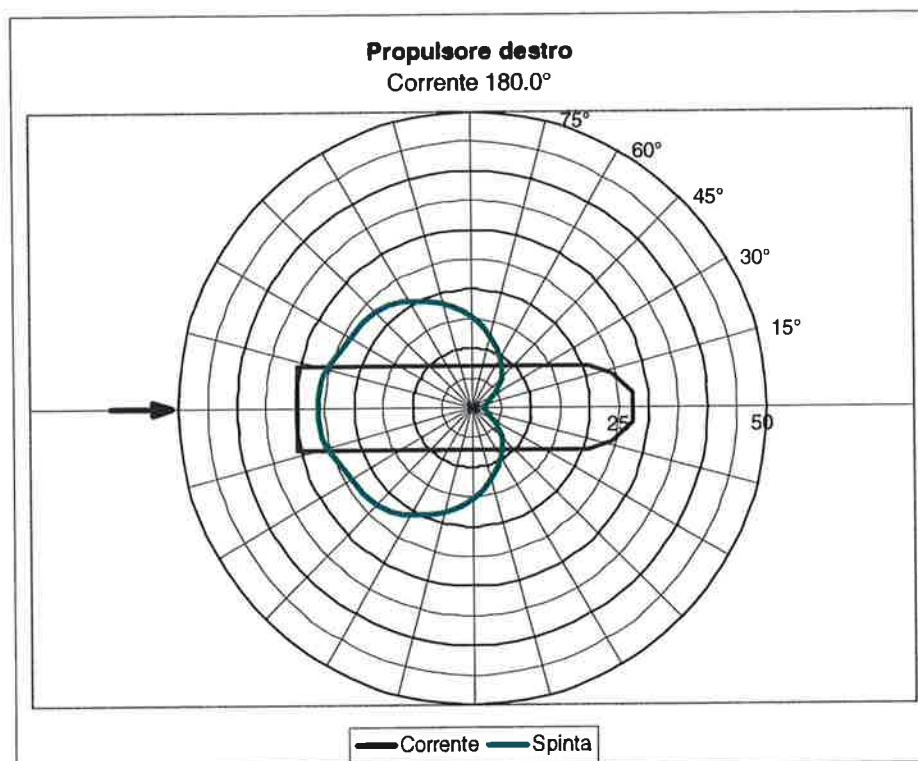


FIGURA 3.17: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

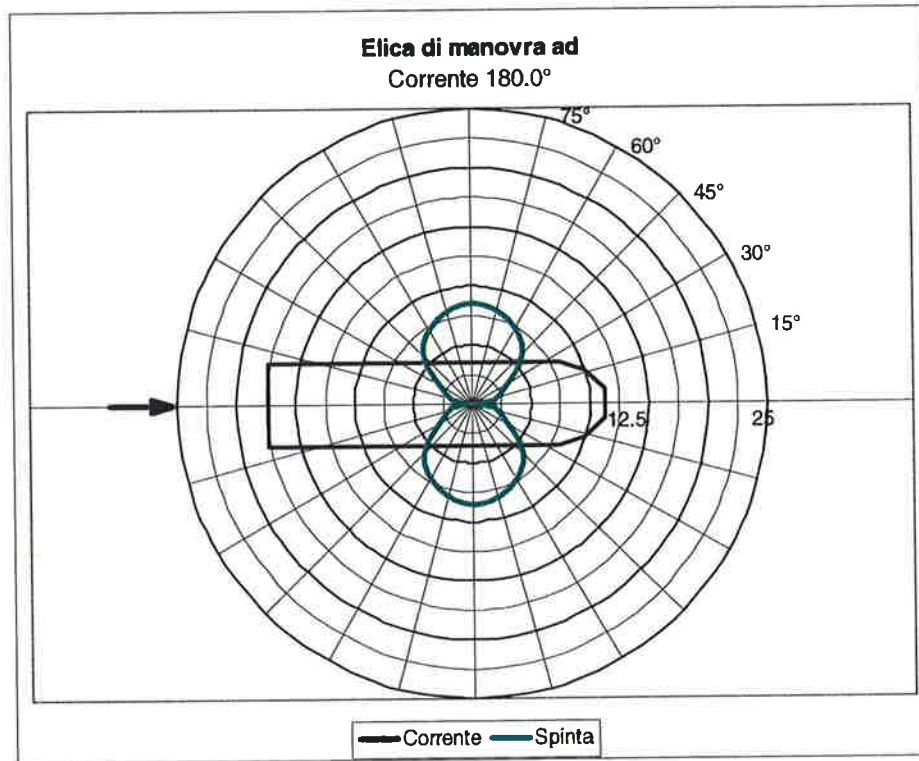


FIGURA 3.18: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA POPPA + VENTO

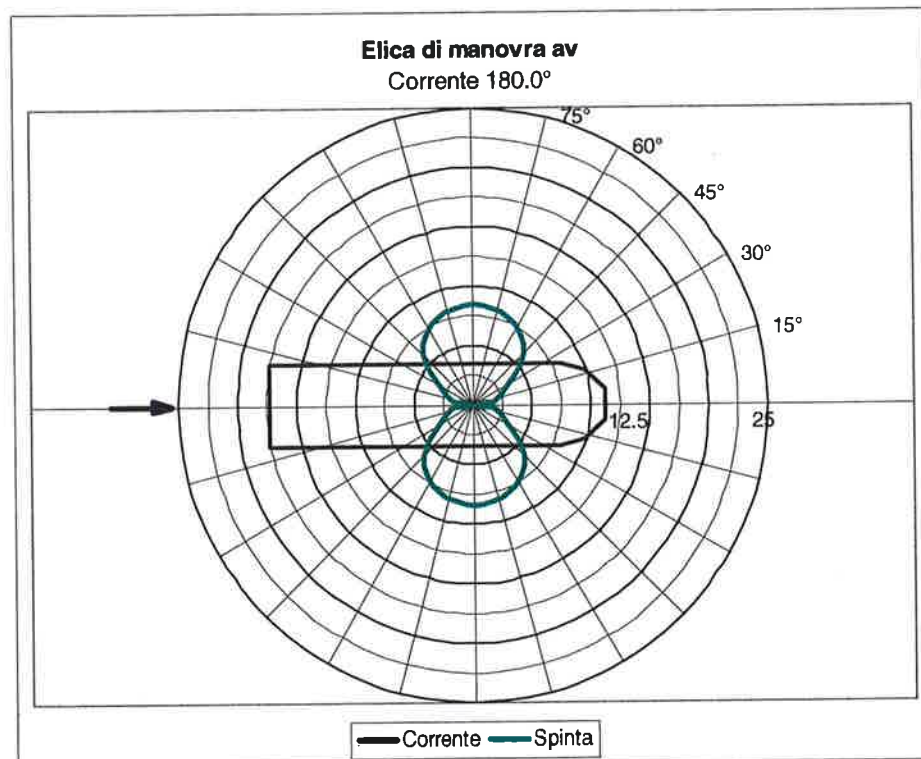


FIGURA 3.19: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA POPPA + VENTO

Con cassa agganciata sul fondo:

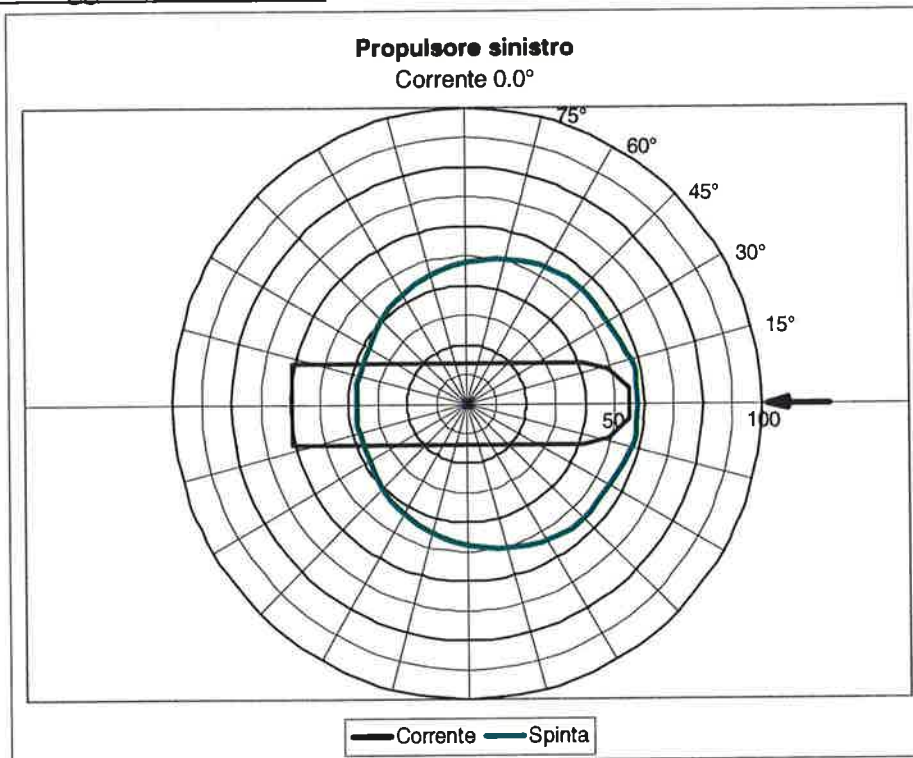


FIGURA 3.20: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

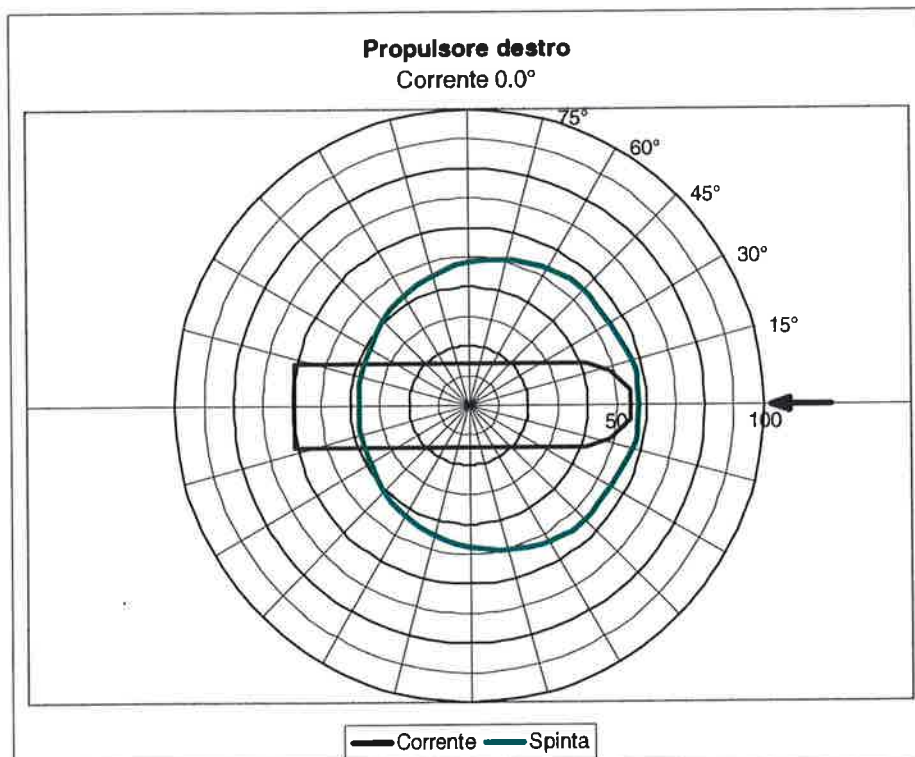


FIGURA 3.21: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO



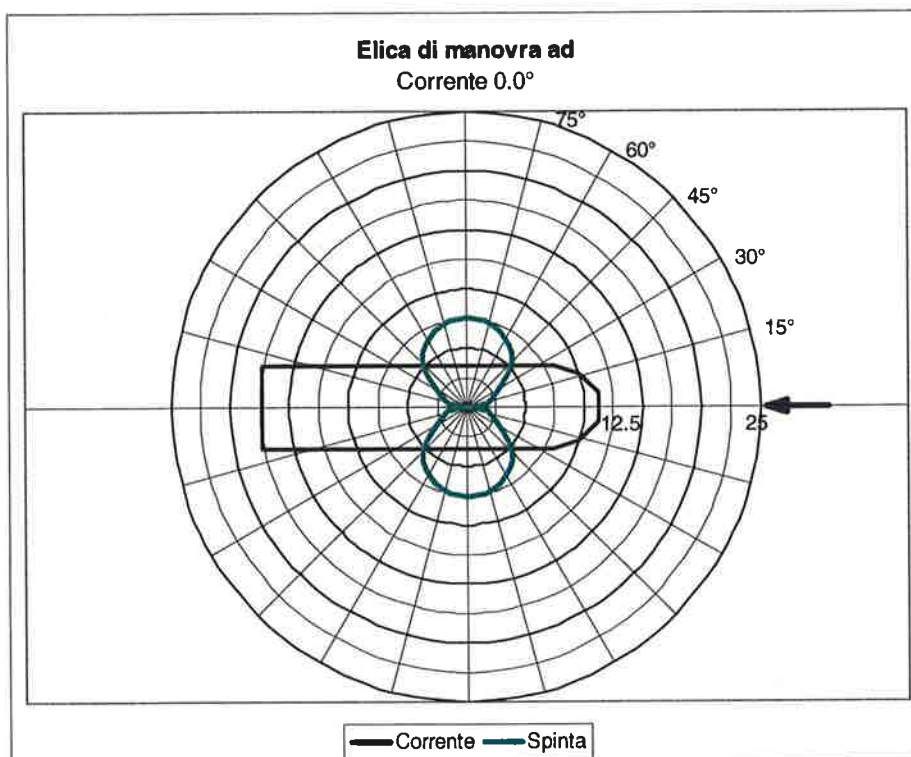


FIGURA 3.22: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA PRUA + VENTO

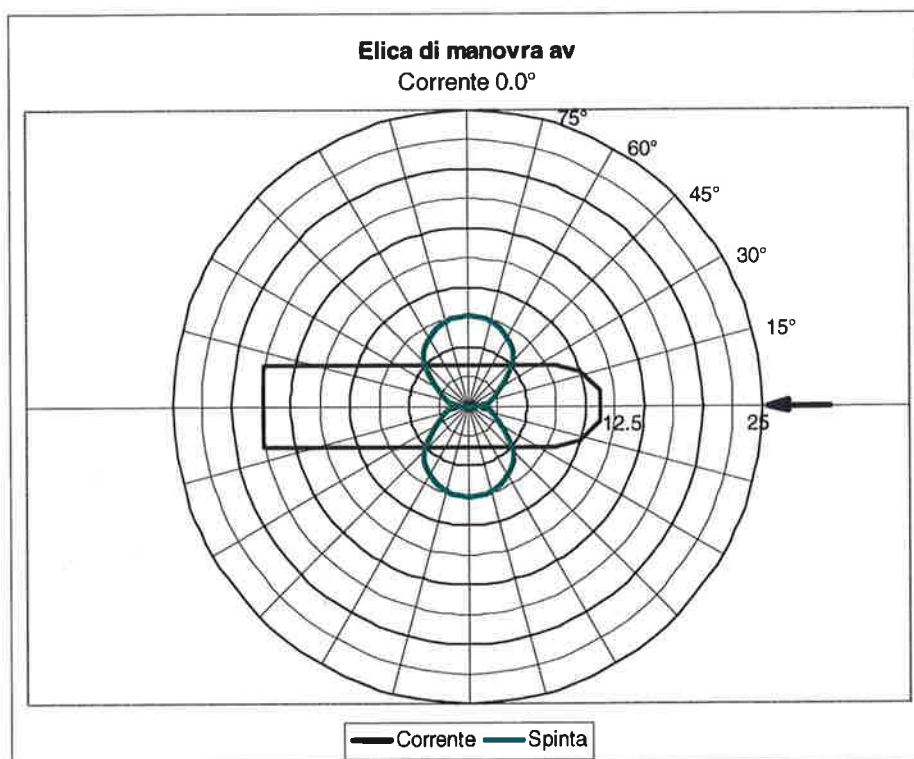


FIGURA 3.23: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA PRUA + VENTO

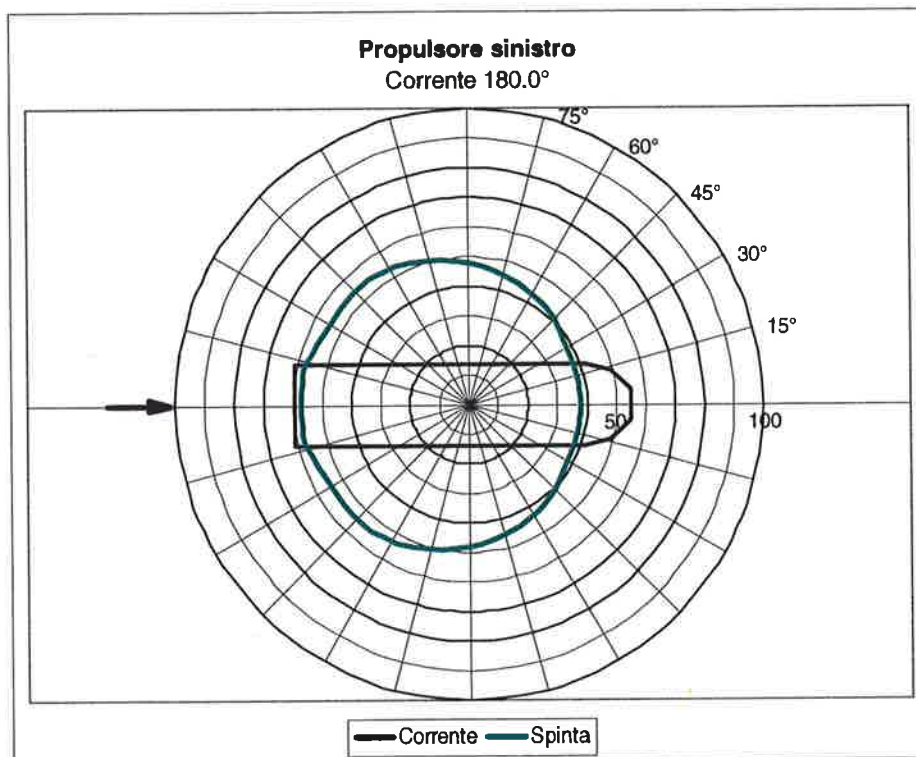


FIGURA 3.24: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

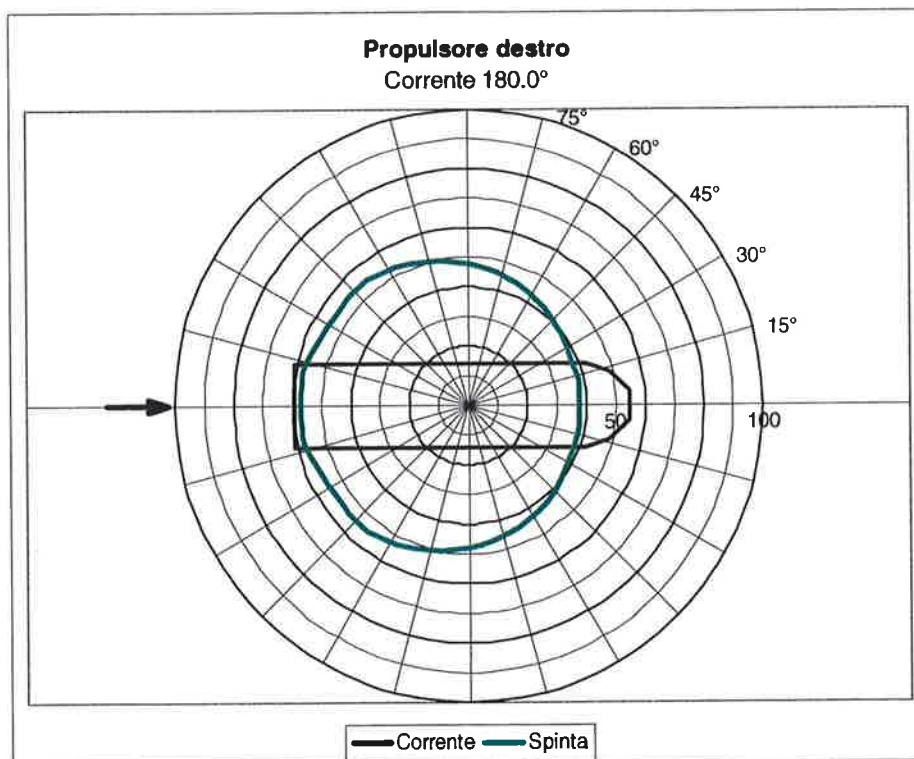


FIGURA 3.25: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

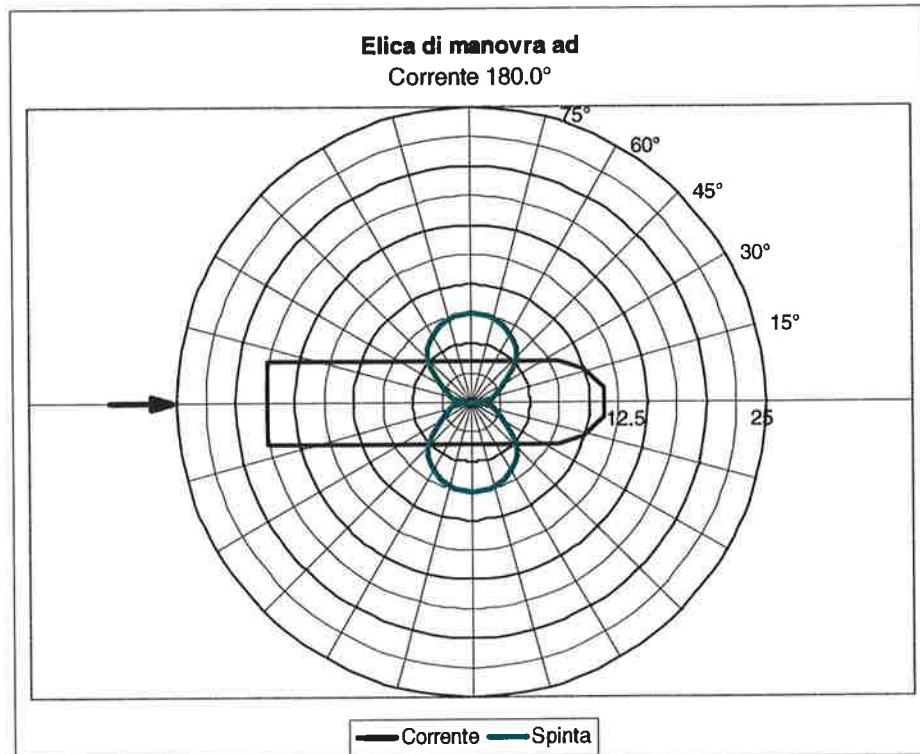


FIGURA 3.26: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA POPPA + VENTO

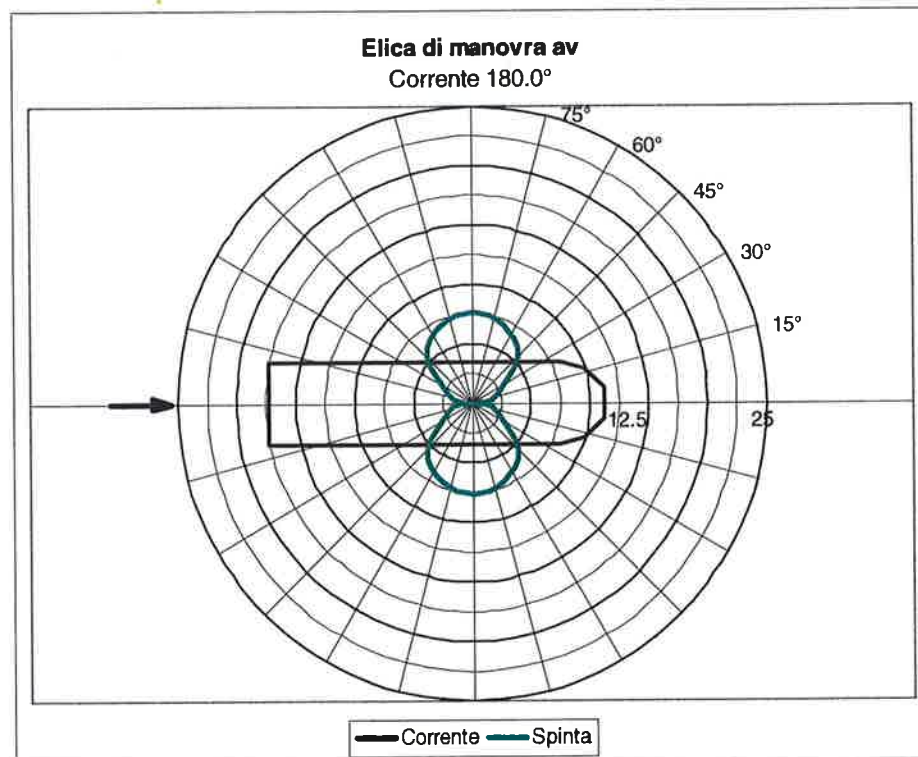


FIGURA 3.27: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA POPPA + VENTO



Con cassa rilasciata fra le paratoie:

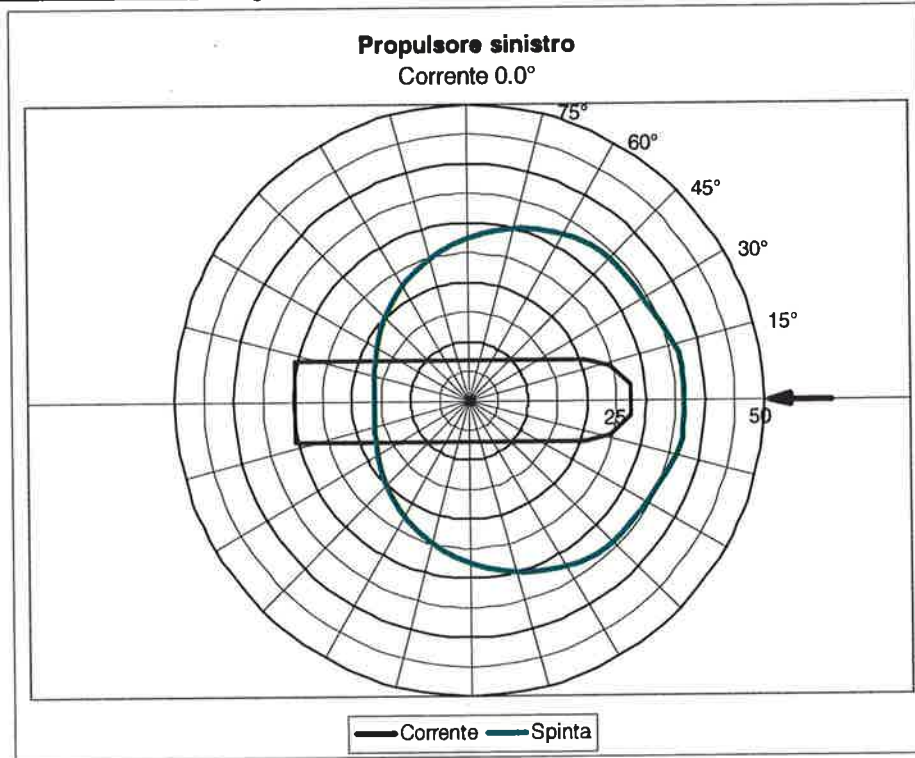


FIGURA 3.28: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

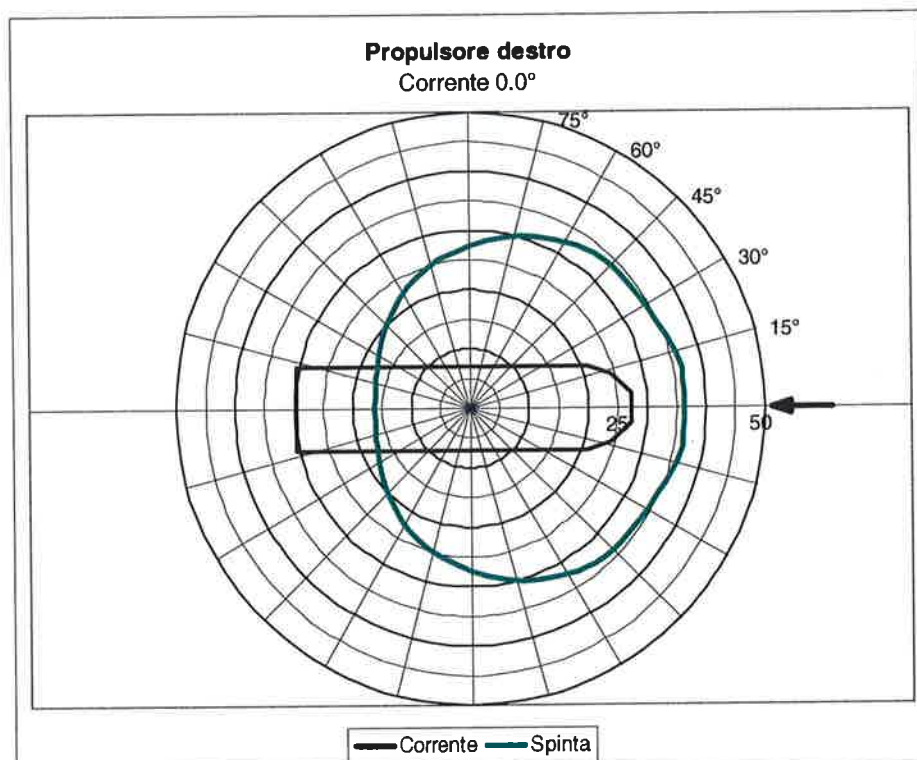


FIGURA 3.29: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

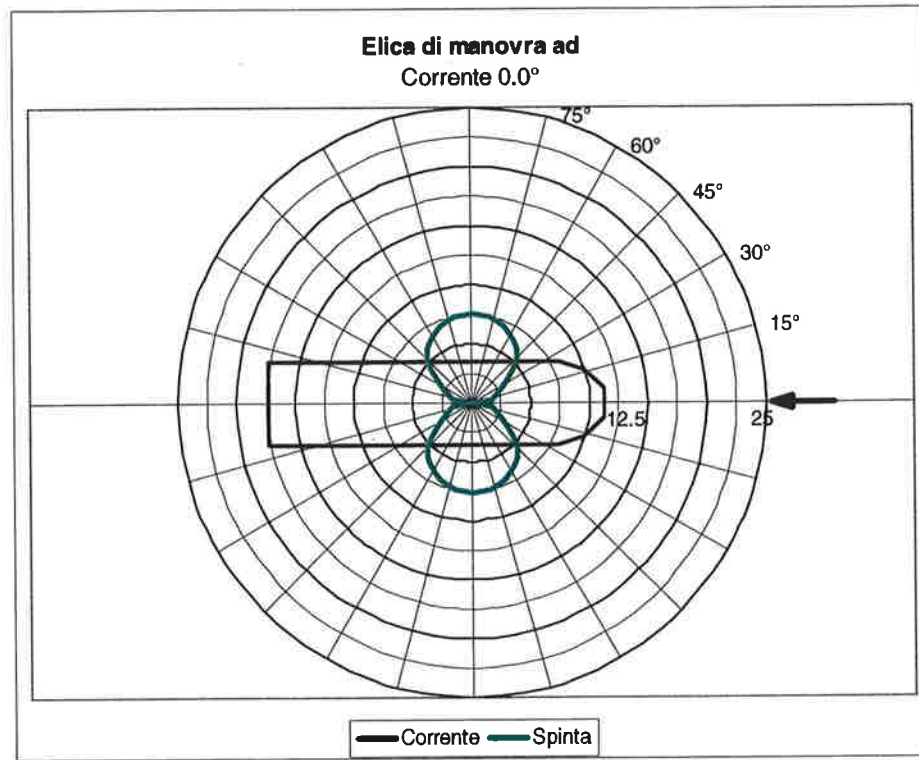


FIGURA 3.30: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA PRUA + VENTO

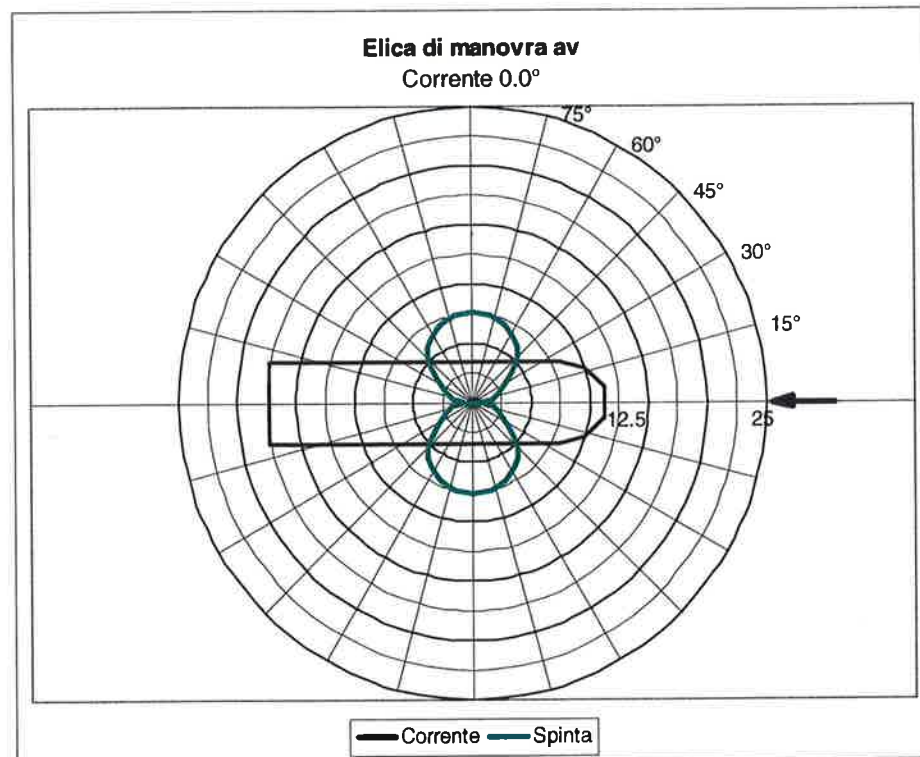


FIGURA 3.31: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA PRUA + VENTO

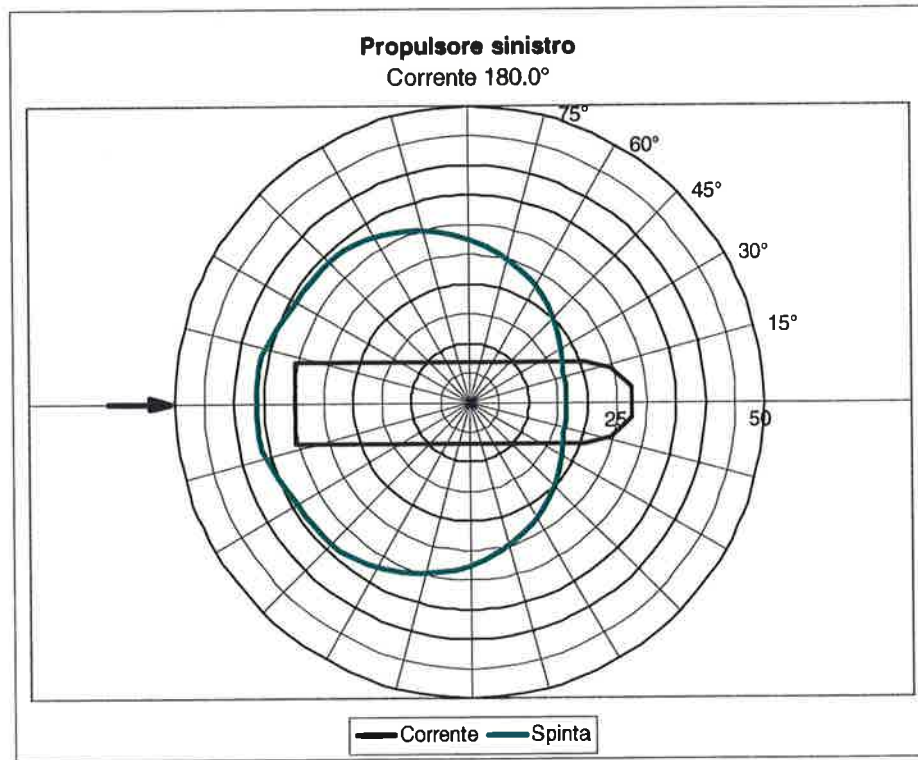


FIGURA 3.32: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

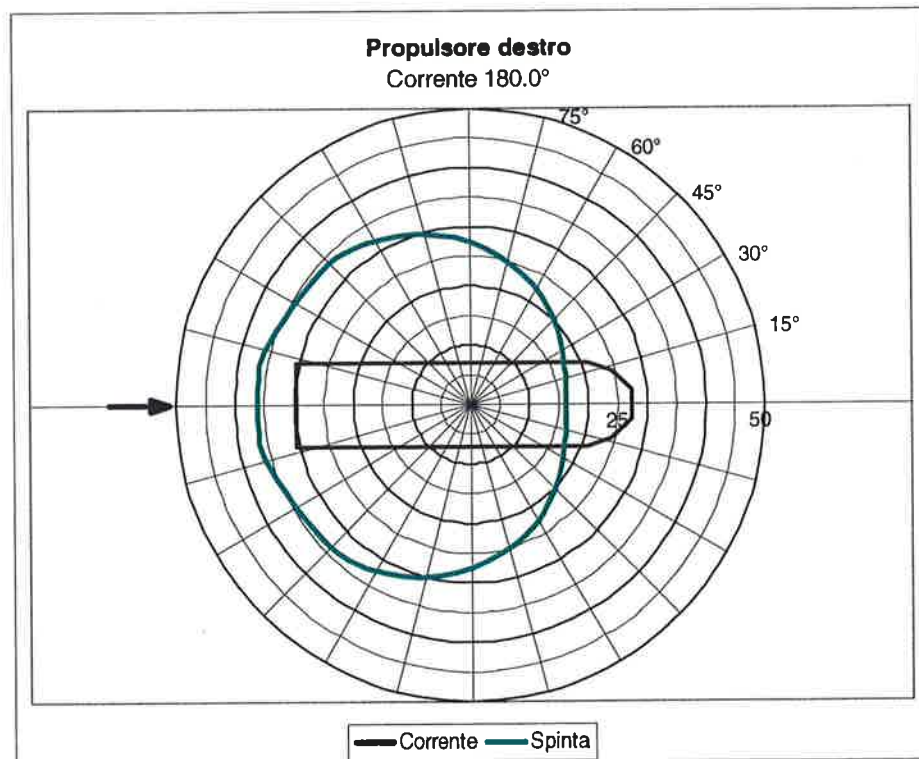


FIGURA 3.33: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO



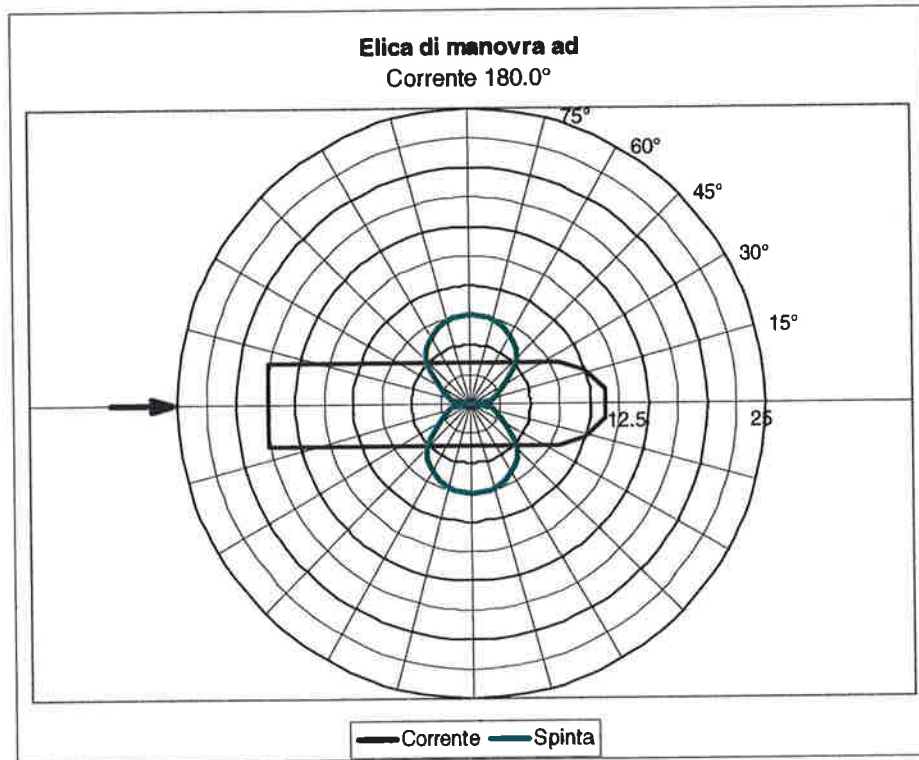


FIGURA 3.34: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA POPPA + VENTO

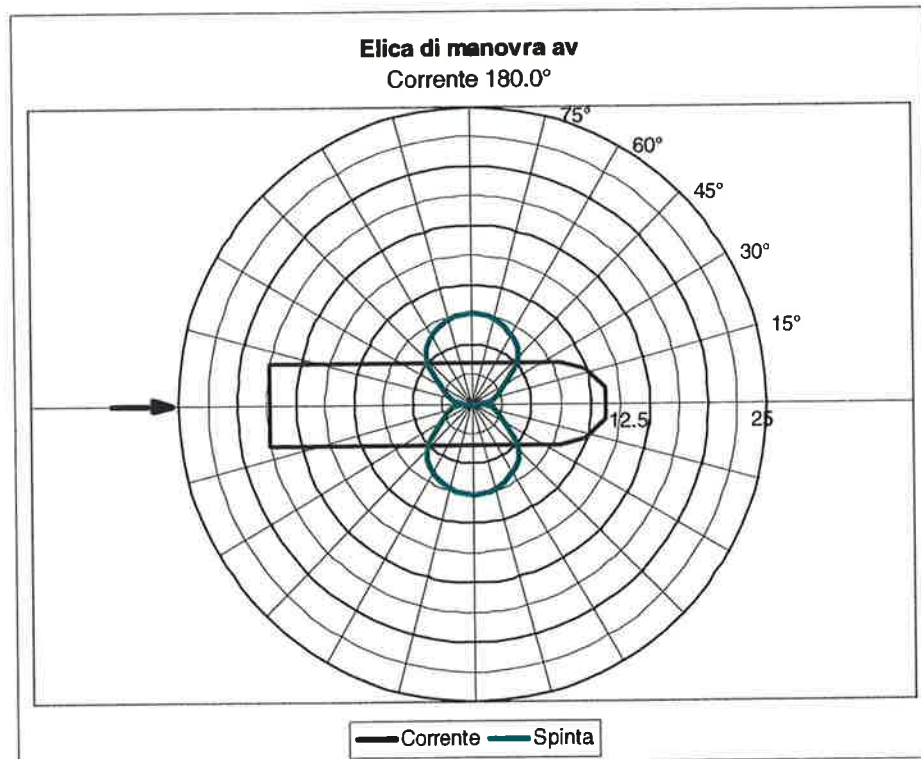
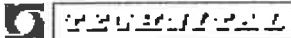


FIGURA 3.35: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA POPPA + VENTO

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 28
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.5.1.3 *Onda e corrente*

I valori massimi per ogni elica vengono riportati nella tabella seguente:

Condizione	Con cassa a riposo		Con cassa agganciata sul fondo		Con cassa rilasciata fra le paratoie	
	Spinta media	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)
Elica	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Propulsore sinistro	26.8	62.0	35.0	78.8	32.2	73.2
Propulsore destro	26.5	61.3	34.8	77.1	31.9	72.1
Elica di manovra ad	4.7	11.4	4.8	11.9	4.9	12.0
Elica di manovra av	4.8	11.7	4.9	12.2	5.0	12.3

Di seguito vengono riportati i diagrammi polari indicanti le spinte richieste alle eliche nelle varie combinazioni di onda e corrente.

Le spinte vanno lette lungo la linea definita dalla direzione del vento e nella scala indicata a 0°.



Con cassa a riposo:

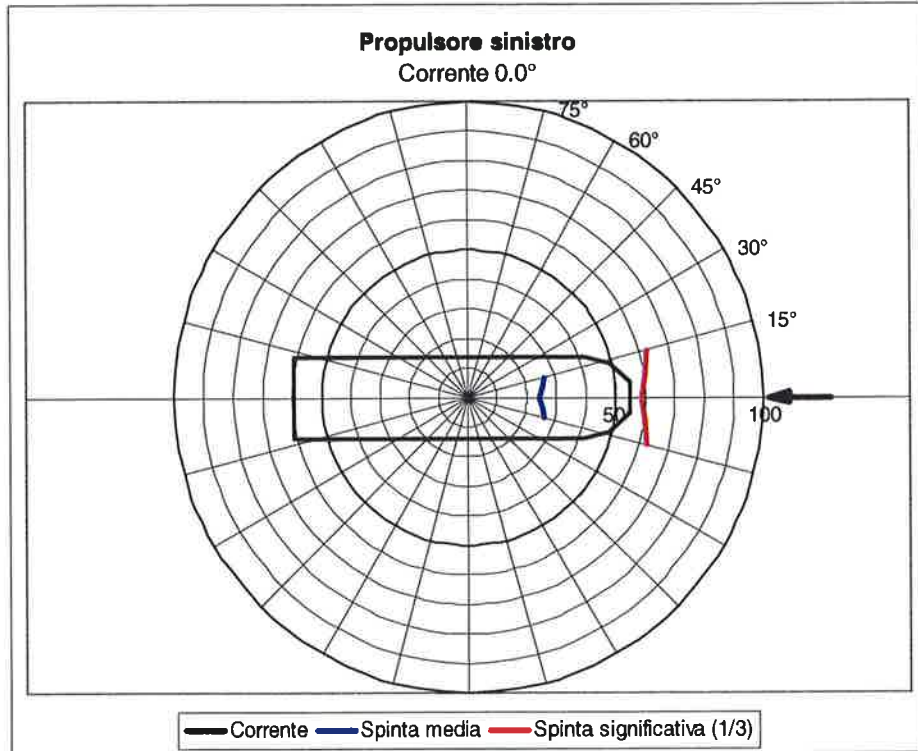


FIGURA 3.36: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

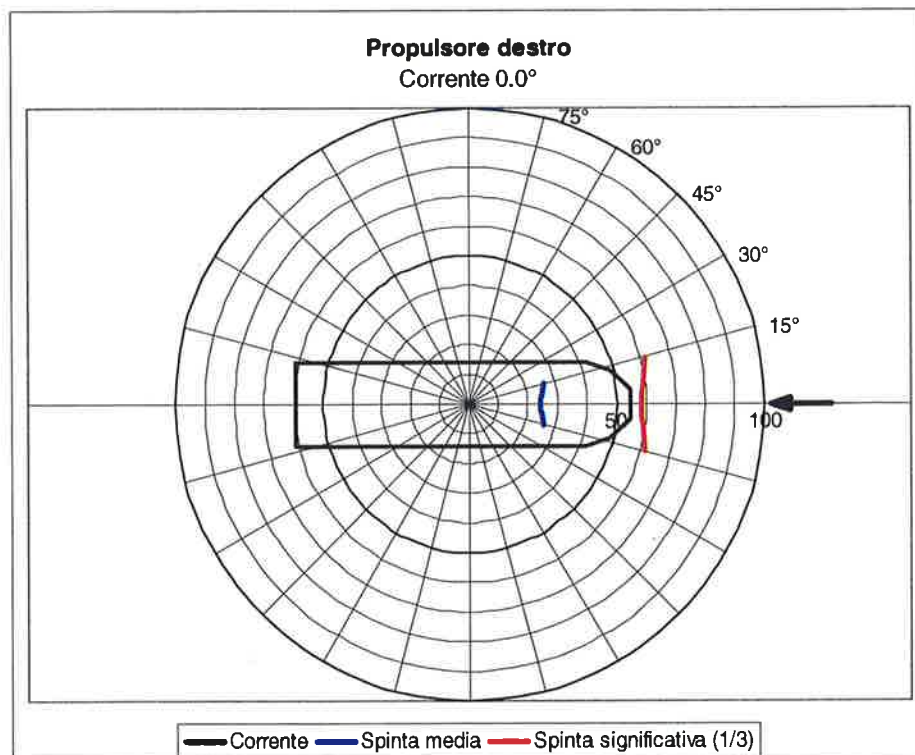


FIGURA 3.37: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

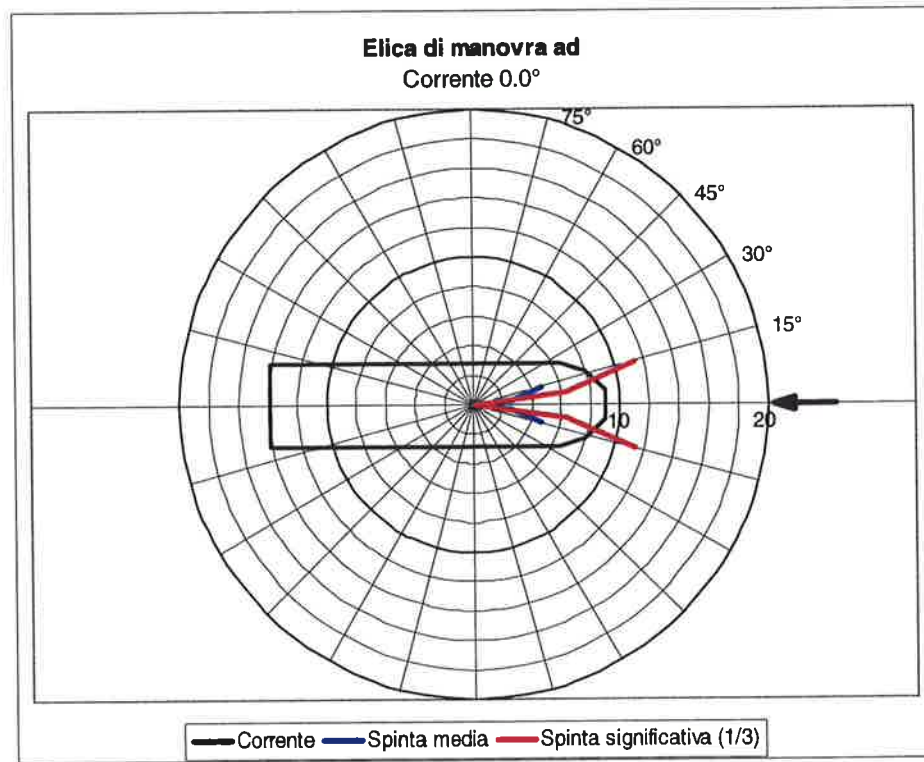


FIGURA 3.38: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA PRUA

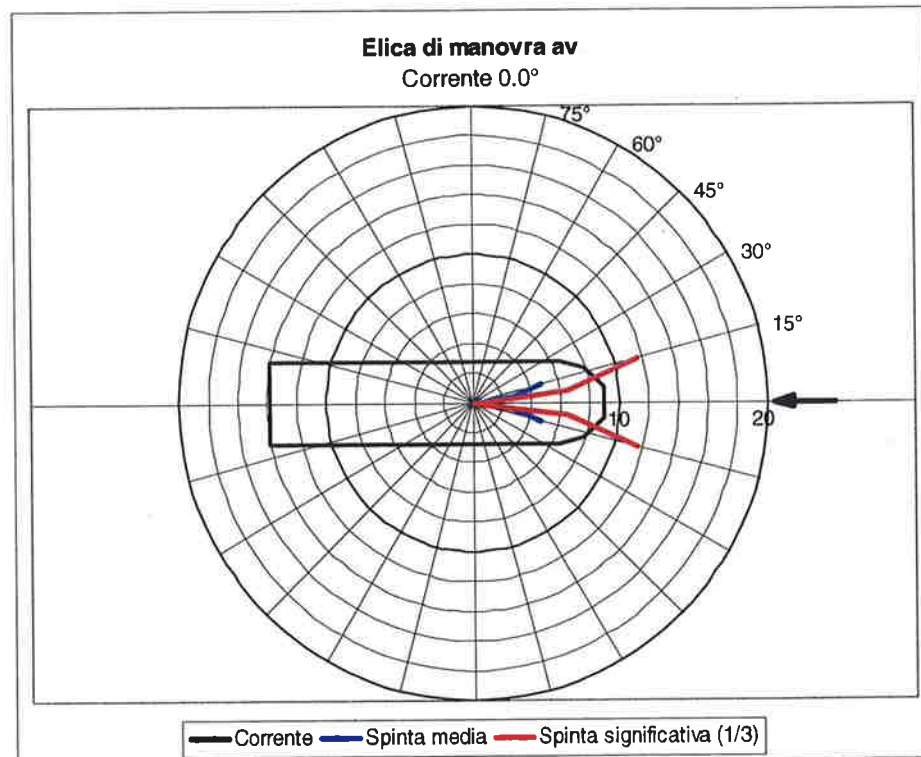


FIGURA 3.39: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA PRUA

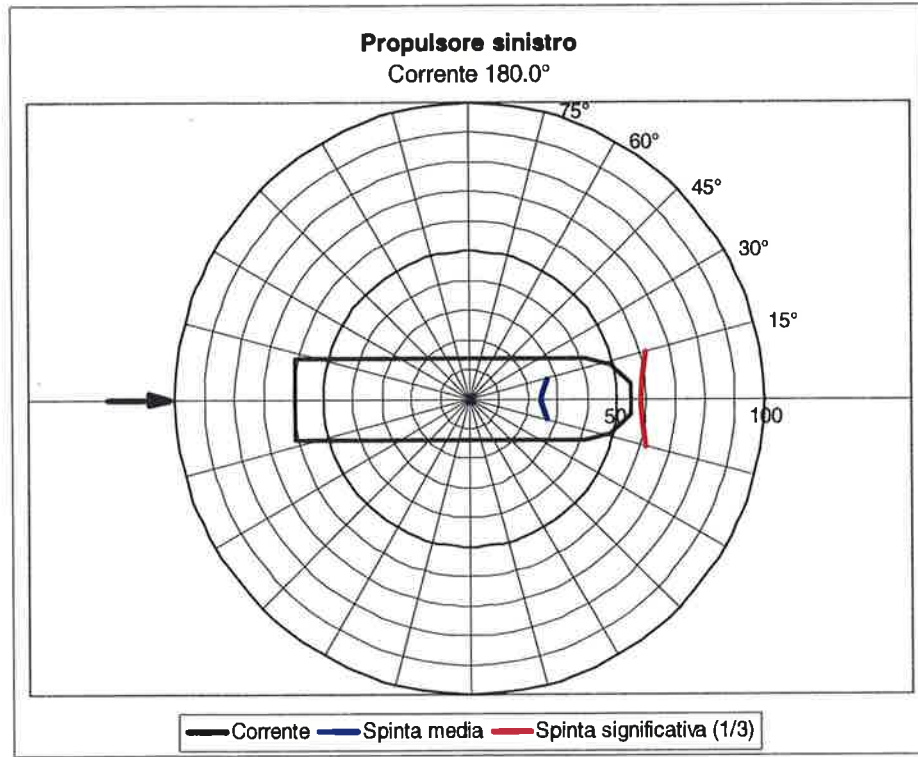


FIGURA 3.40: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

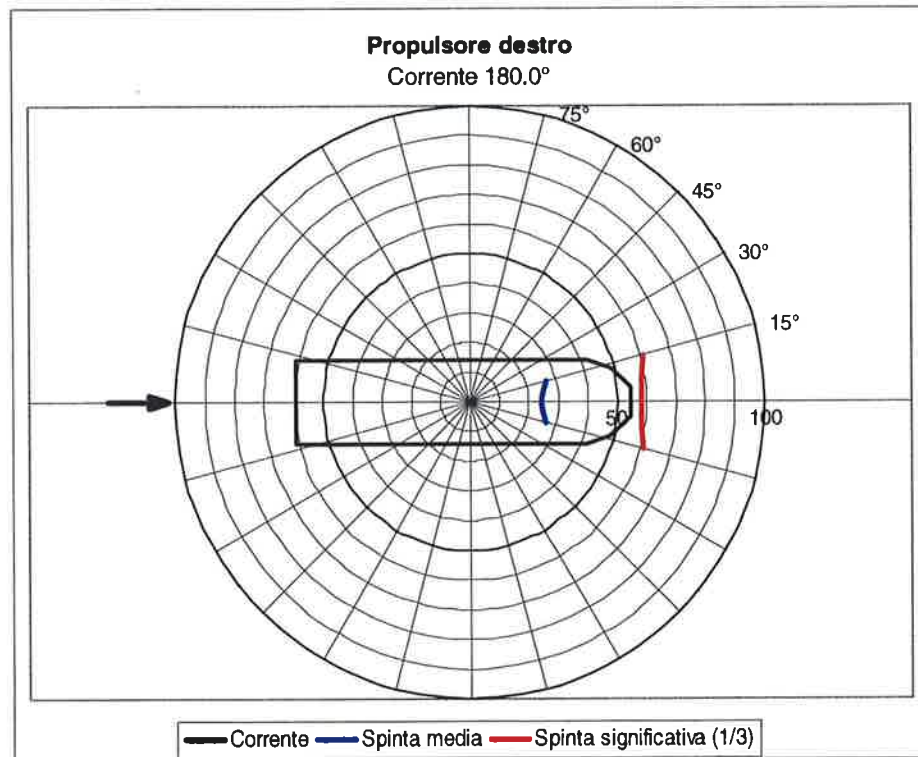


FIGURA 3.41: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA



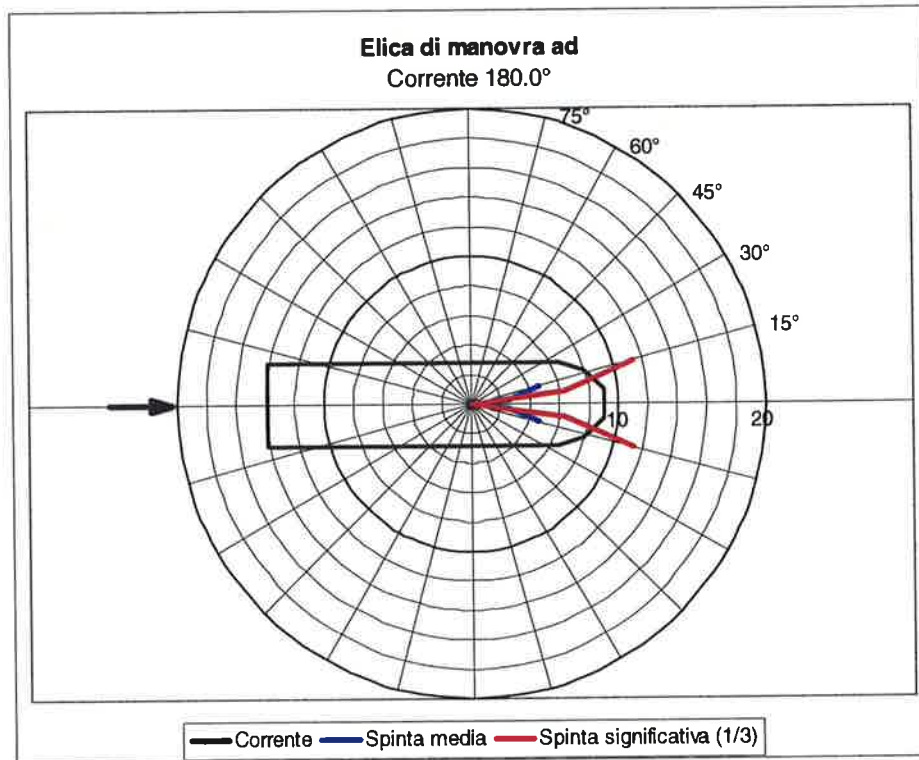


FIGURA 3.42: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA POPPA

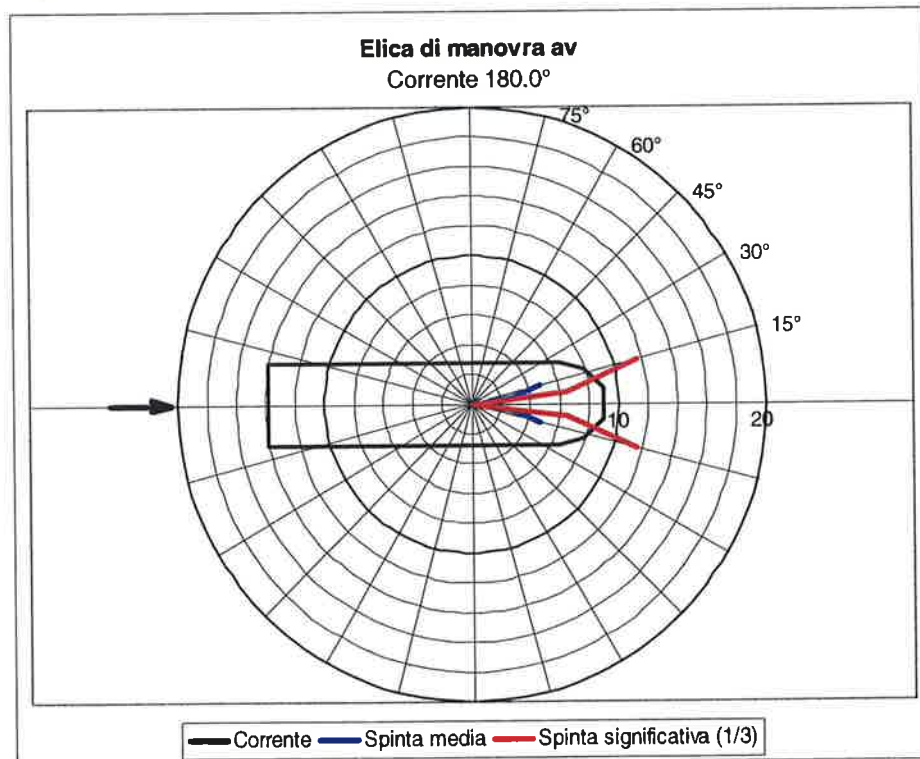


FIGURA 3.43: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA POPPA

Con cassa agganciata sul fondo:

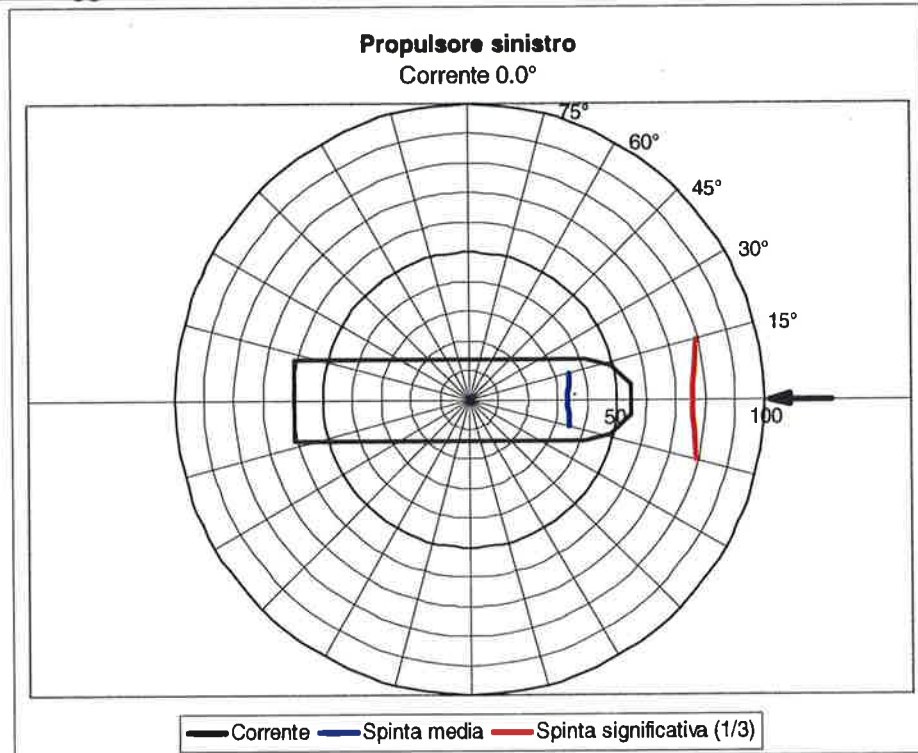


FIGURA 3.44: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

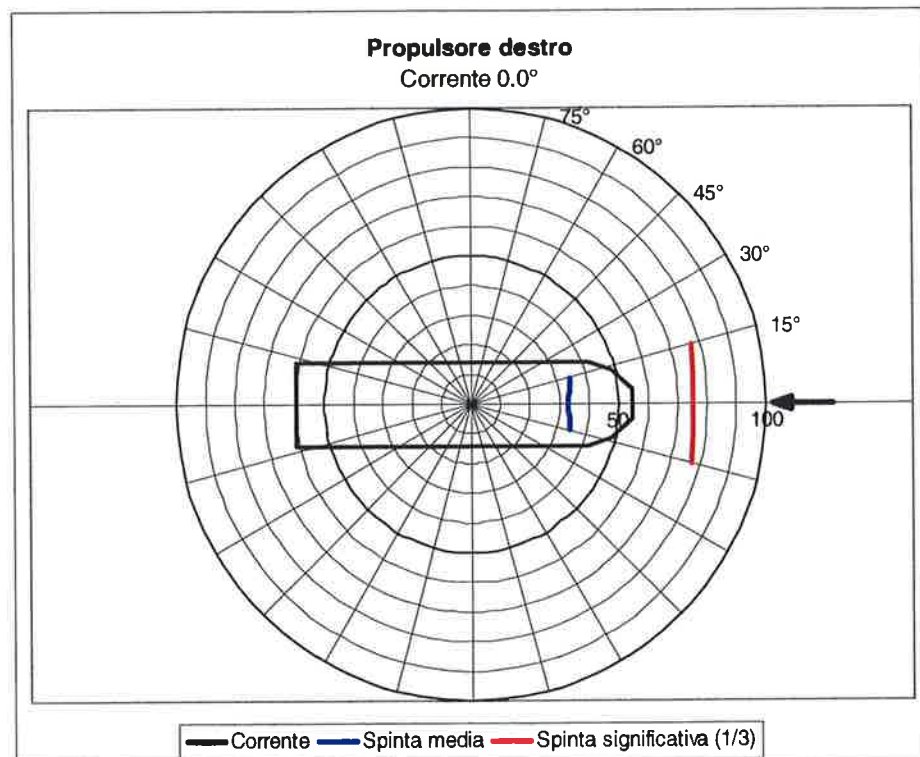


FIGURA 3.45: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

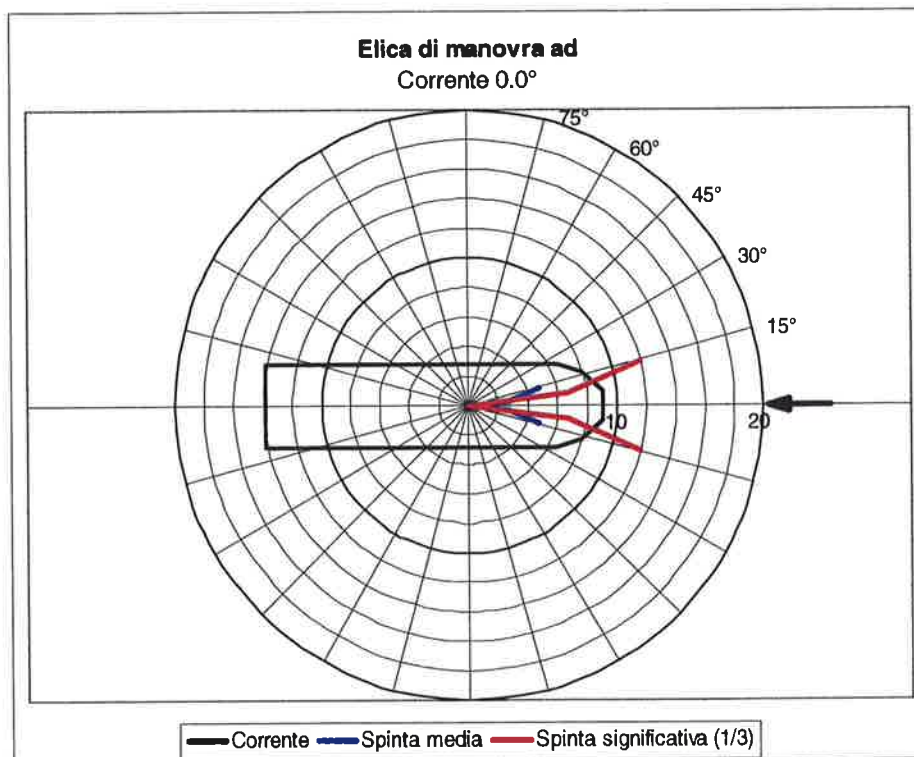


FIGURA 3.46: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA PRUA

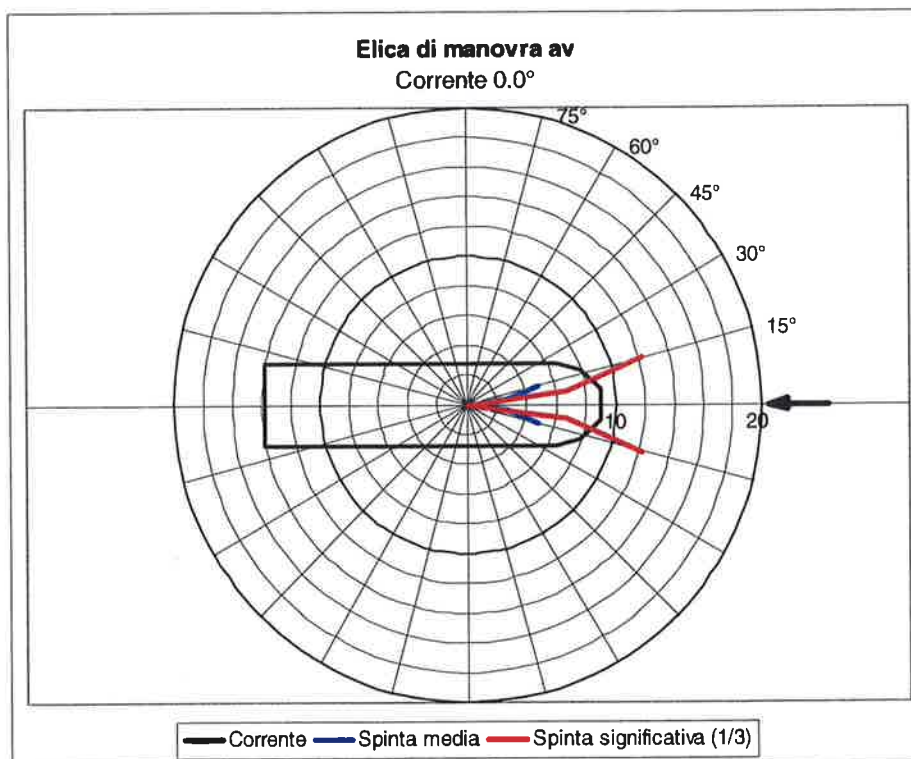


FIGURA 3.47: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA PRUA



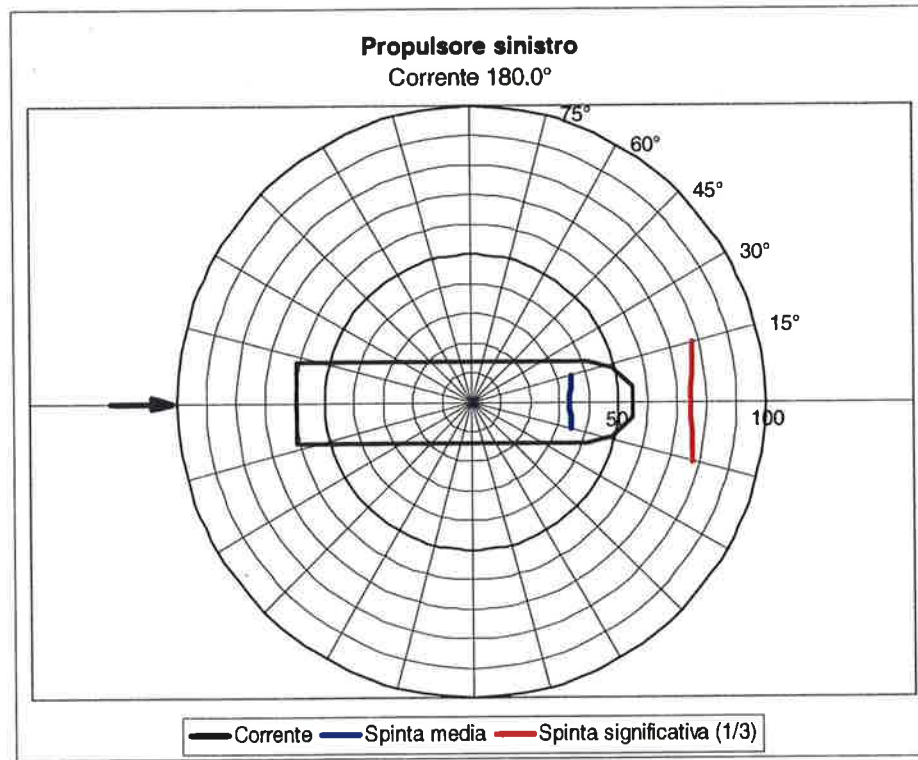


FIGURA 3.48: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

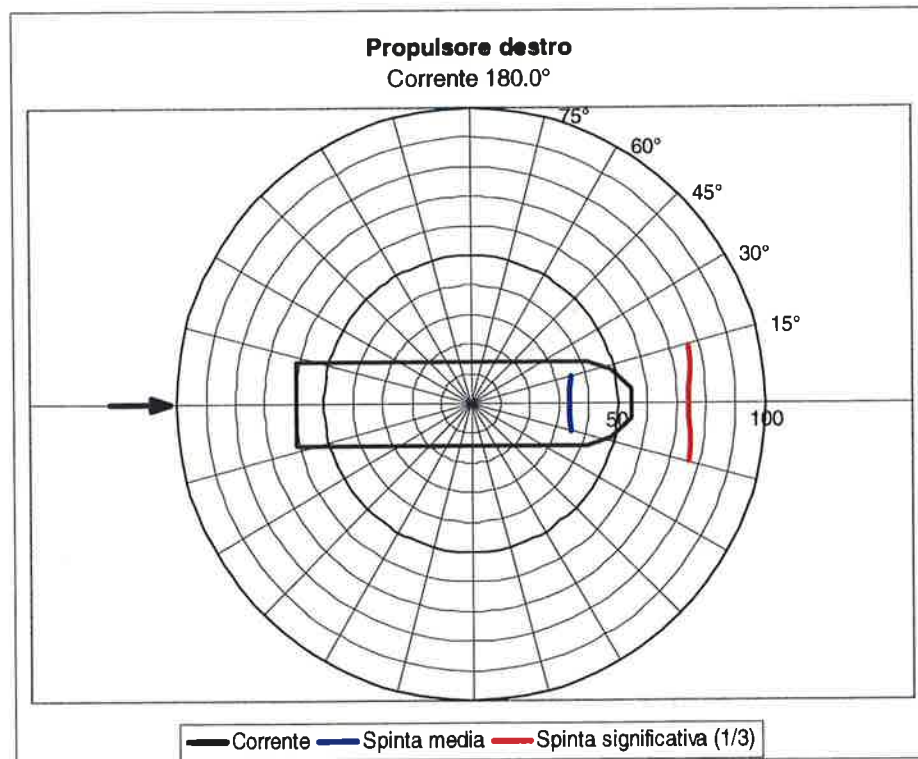


FIGURA 3.49: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

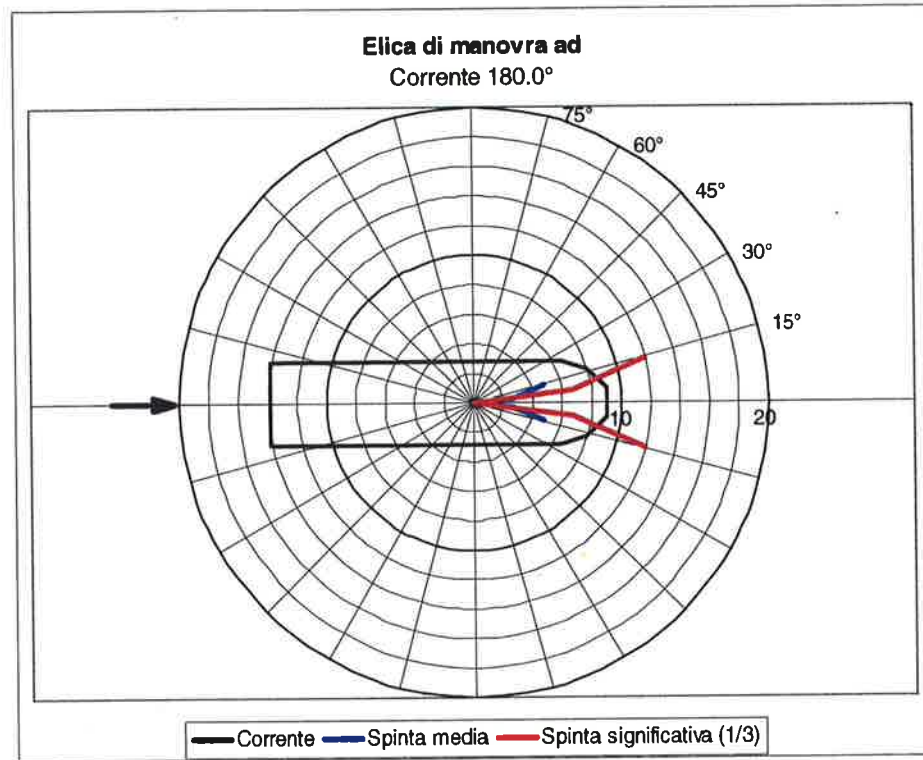


FIGURA 3.50: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA POPPA

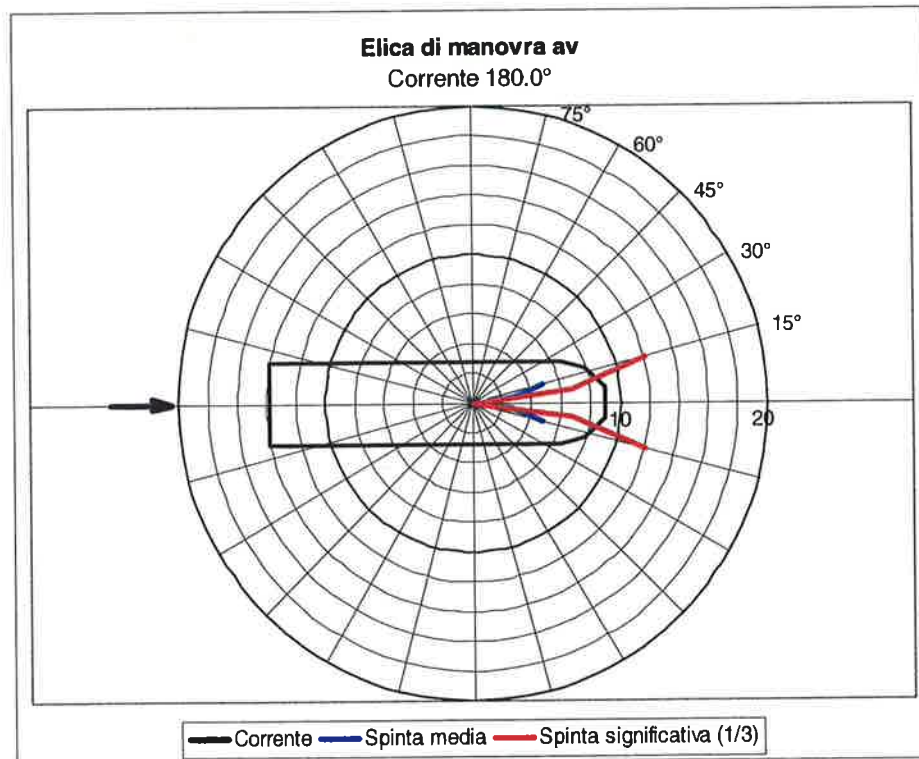


FIGURA 3.51: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA POPPA



Con cassa rilasciata fra le paratoie:

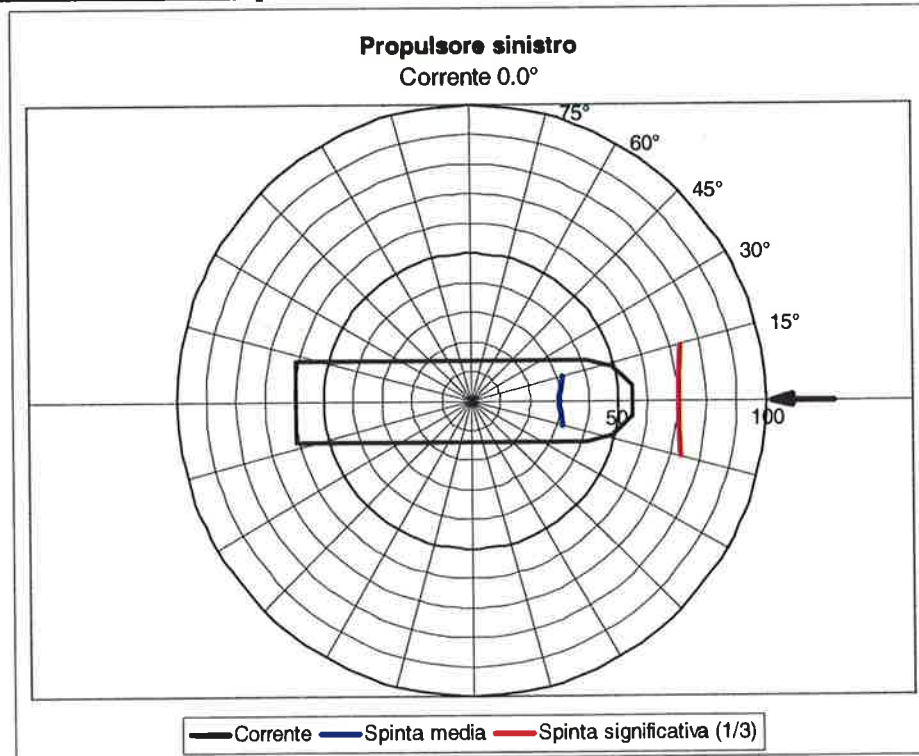


FIGURA 3.52: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

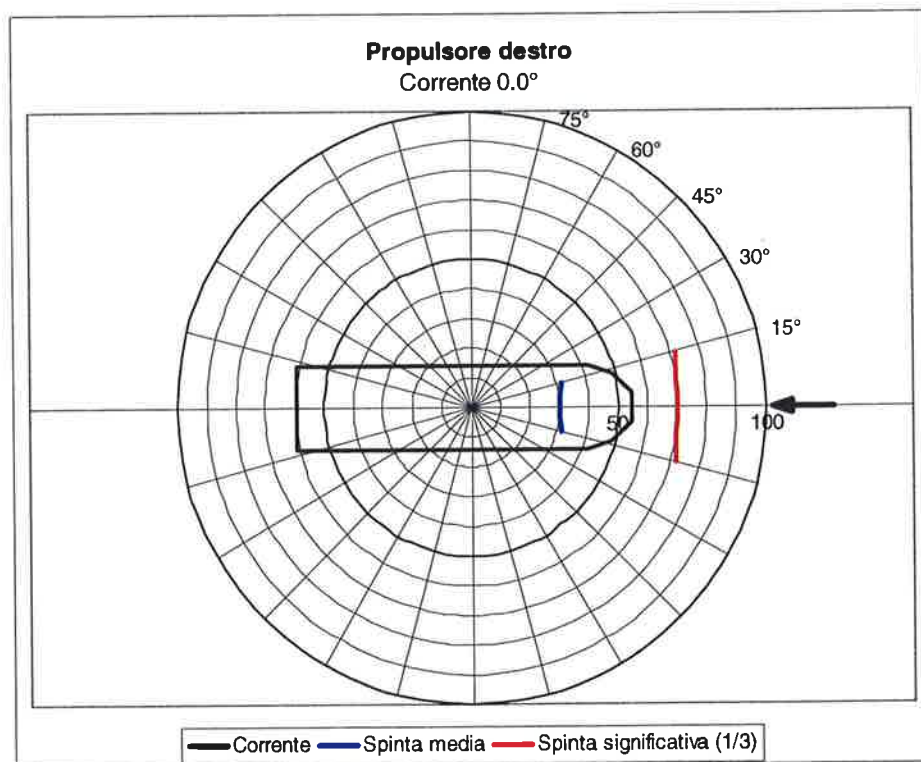


FIGURA 3.53: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

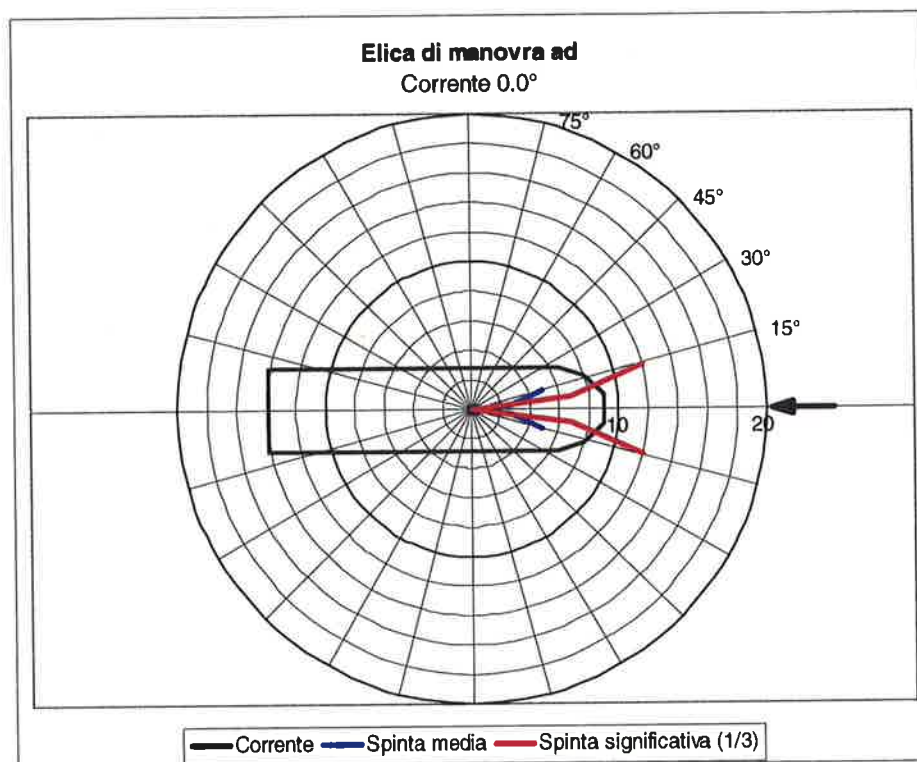


FIGURA 3.54: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA PRUA

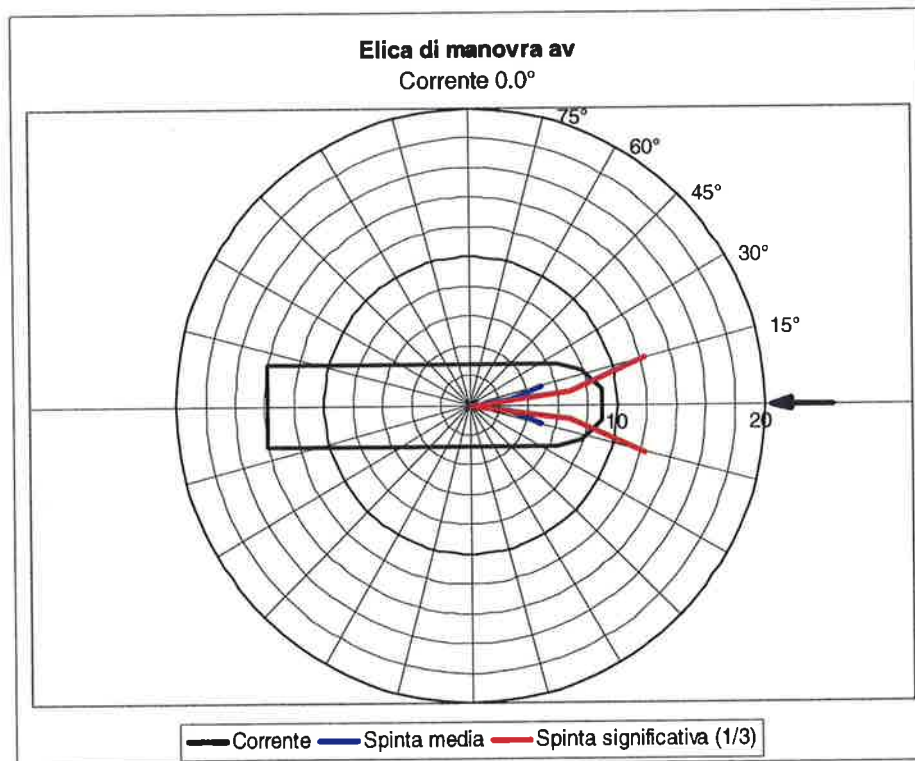


FIGURA 3.55: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA PRUA

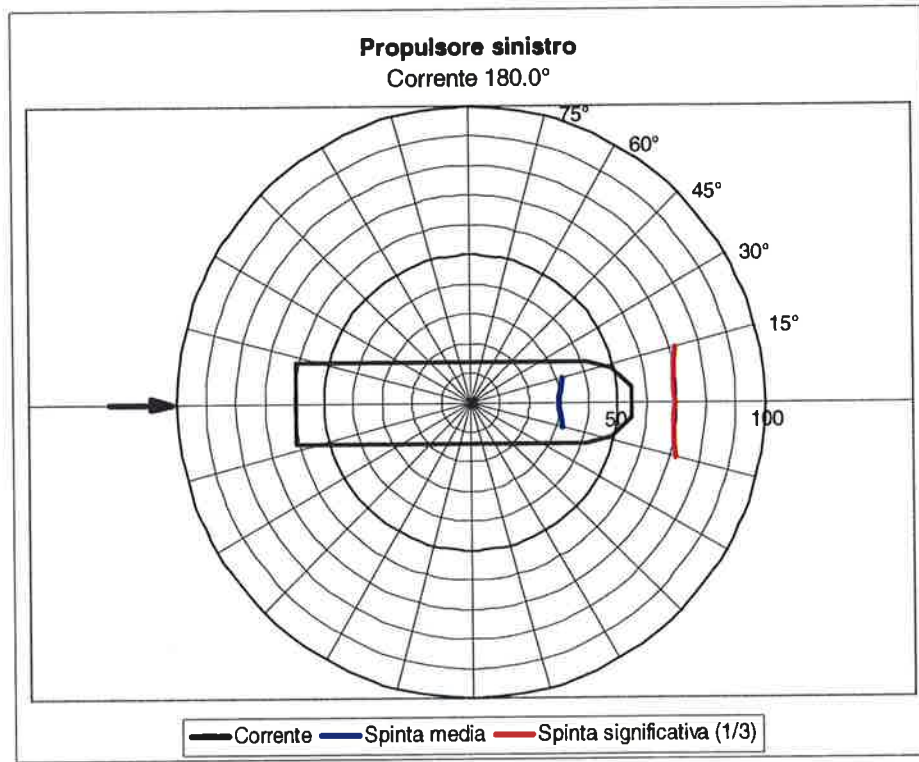


FIGURA 3.56: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

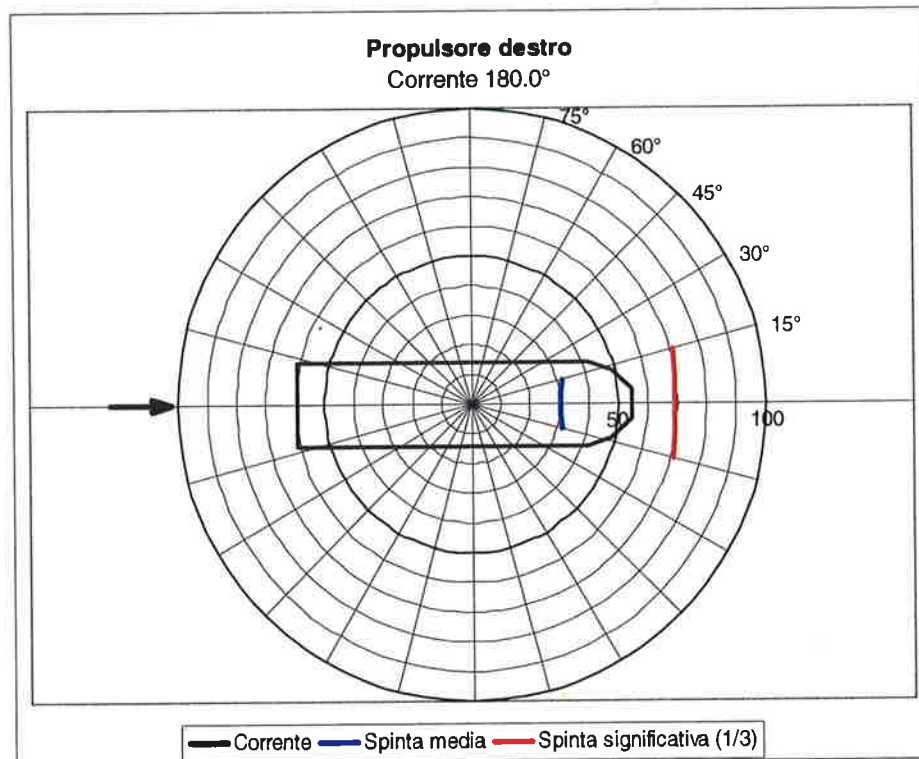


FIGURA 3.57: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA



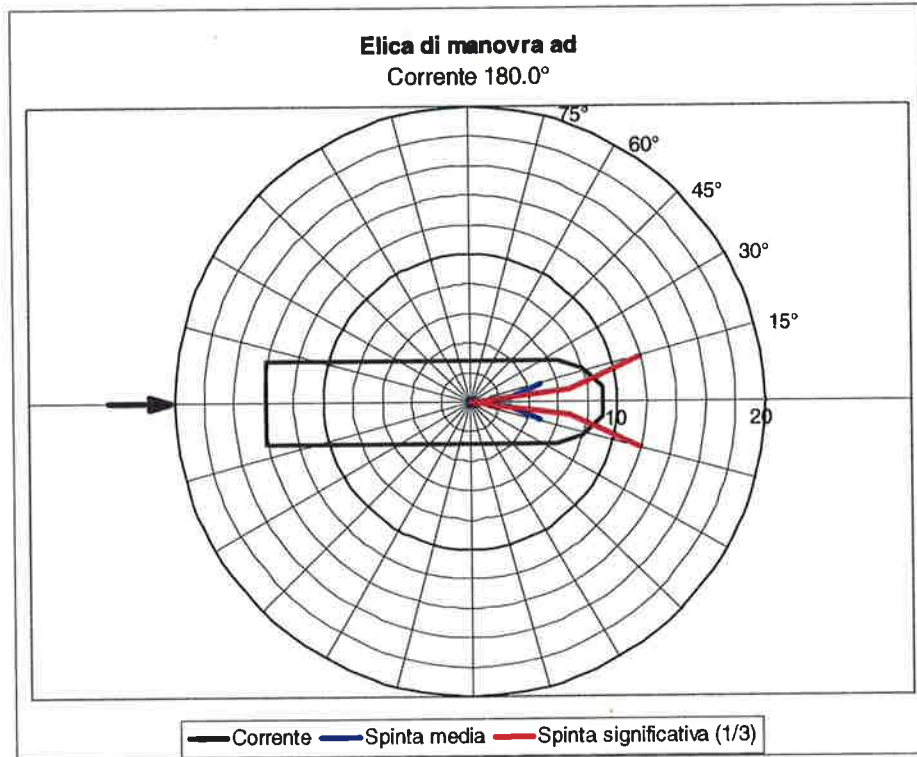


FIGURA 3.58: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA POPPA

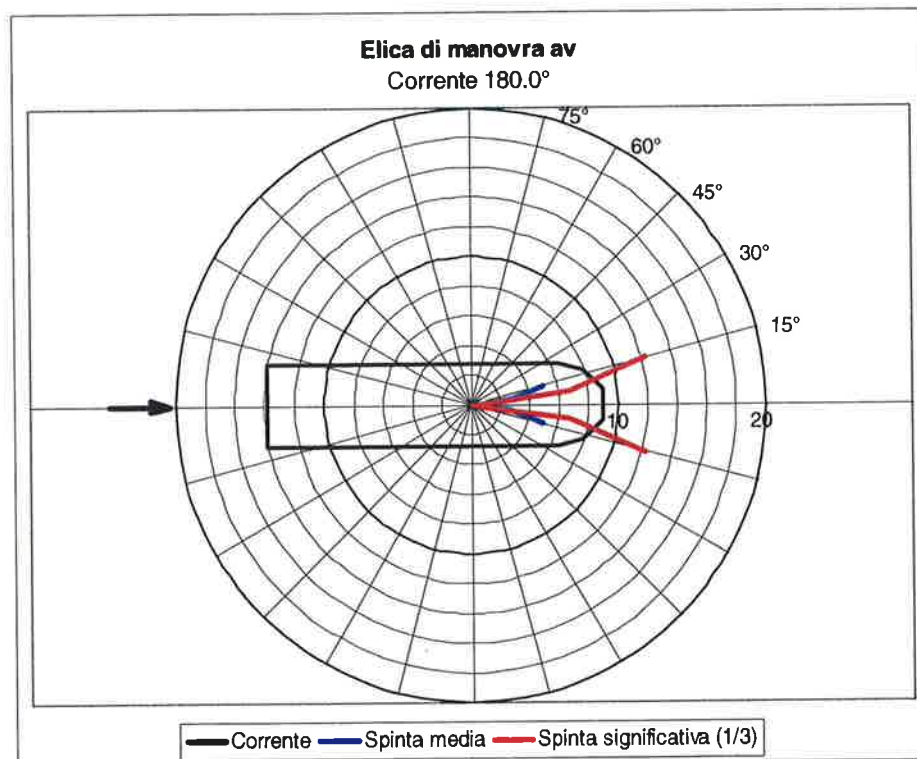
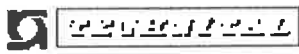


FIGURA 3.59: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA POPPA

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 41
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.5.1.4 *Onda, vento e corrente*

I valori massimi per ogni elica vengono riportati nella tabella seguente:

Condizione	Con cassa a riposo		Con cassa agganciata sul fondo		Con cassa rilasciata fra le paratoie	
	Spinta media	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)
Elica	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Propulsore sinistro	30.9	67.5	43.2	79.8	39.1	74.1
Propulsore destro	30.7	65.7	43.1	80.0	39.0	74.0
Elica di manovra ad	9.1	19.6	8.4	18.5	8.4	18.6
Elica di manovra av	9.2	19.9	8.4	18.7	8.4	18.8

Di seguito vengono riportati i diagrammi polari indicanti le spinte richieste alle eliche nelle varie combinazioni di onda, vento e corrente.

Le spinte vanno lette lungo la linea definita dalla direzione del vento e nella scala indicata a 0° (Figura 3.60):

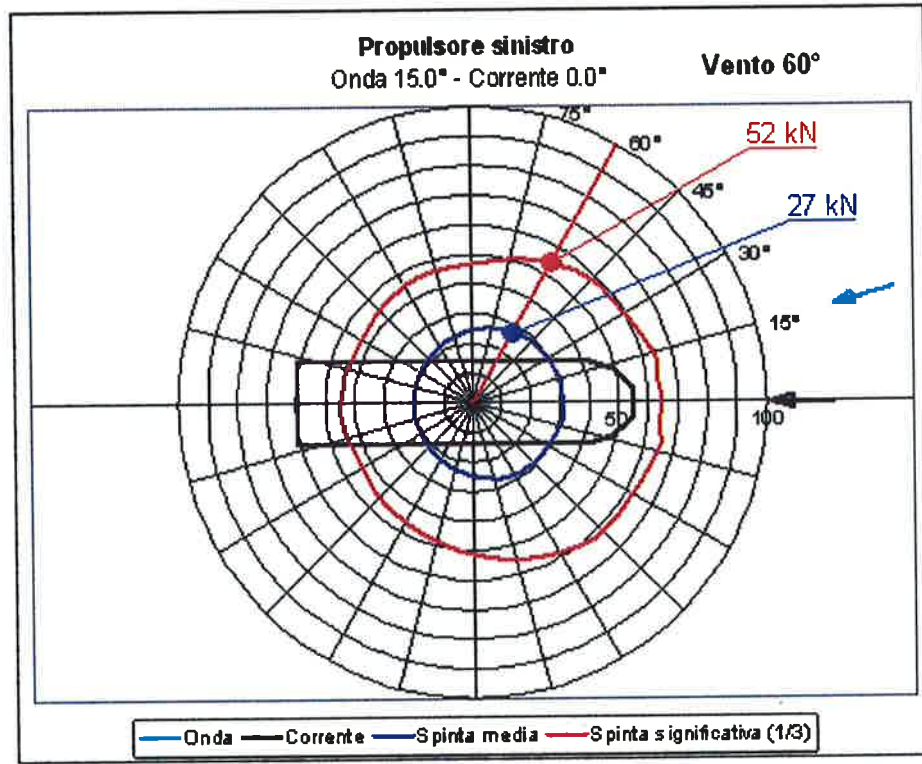


FIGURA 3.60: ESEMPIO

Con cassa a riposo:

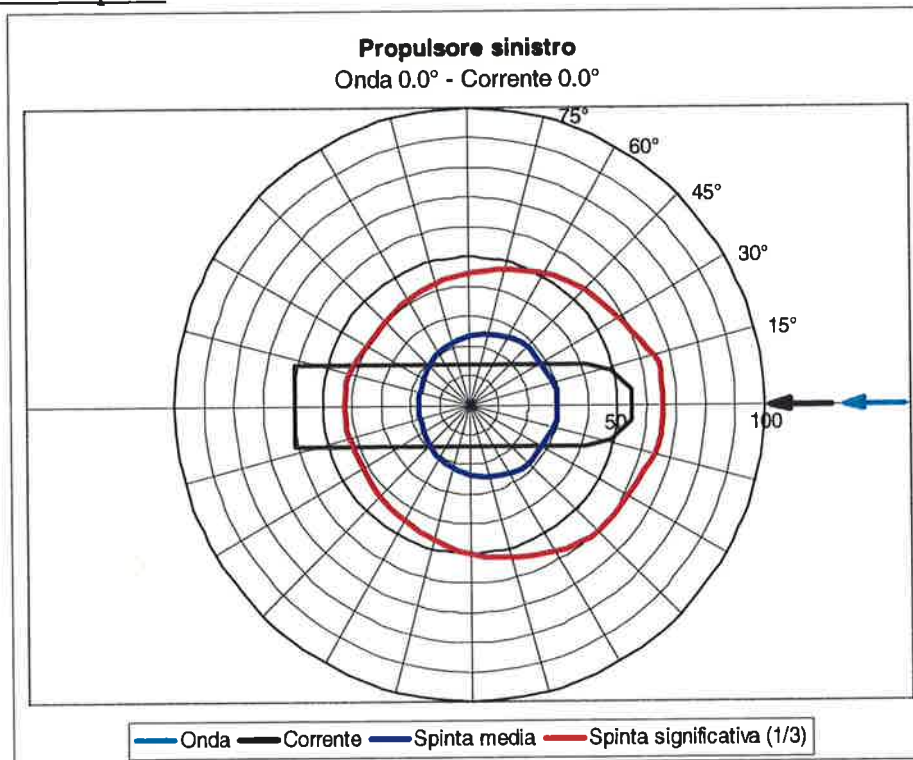


FIGURA 3.61: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

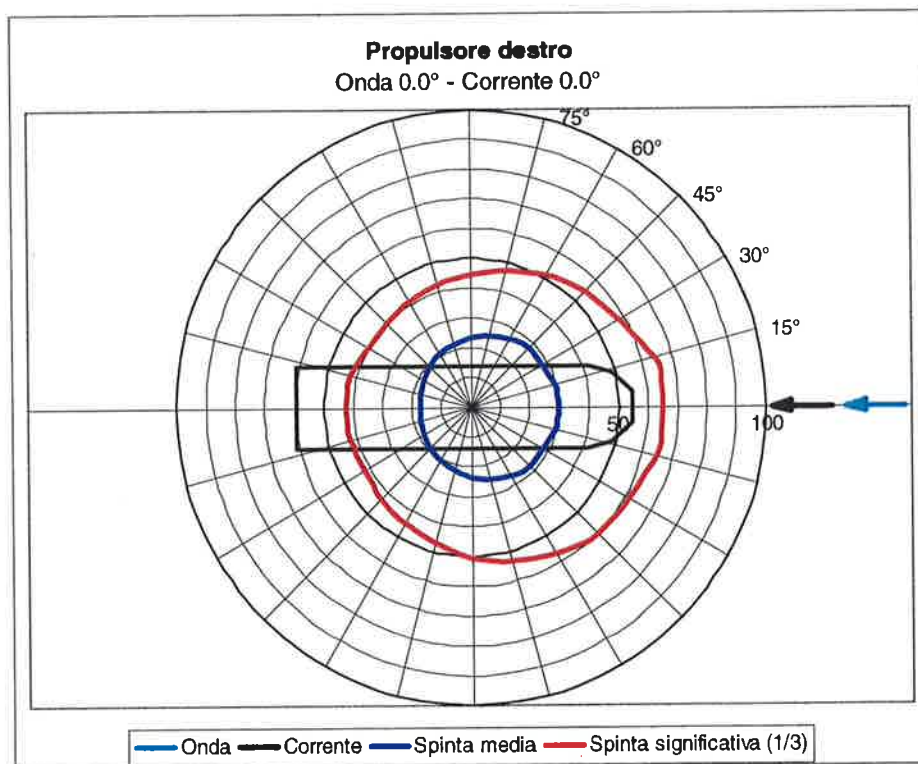


FIGURA 3.62: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO



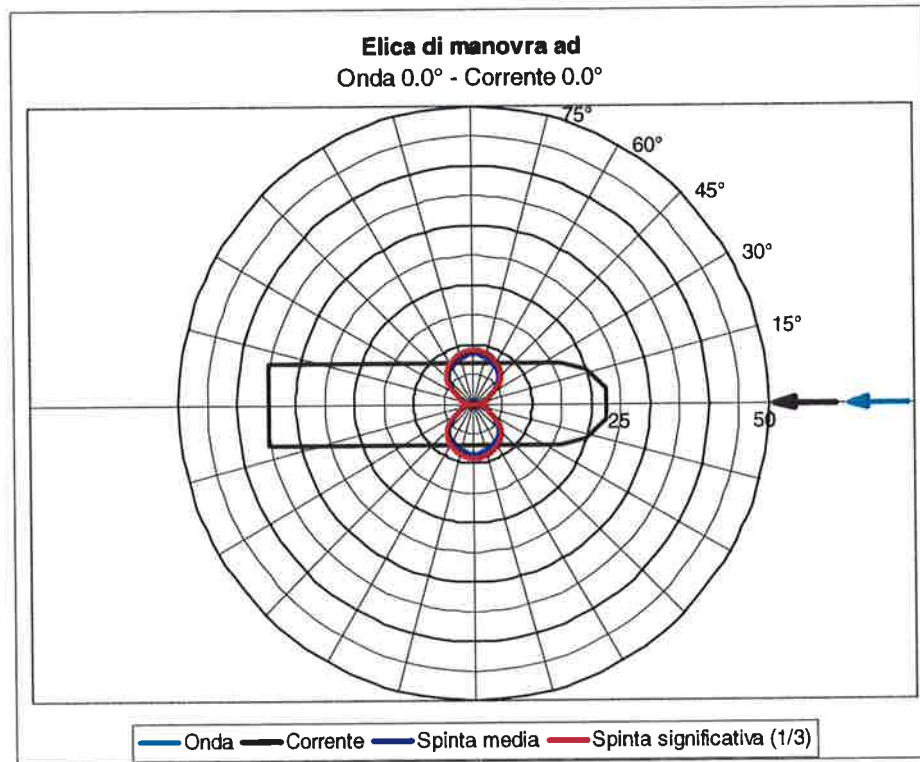


FIGURA 3.63: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

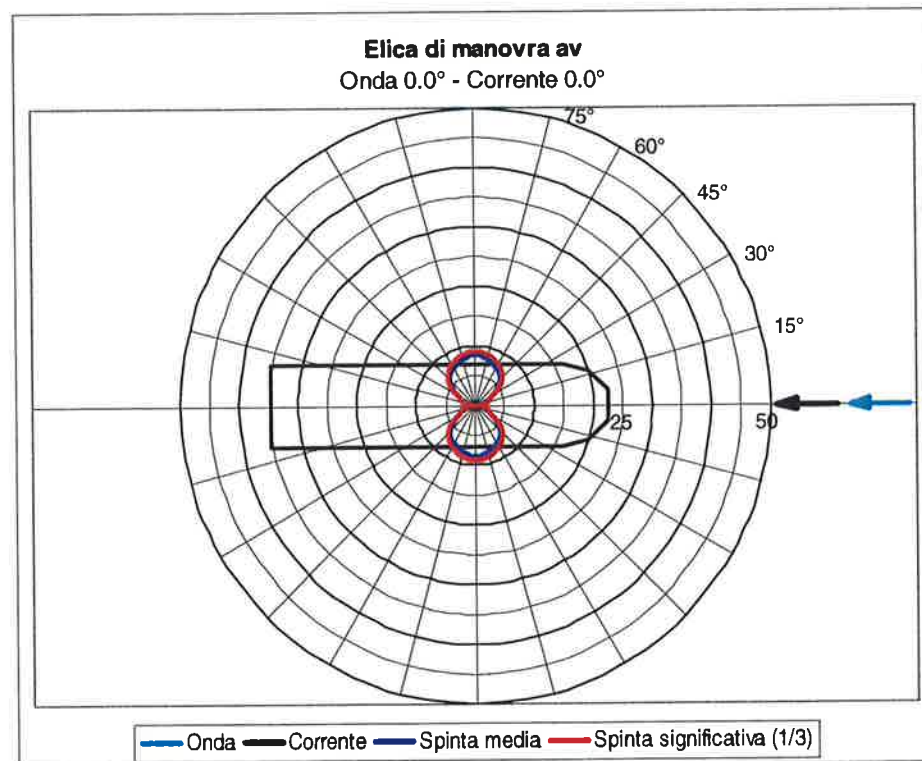


FIGURA 3.64: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO



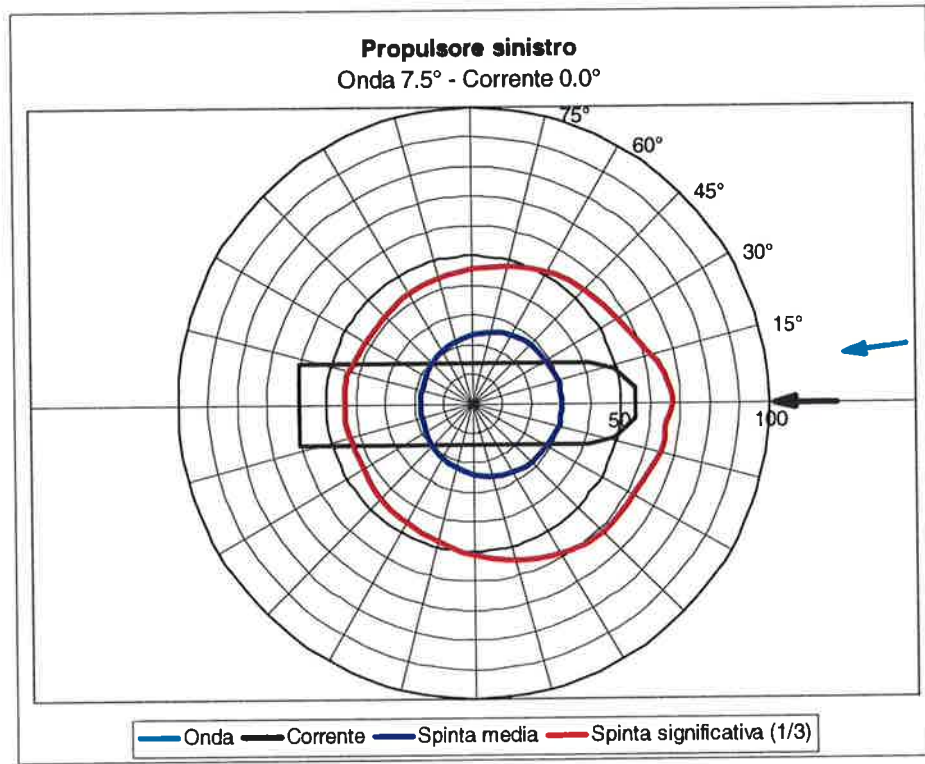


FIGURA 3.65: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

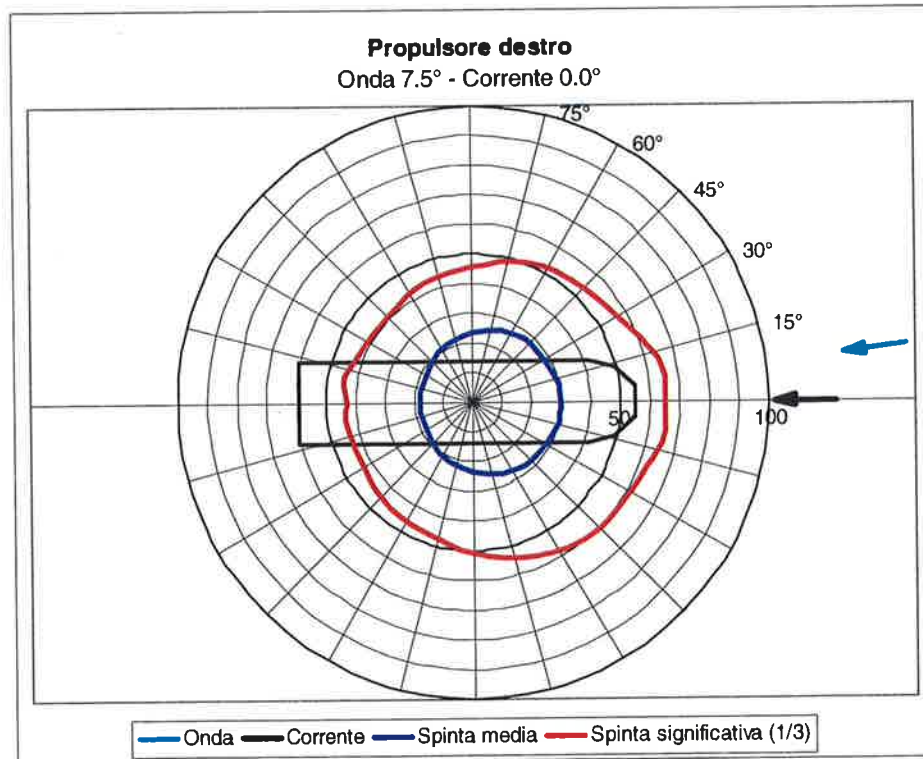


FIGURA 3.66: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

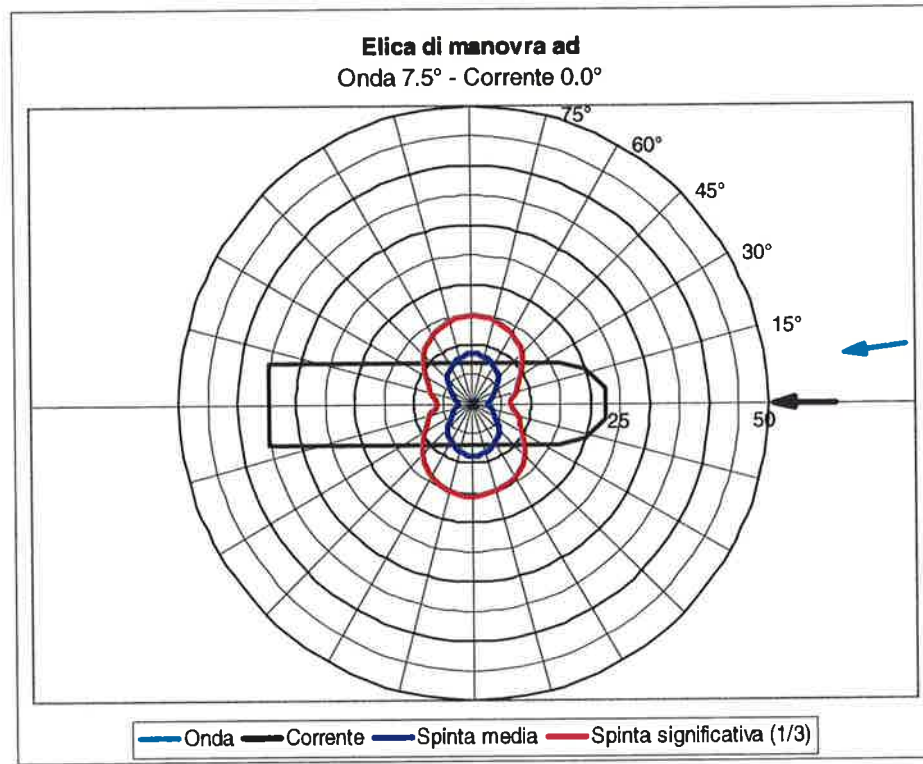


FIGURA 3.67: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

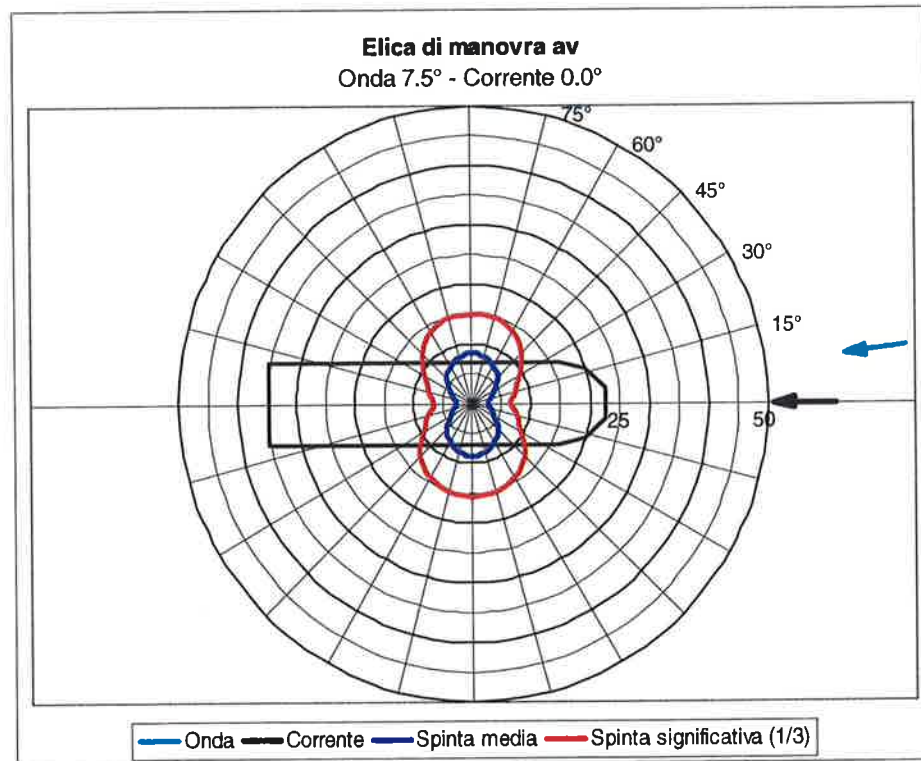


FIGURA 3.68: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

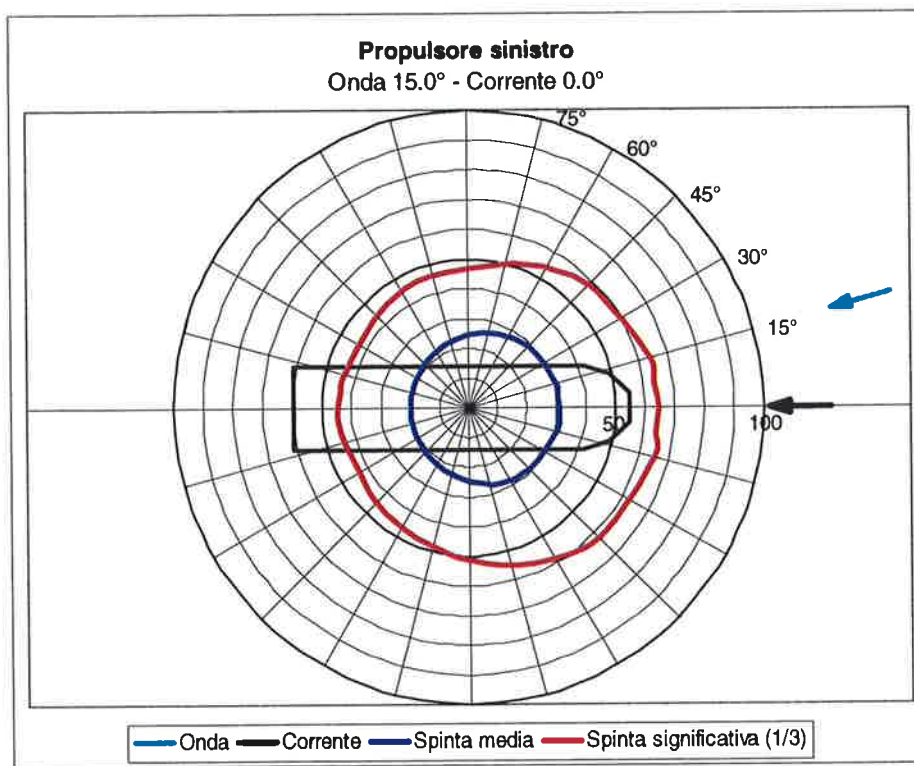


FIGURA 3.69: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

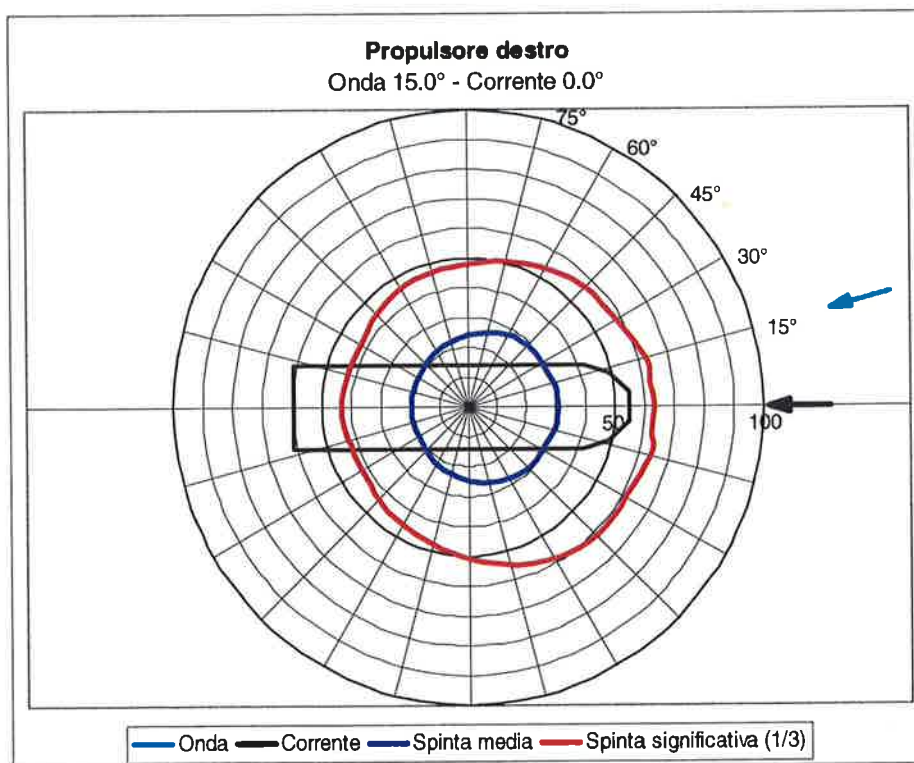


FIGURA 3.70: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



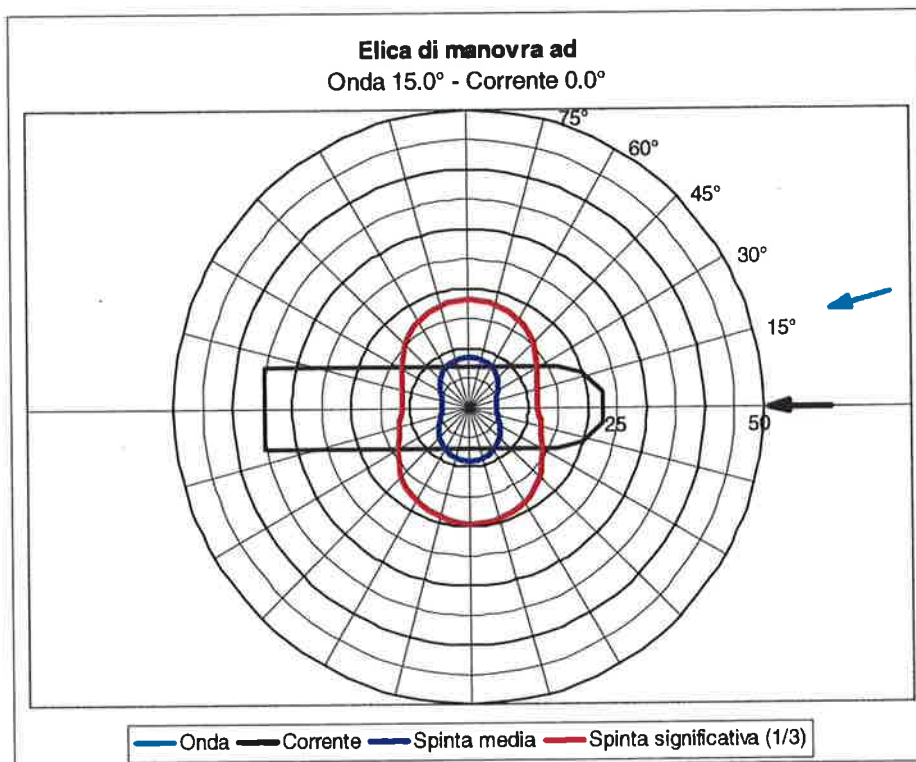


FIGURA 3.71: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

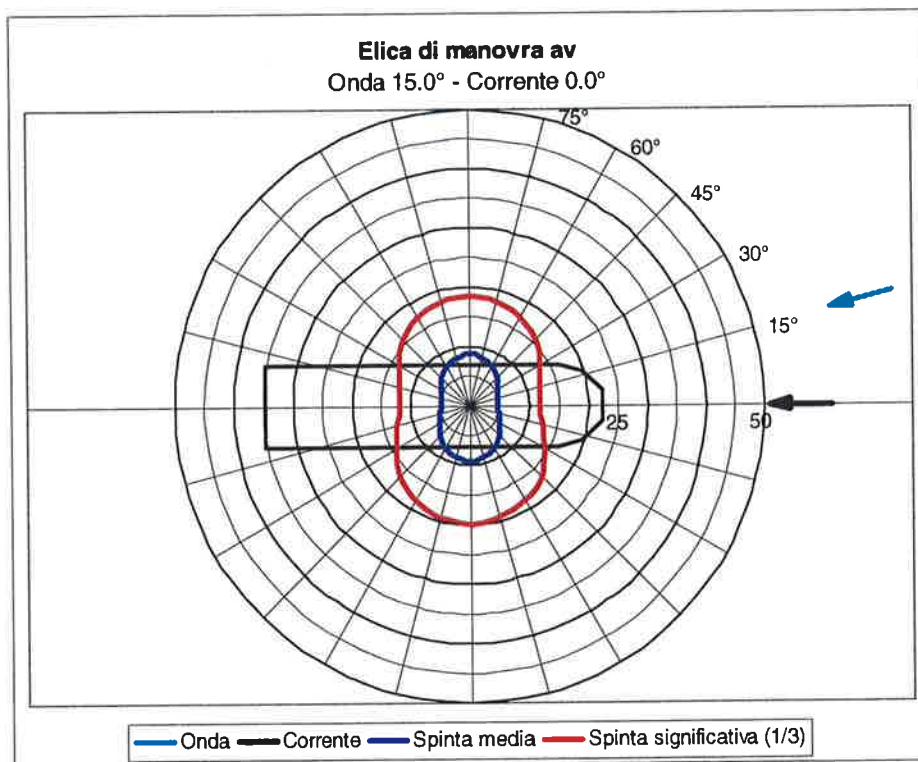


FIGURA 3.72: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

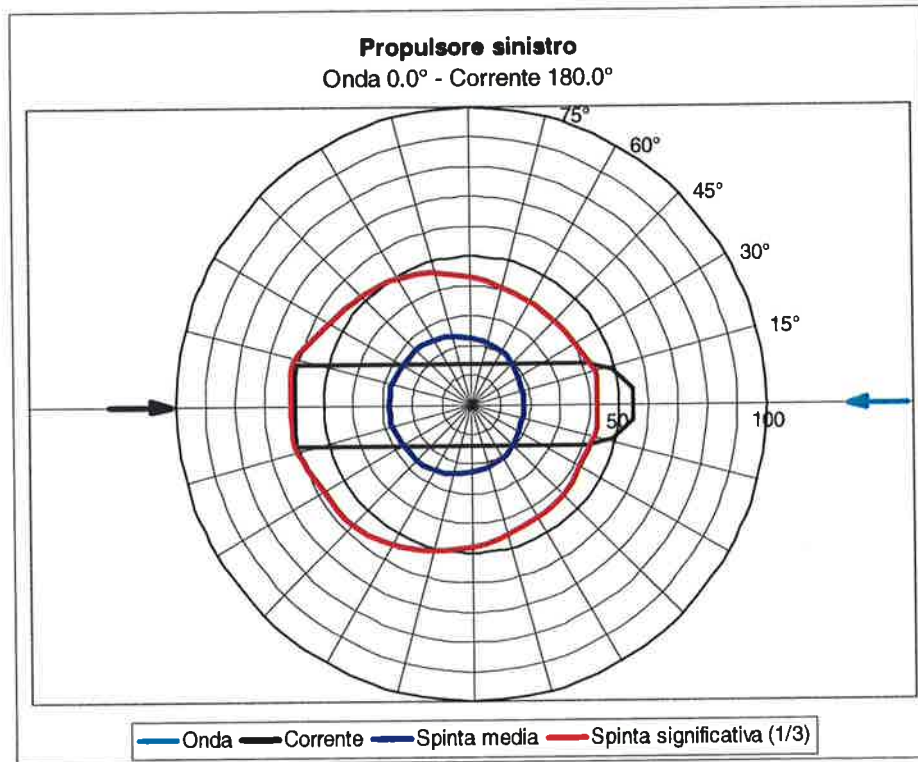


FIGURA 3.73: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

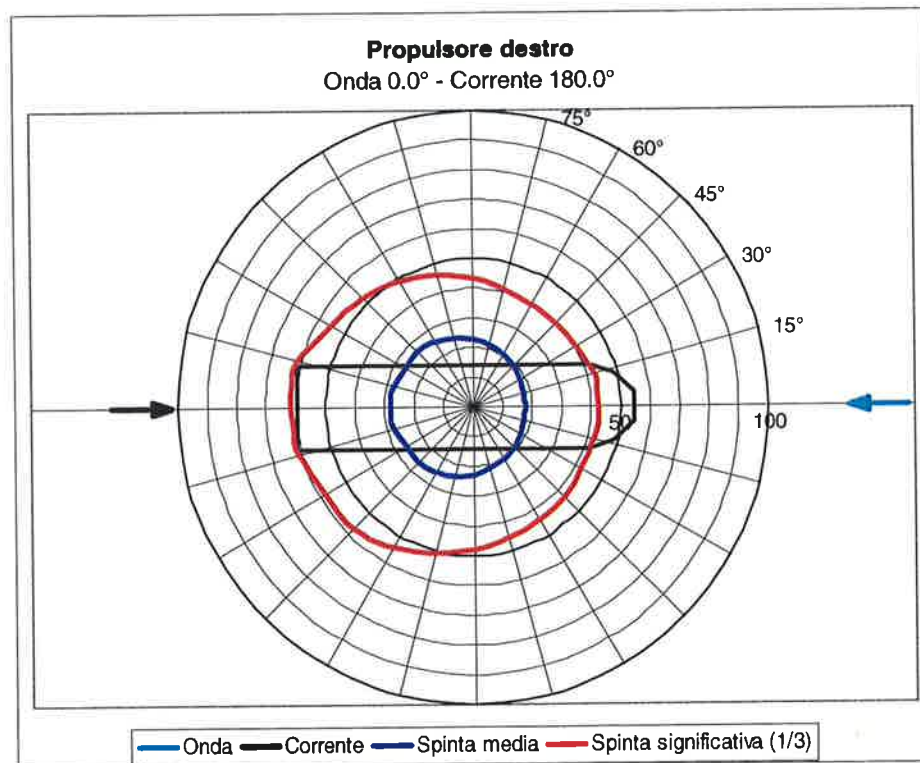


FIGURA 3.74: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

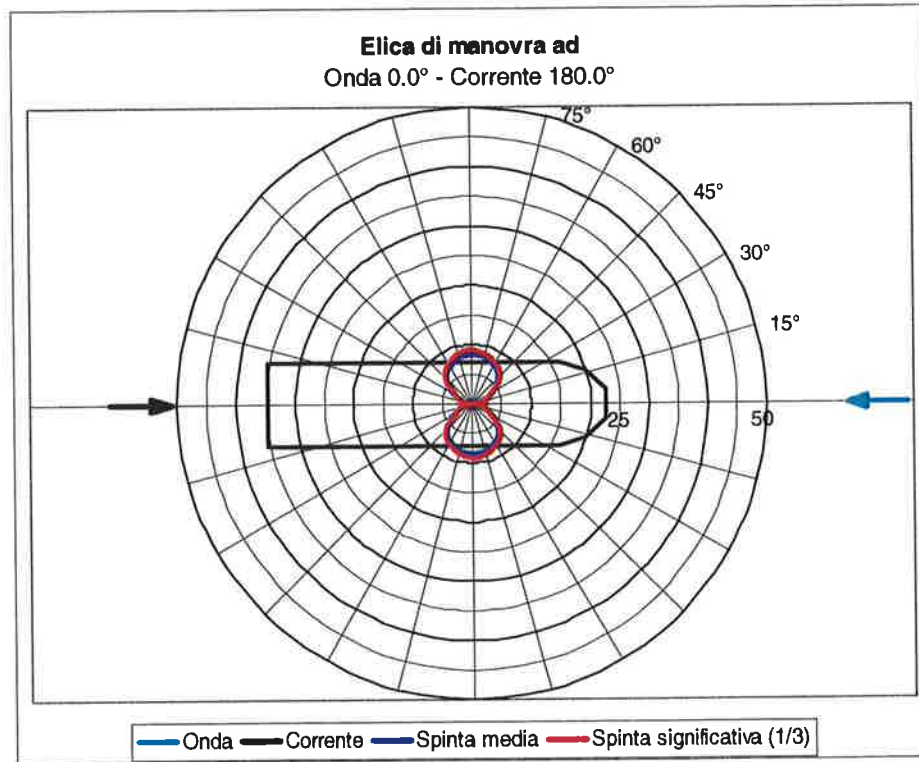


FIGURA 3.75: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

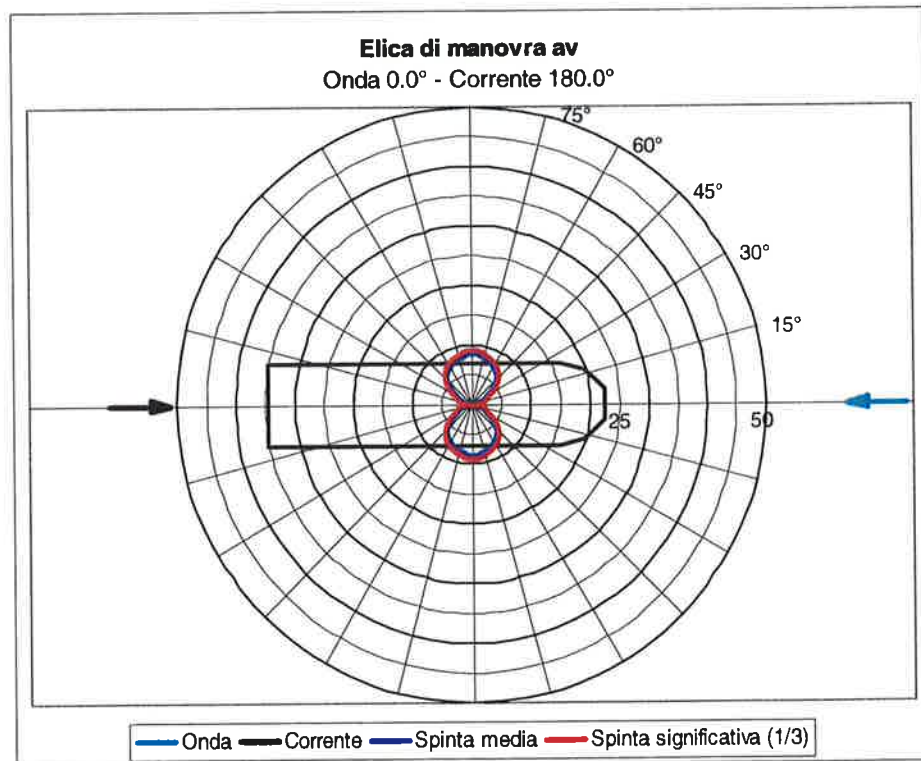


FIGURA 3.76: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



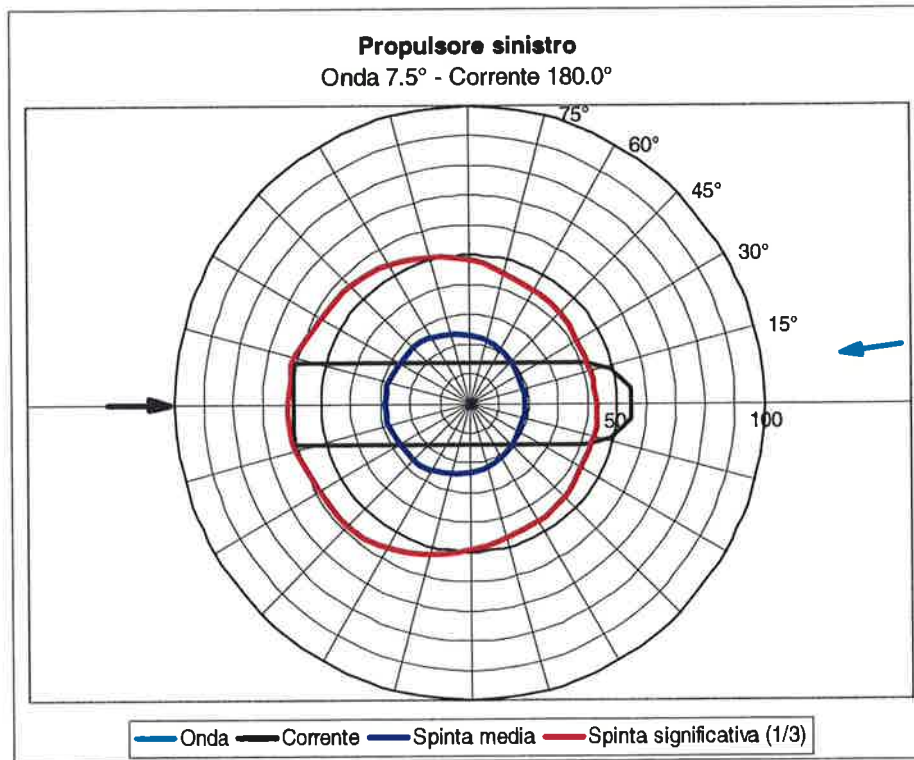


FIGURA 3.77: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

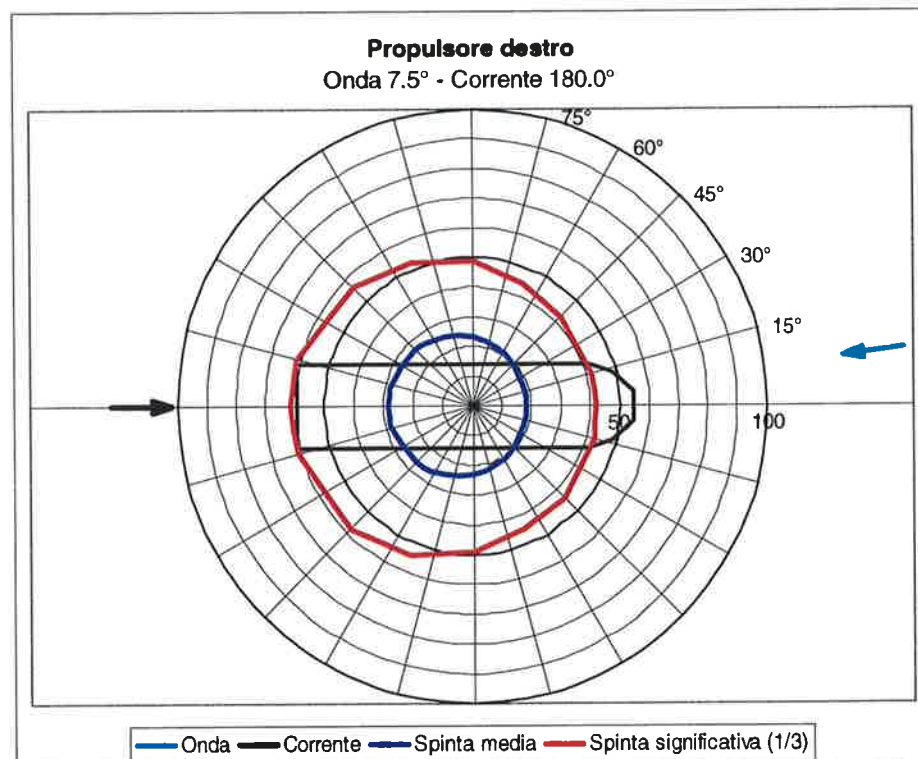


FIGURA 3.78: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



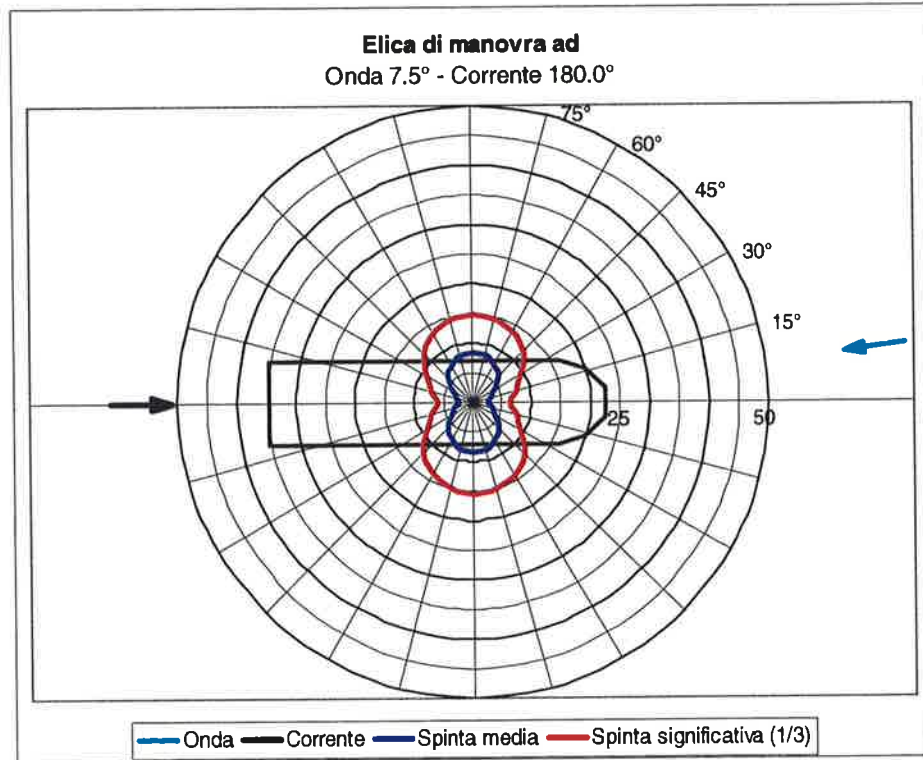


FIGURA 3.79: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

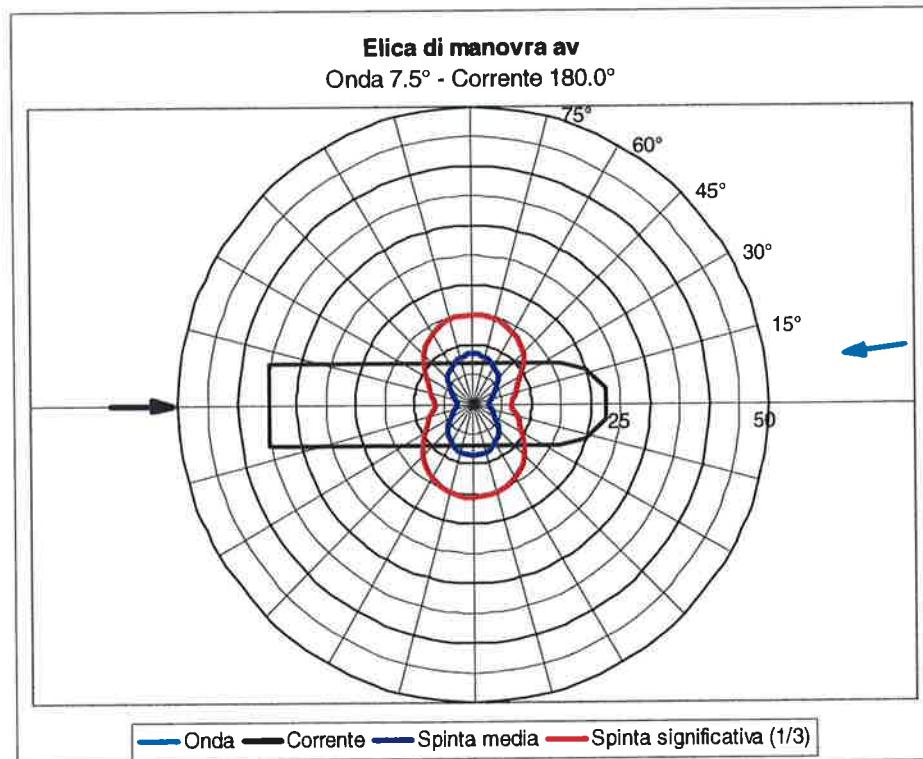


FIGURA 3.80: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

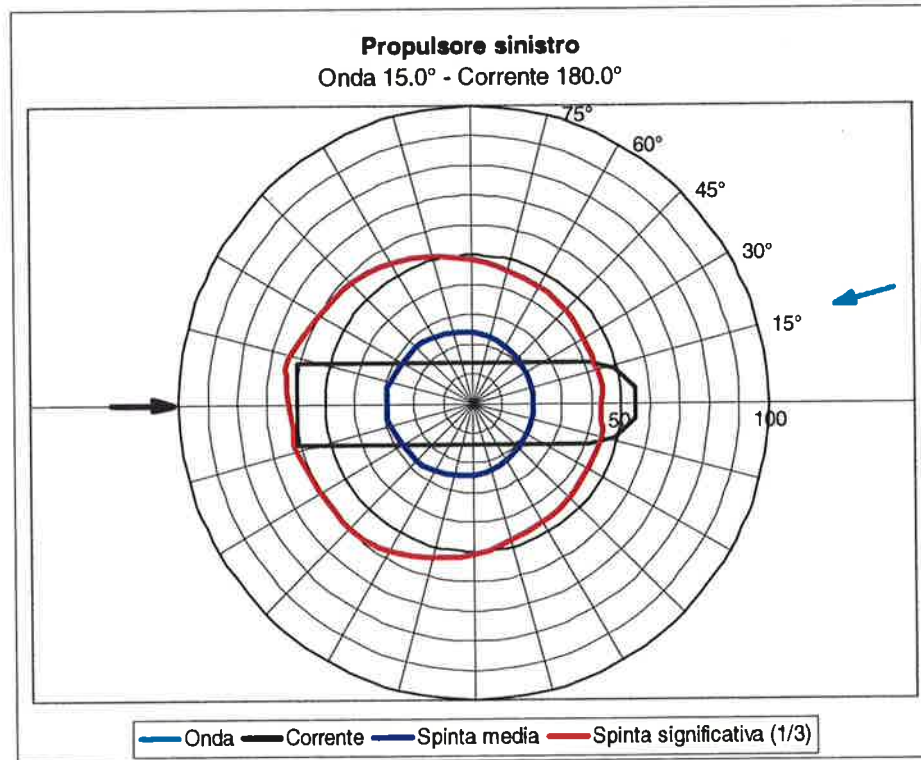


FIGURA 3.81: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

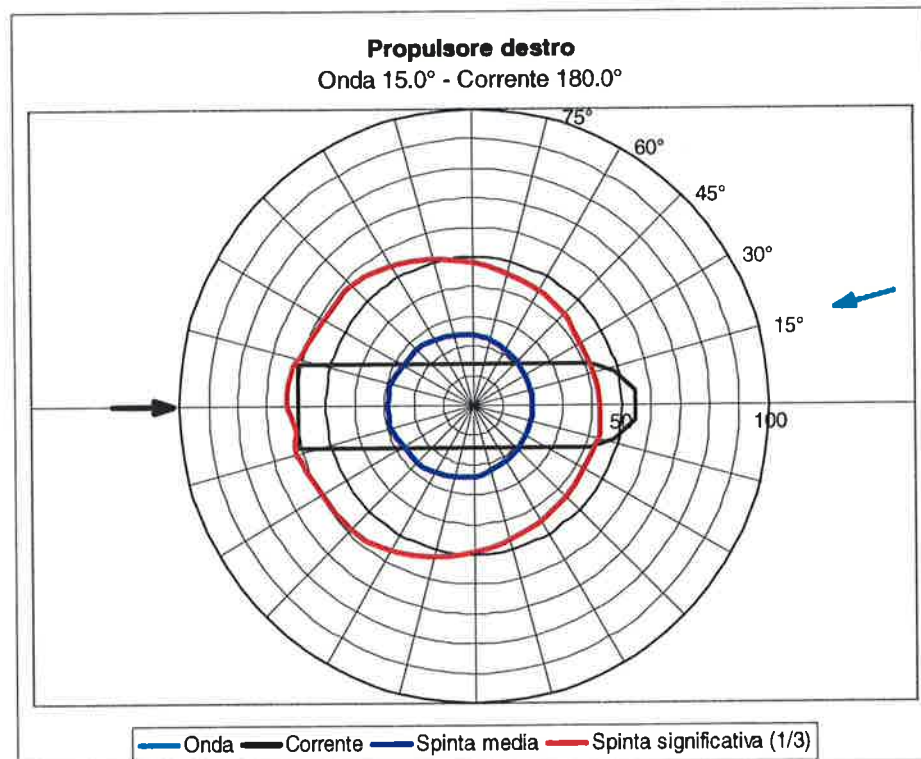


FIGURA 3.82: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

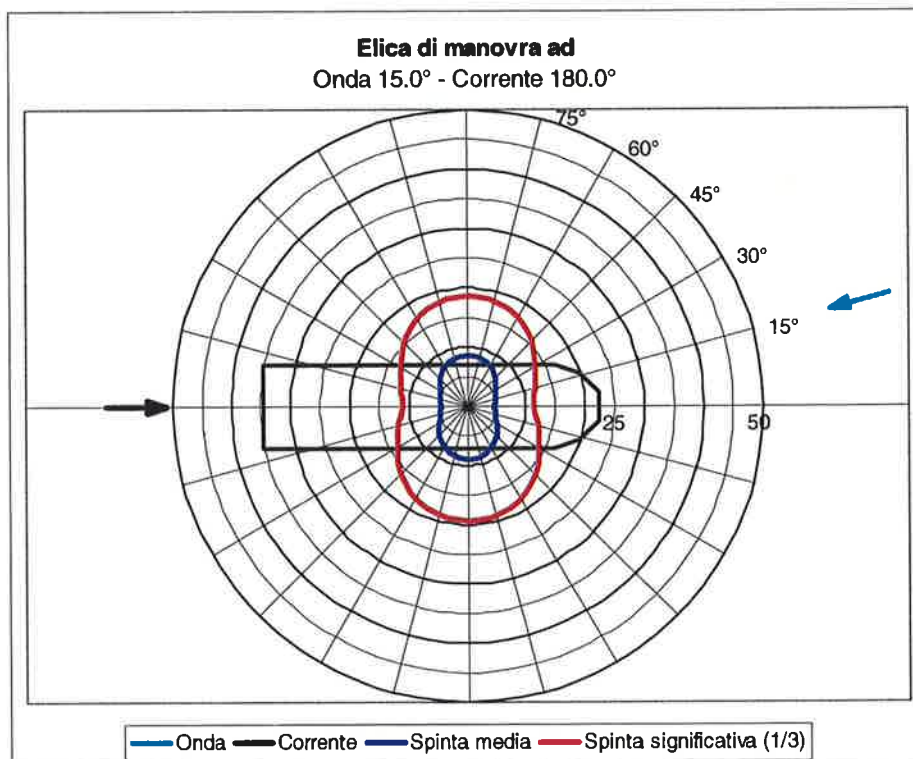


FIGURA 3.83: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

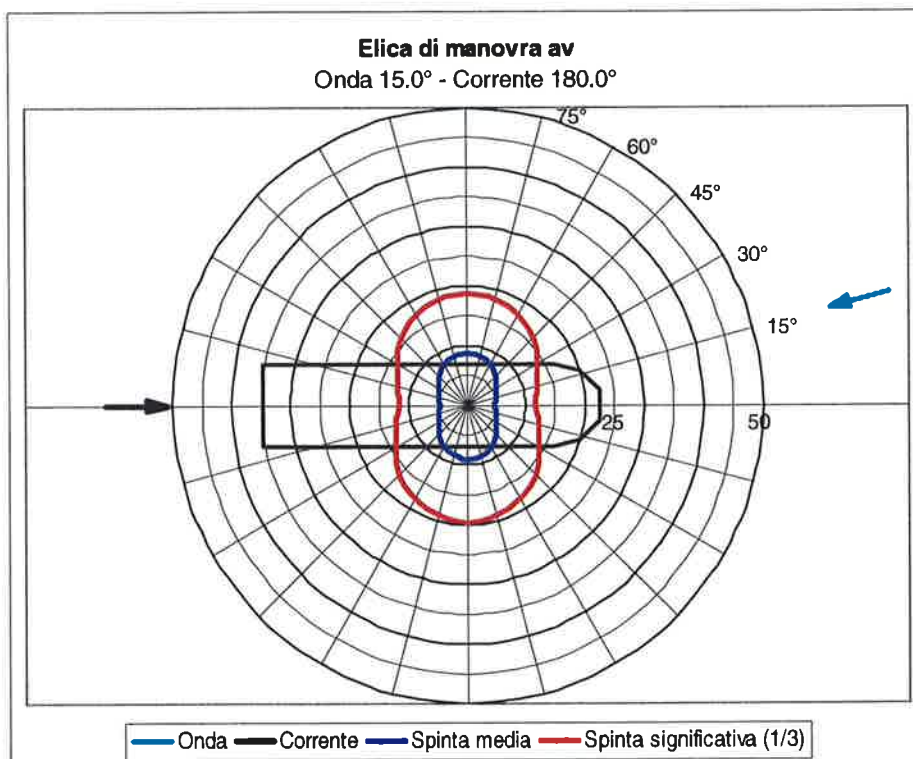


FIGURA 3.84: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



Con cassa agganciata sul fondo:

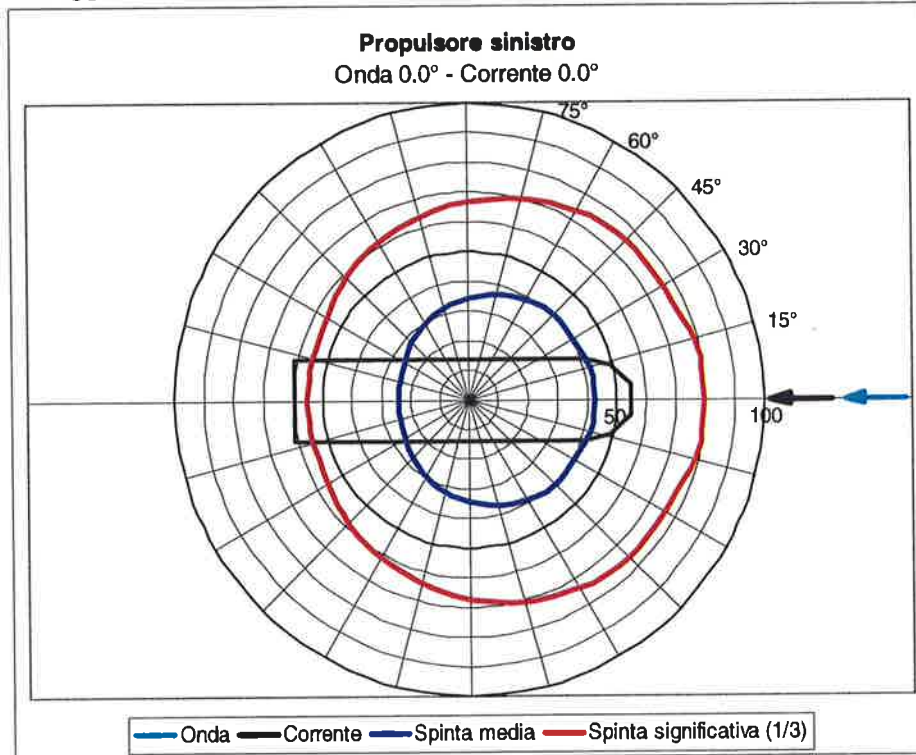


FIGURA 3.85: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

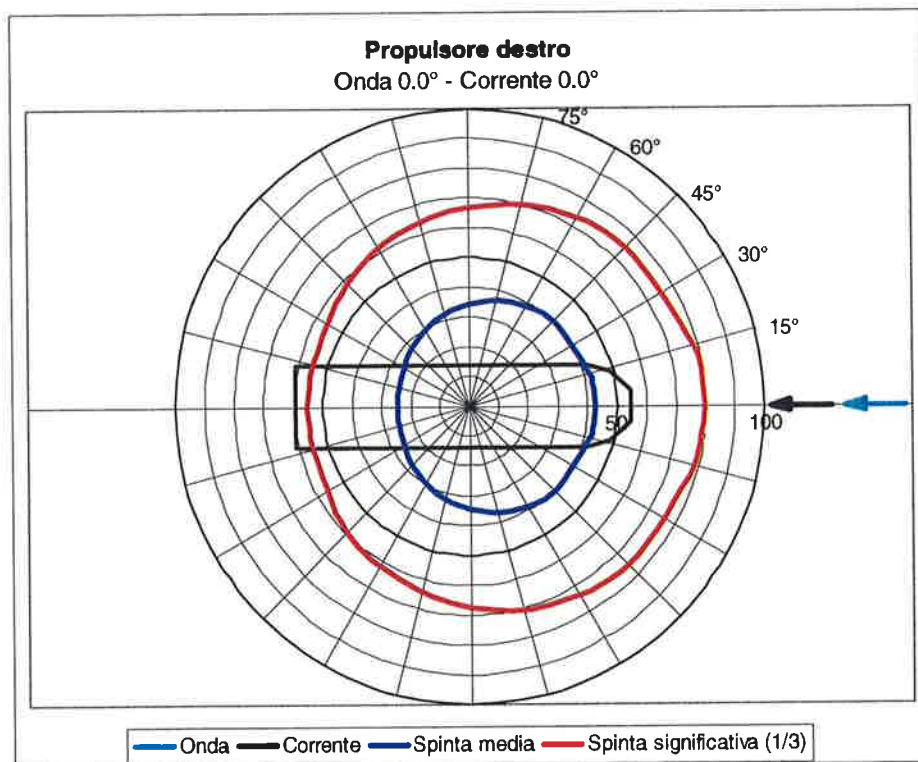


FIGURA 3.86: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

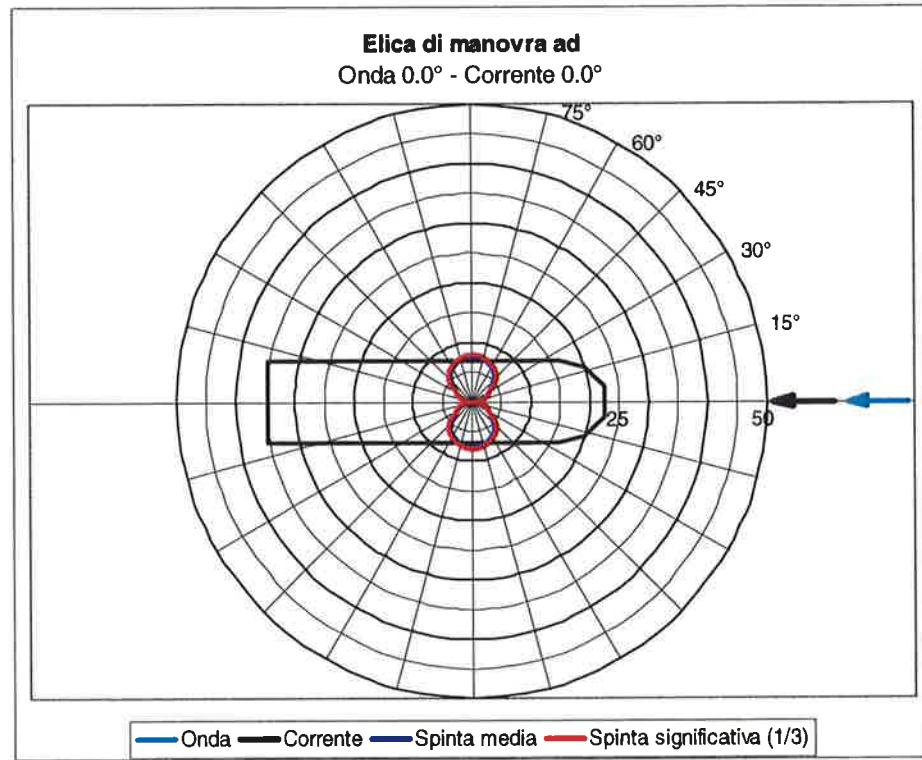


FIGURA 3.87: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

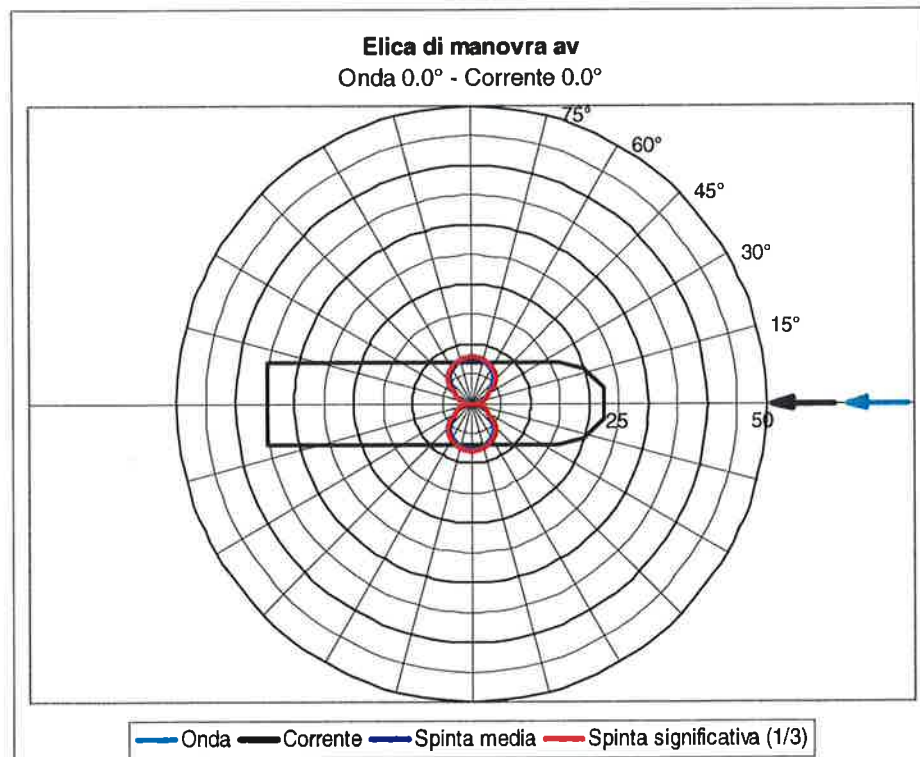


FIGURA 3.88: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO



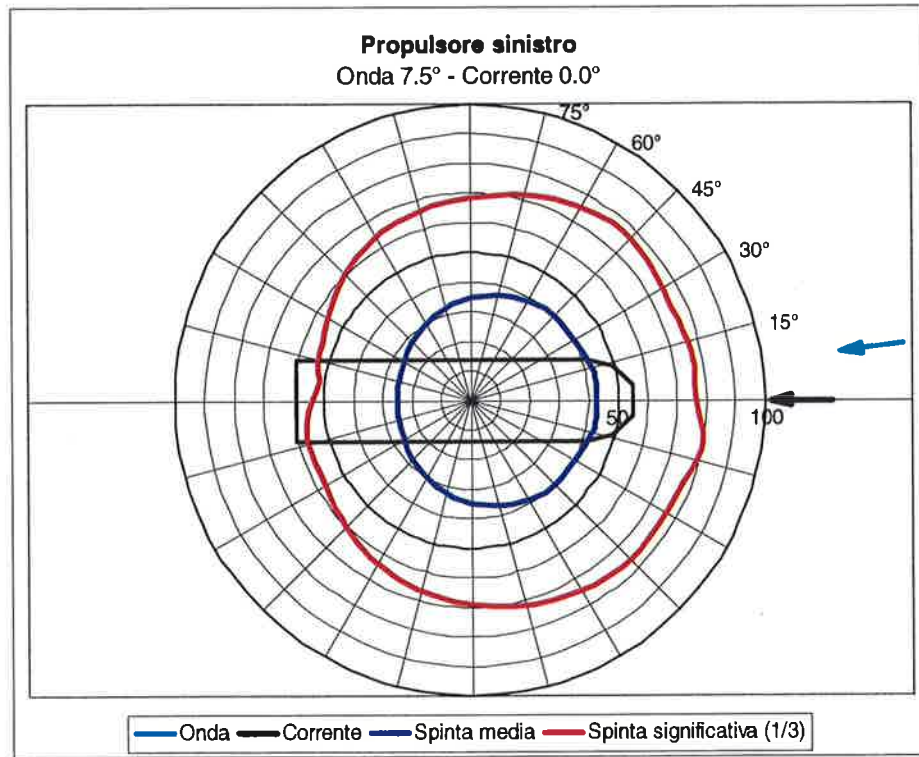


FIGURA 3.89: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

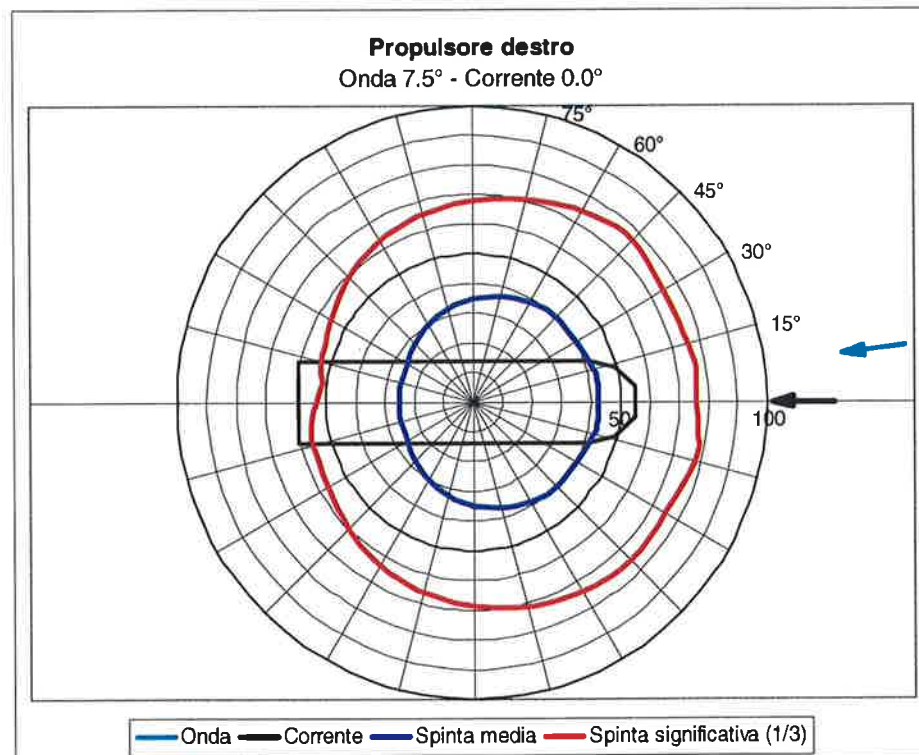


FIGURA 3.90: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

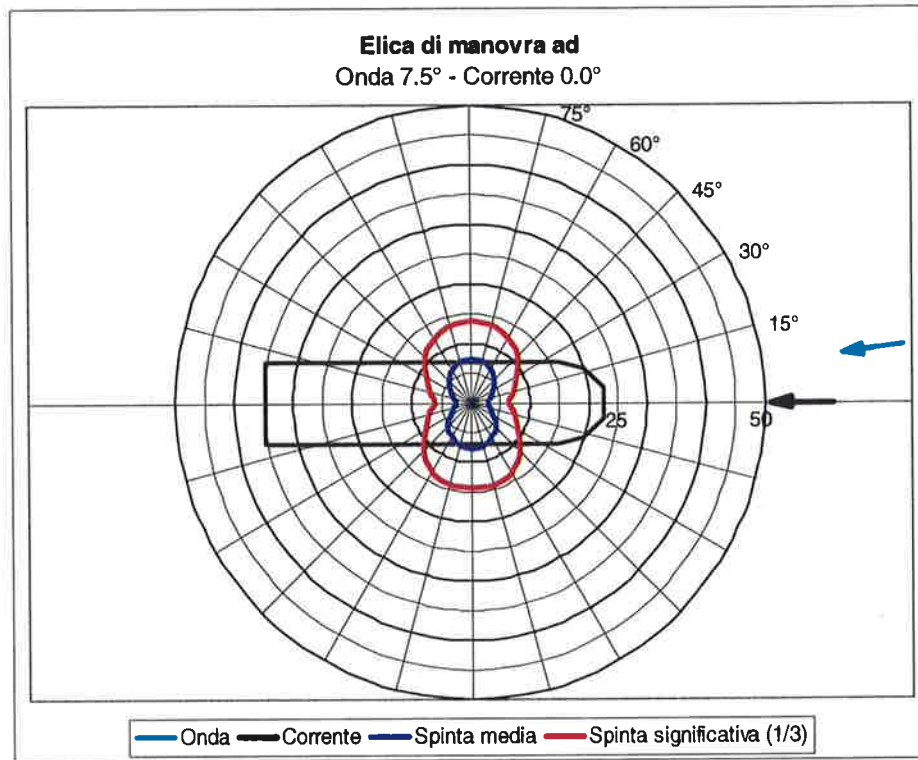


FIGURA 3.91: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA  $7.5^\circ$  + CORRENTE DA PRUA + VENTO

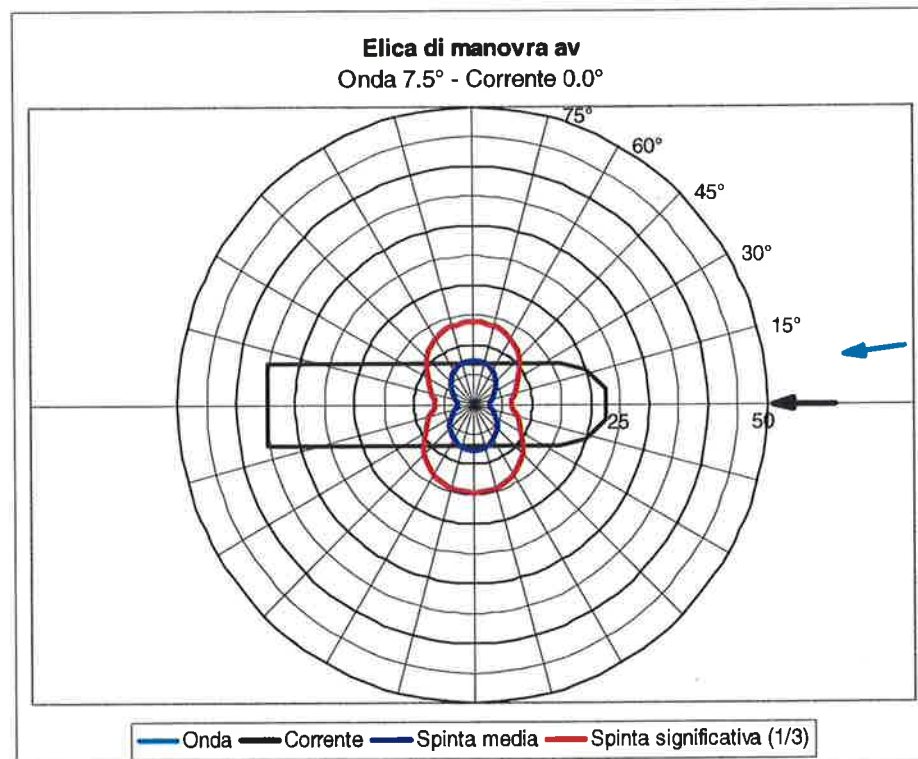


FIGURA 3.92: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA  $7.5^\circ$  + CORRENTE DA PRUA + VENTO

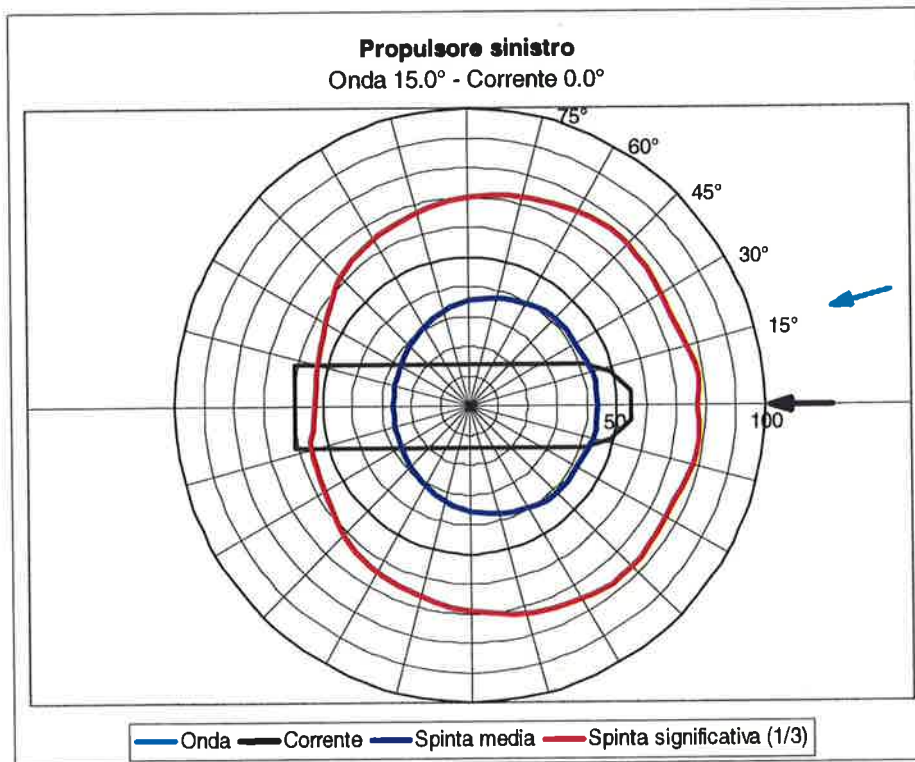


FIGURA 3.93: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

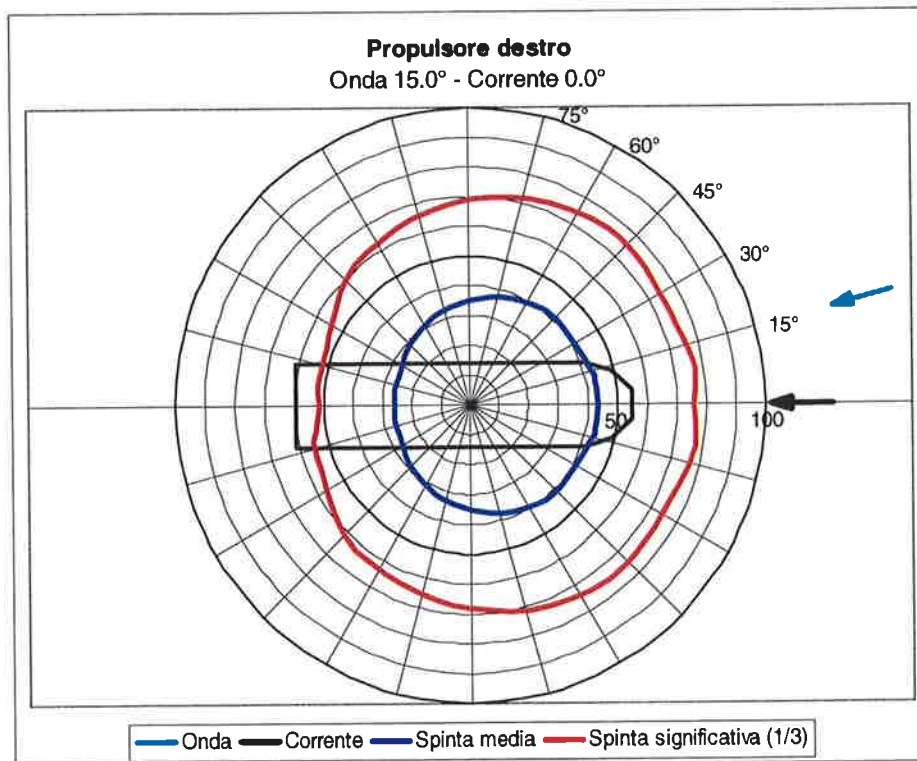


FIGURA 3.94: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



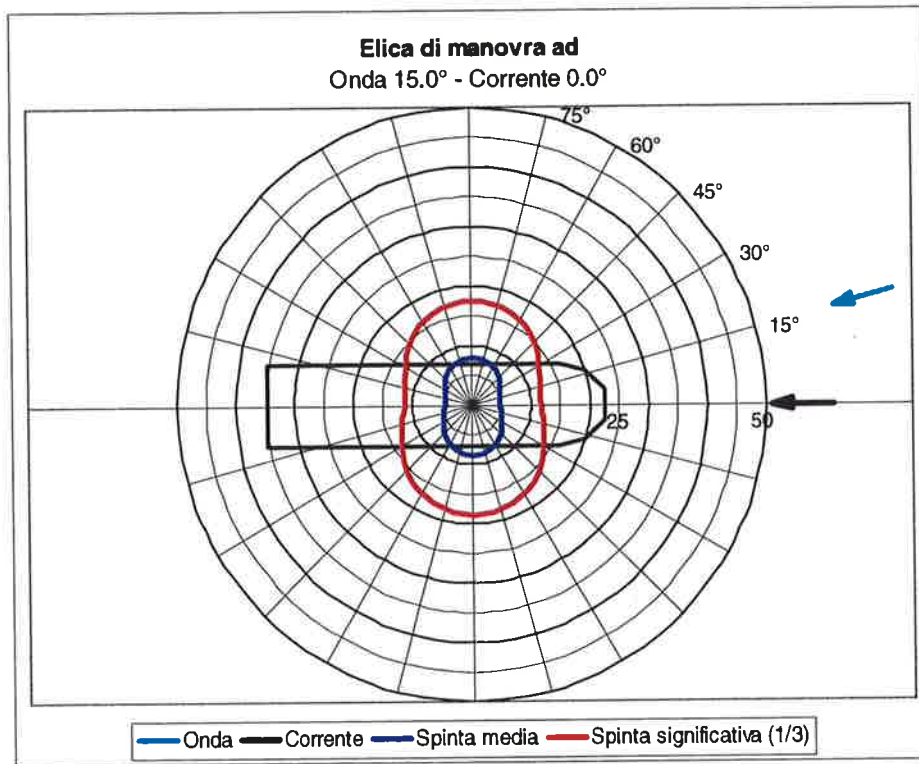


FIGURA 3.95: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

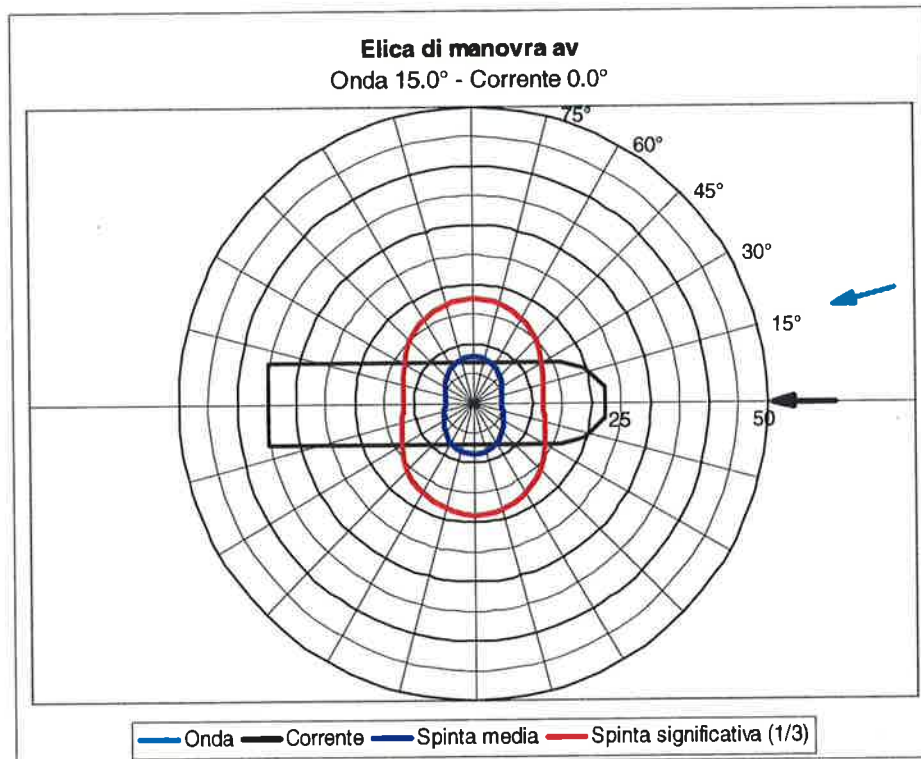


FIGURA 3.96: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

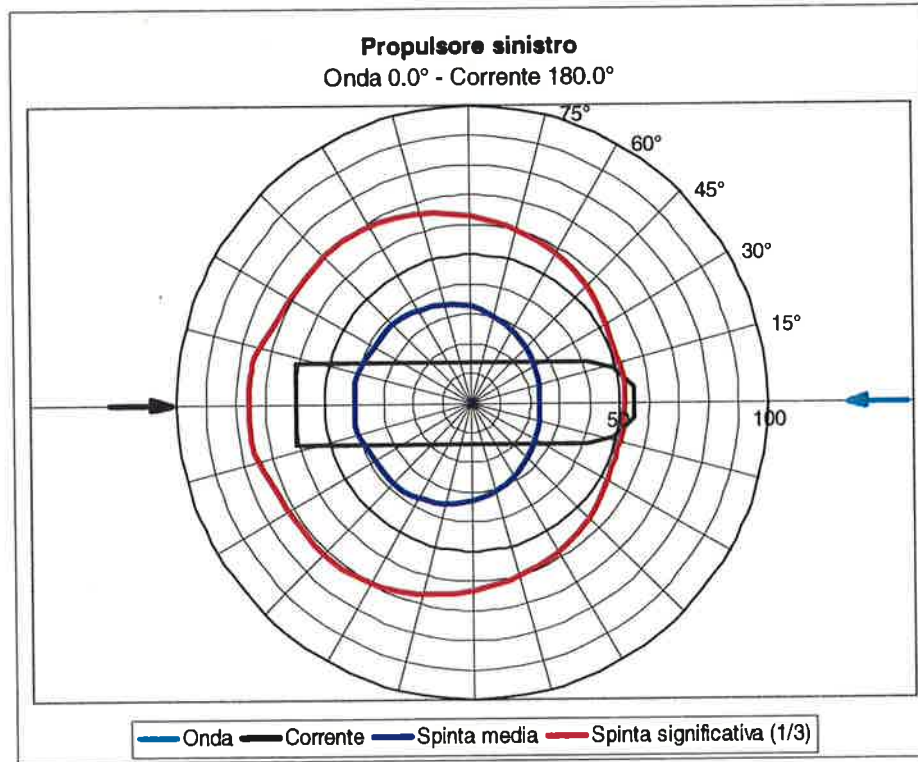


FIGURA 3.97: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

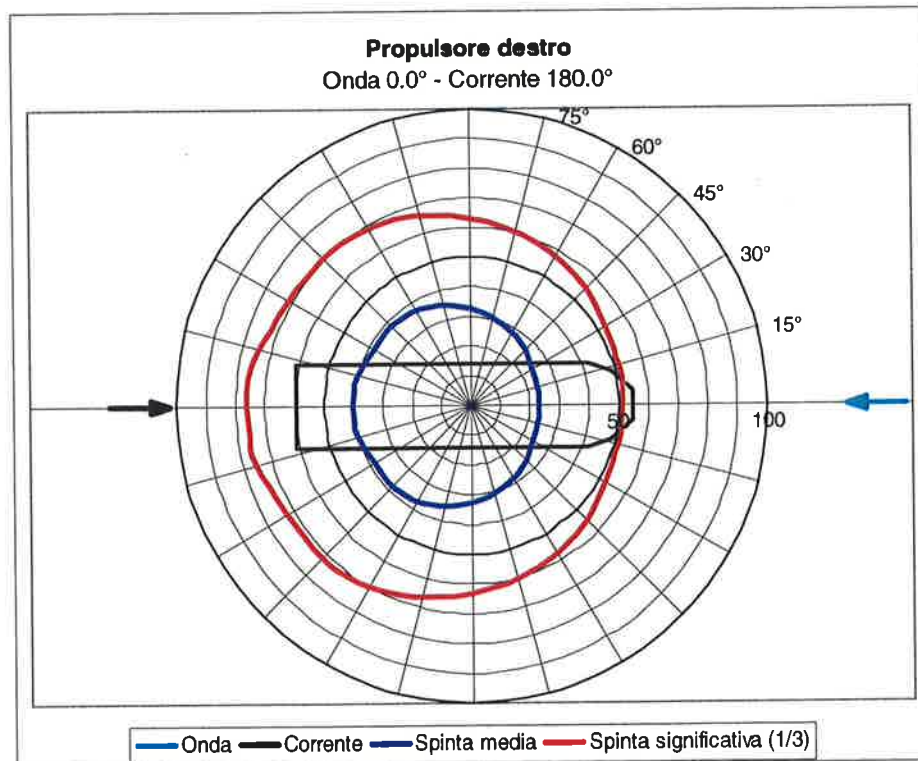


FIGURA 3.98: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



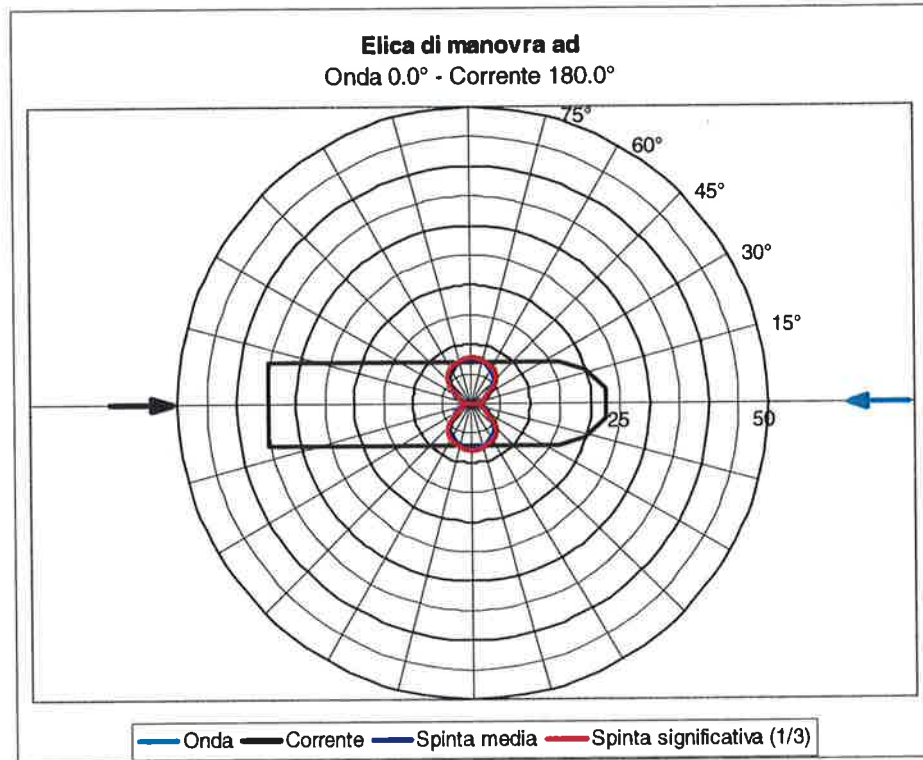


FIGURA 3.99: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

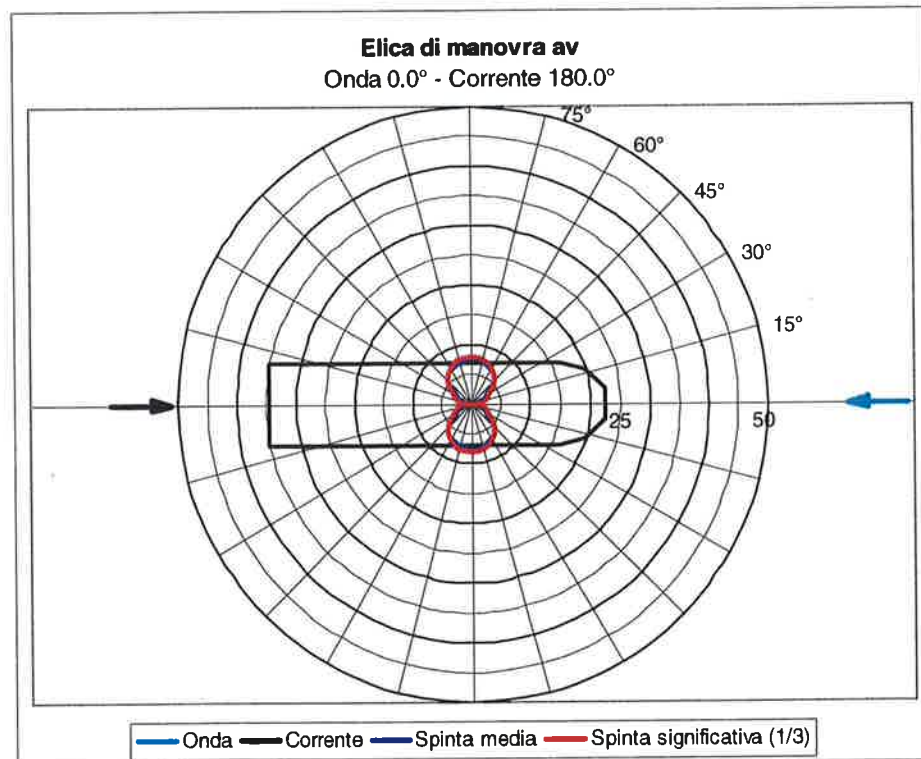


FIGURA 3.100: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

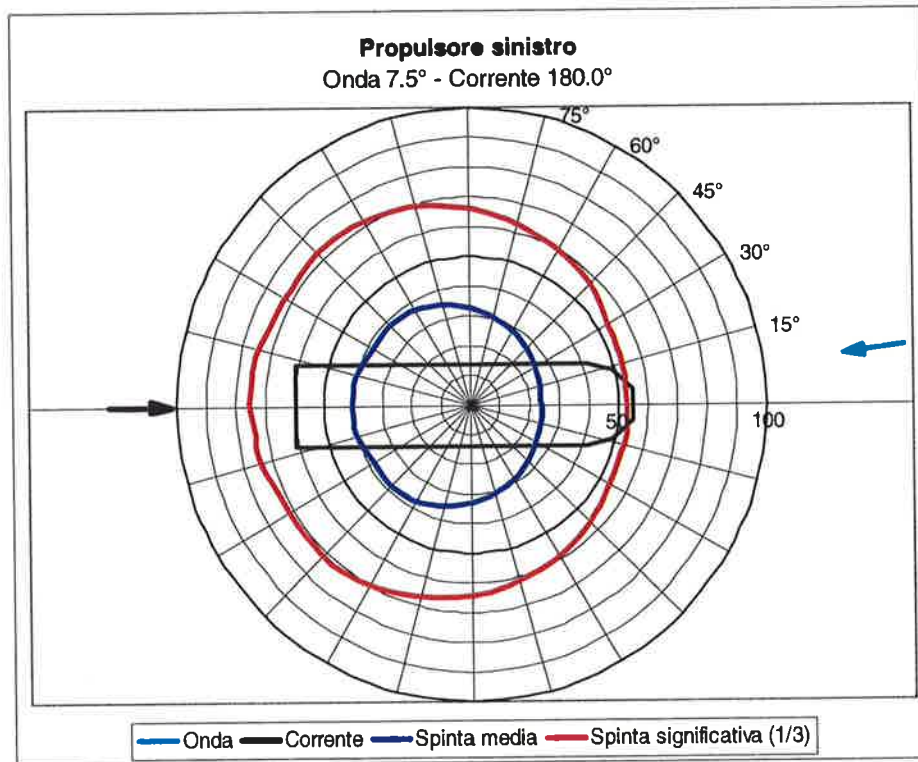


FIGURA 3.101: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

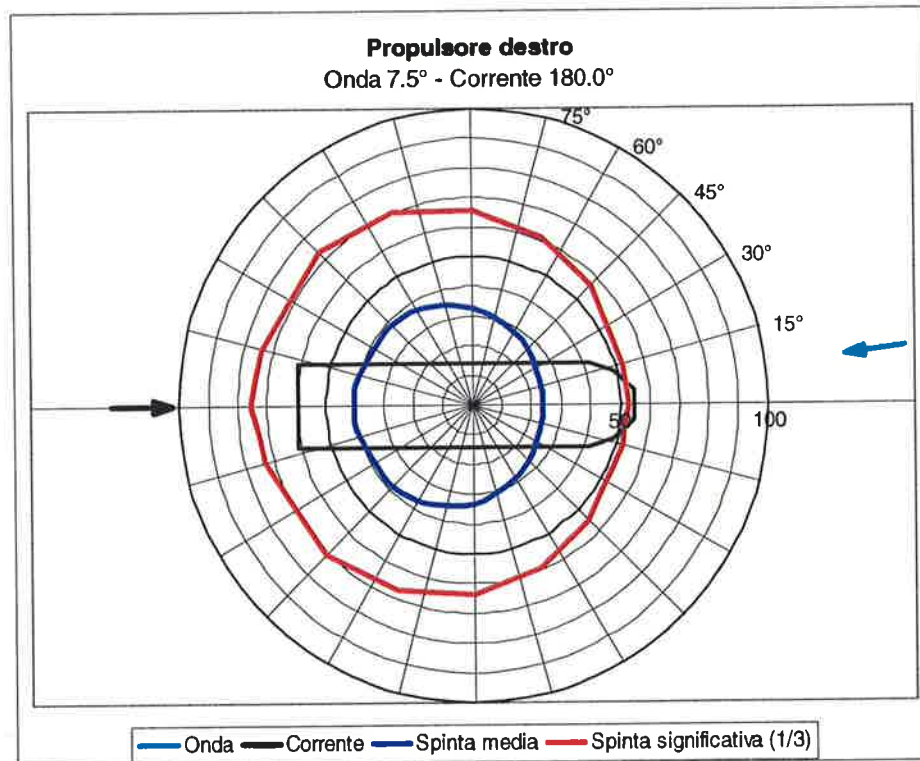


FIGURA 3.102: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

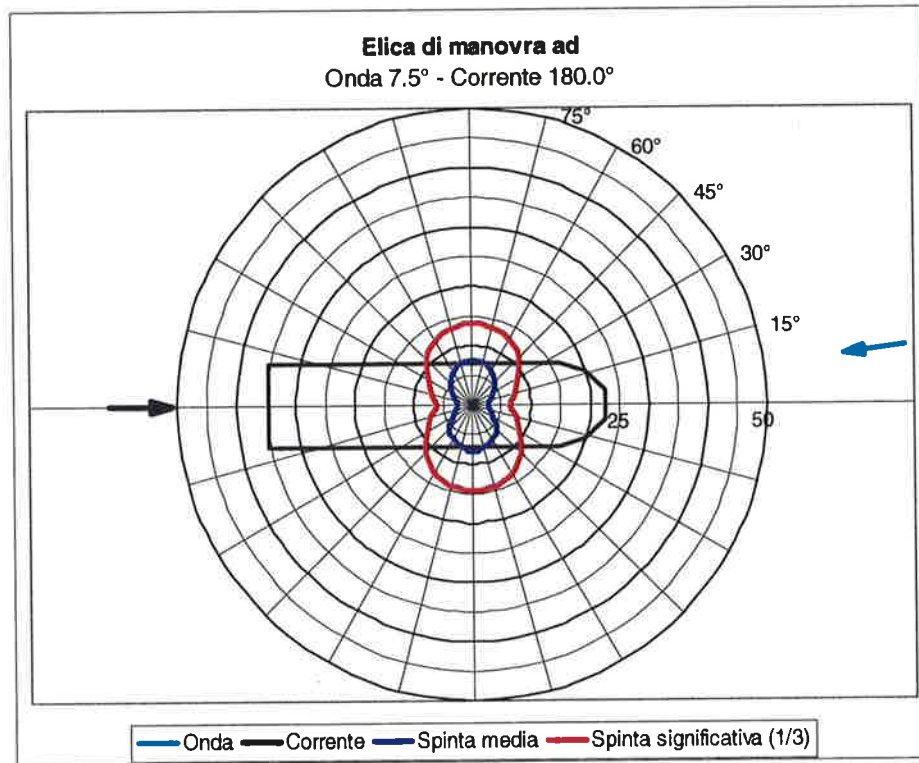


FIGURA 3.103: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

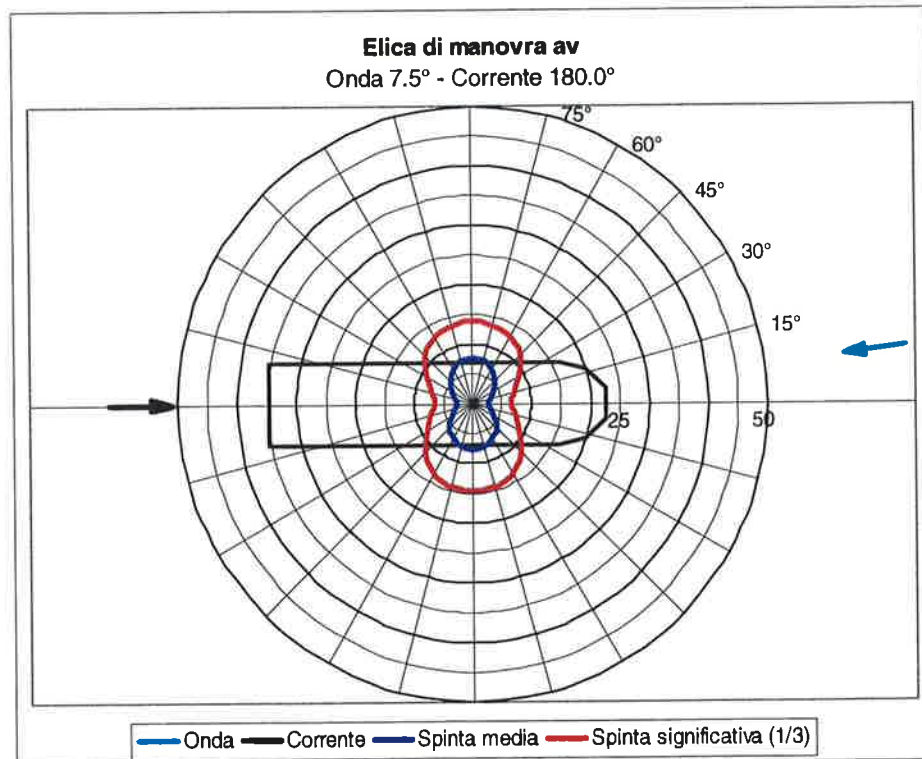


FIGURA 3.104: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



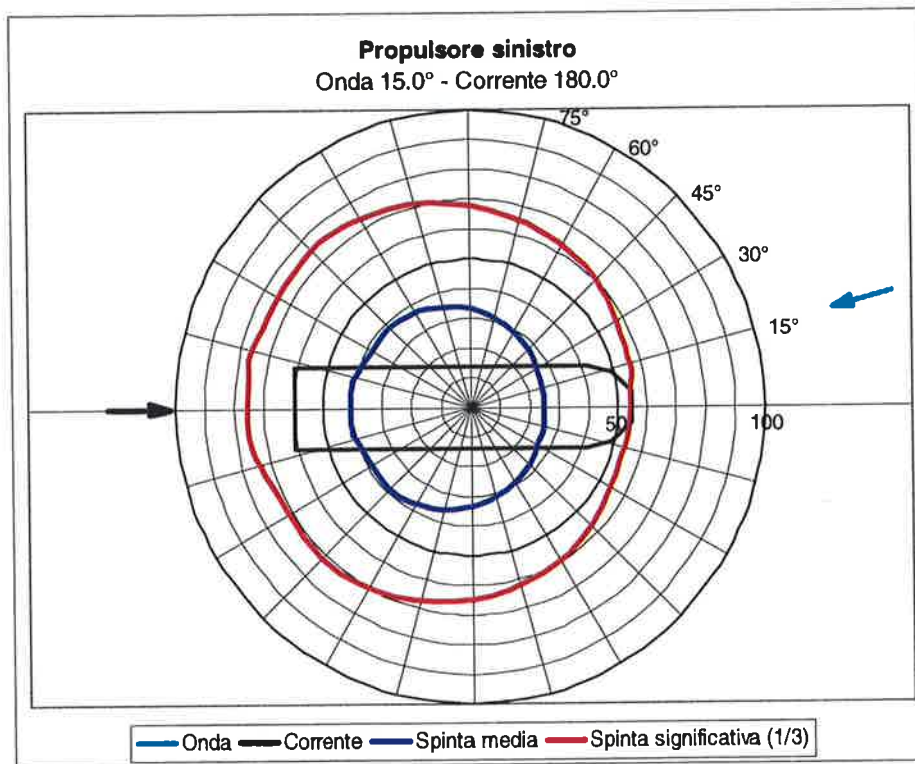


FIGURA 3.105: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

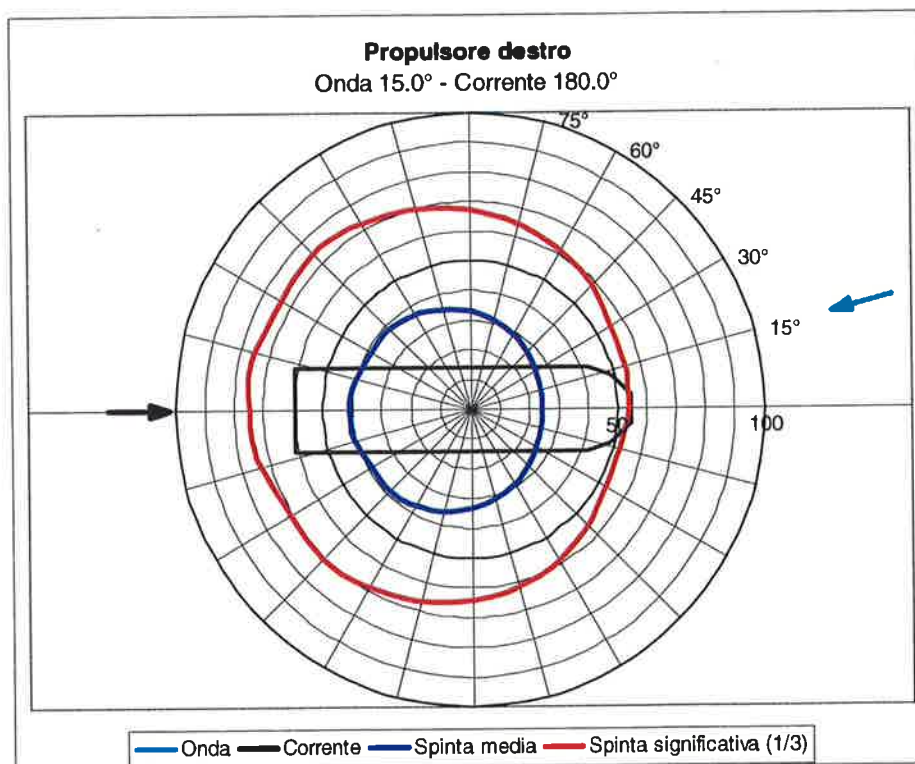


FIGURA 3.106: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

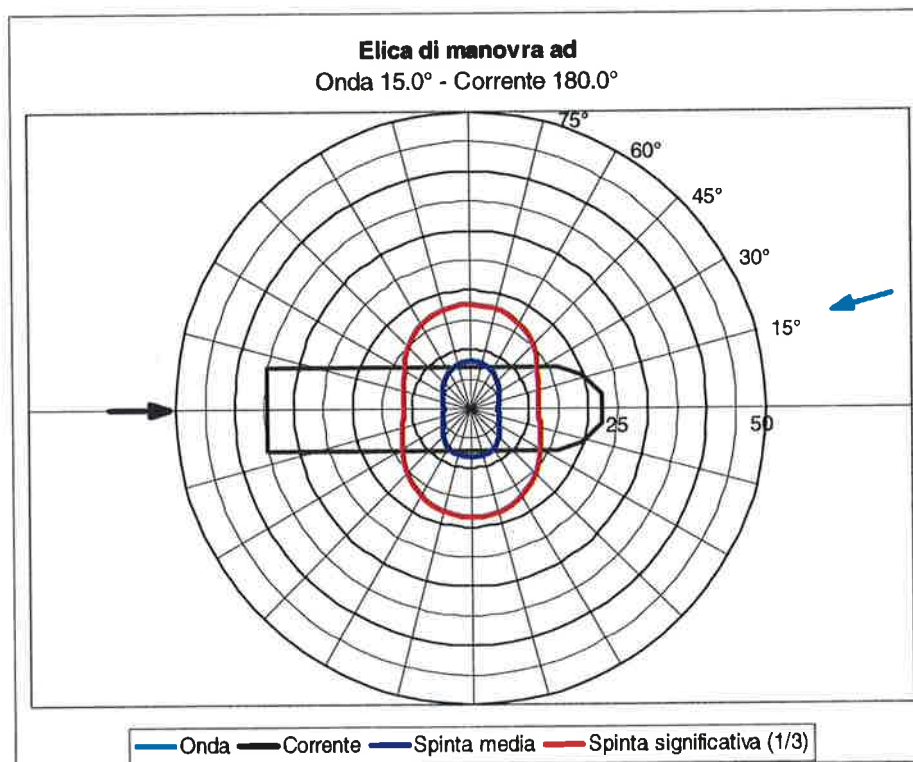


FIGURA 3.107: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

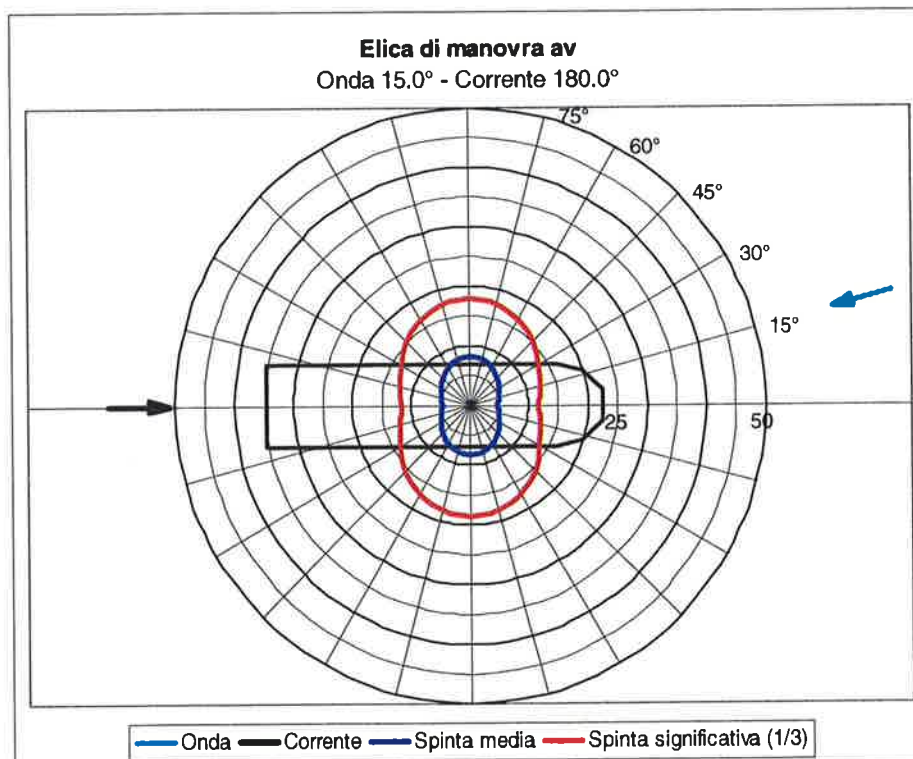


FIGURA 3.108: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



Con cassa rilasciata fra le paratoie:

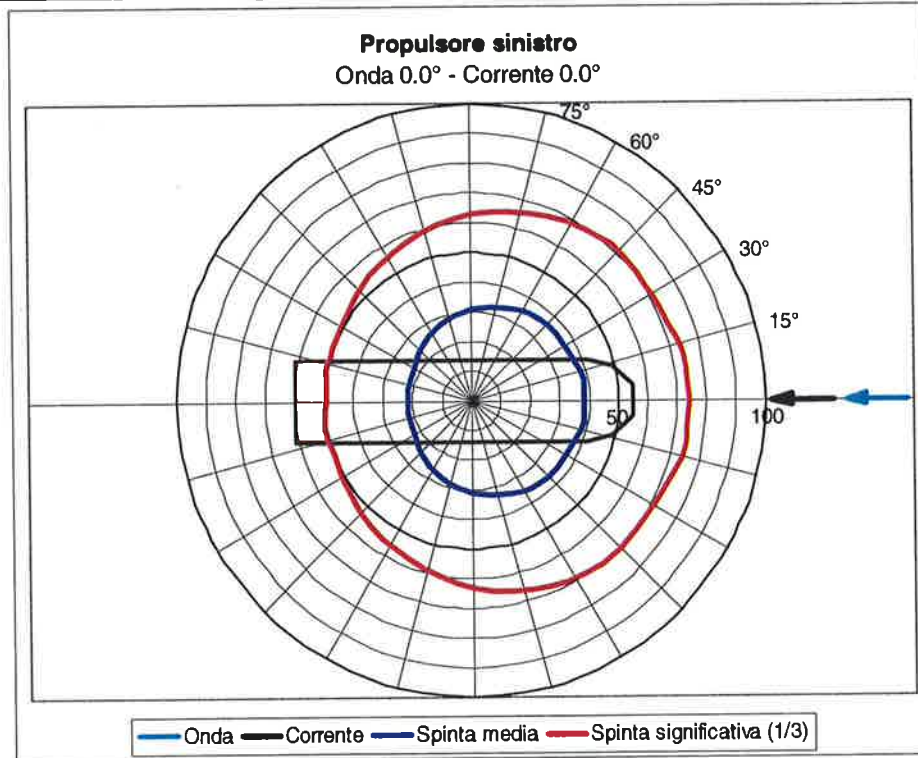


FIGURA 3.109: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

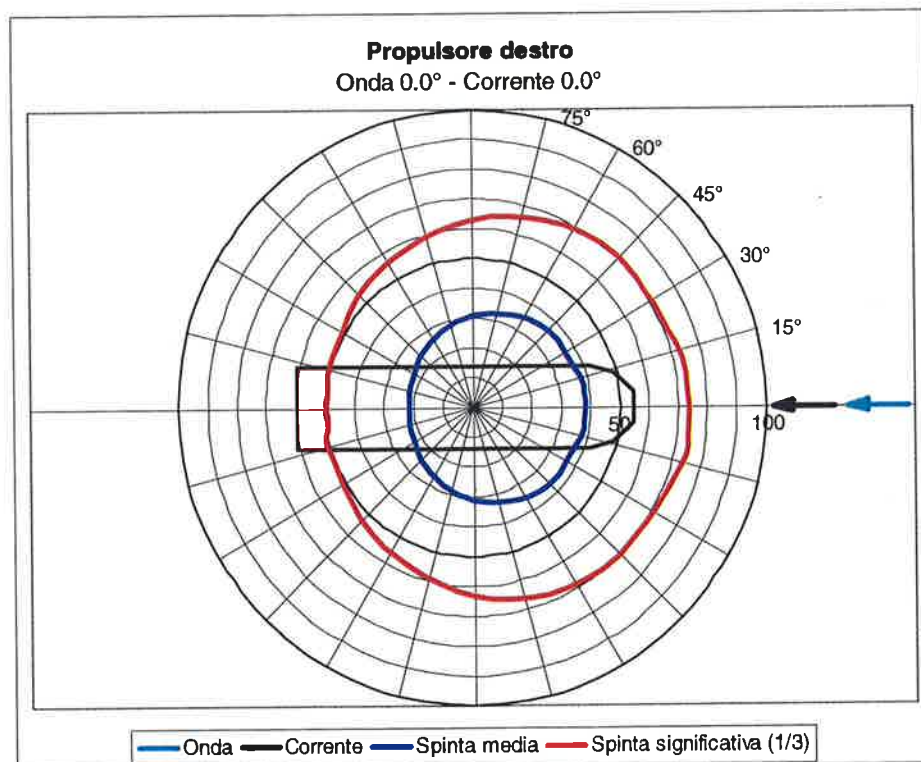


FIGURA 3.110: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

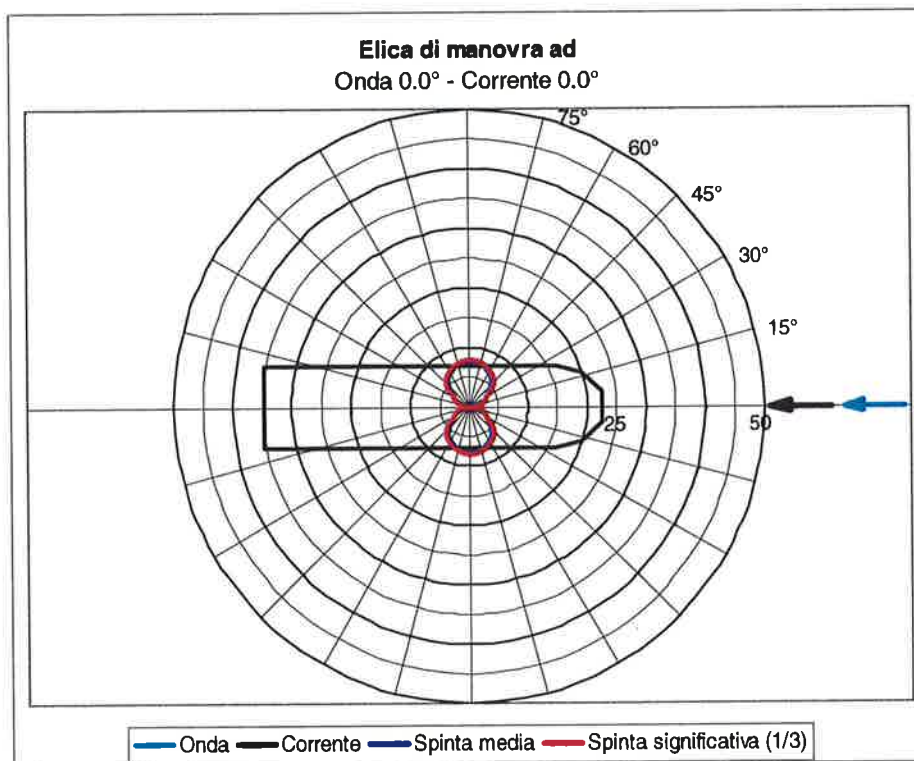


FIGURA 3.111: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

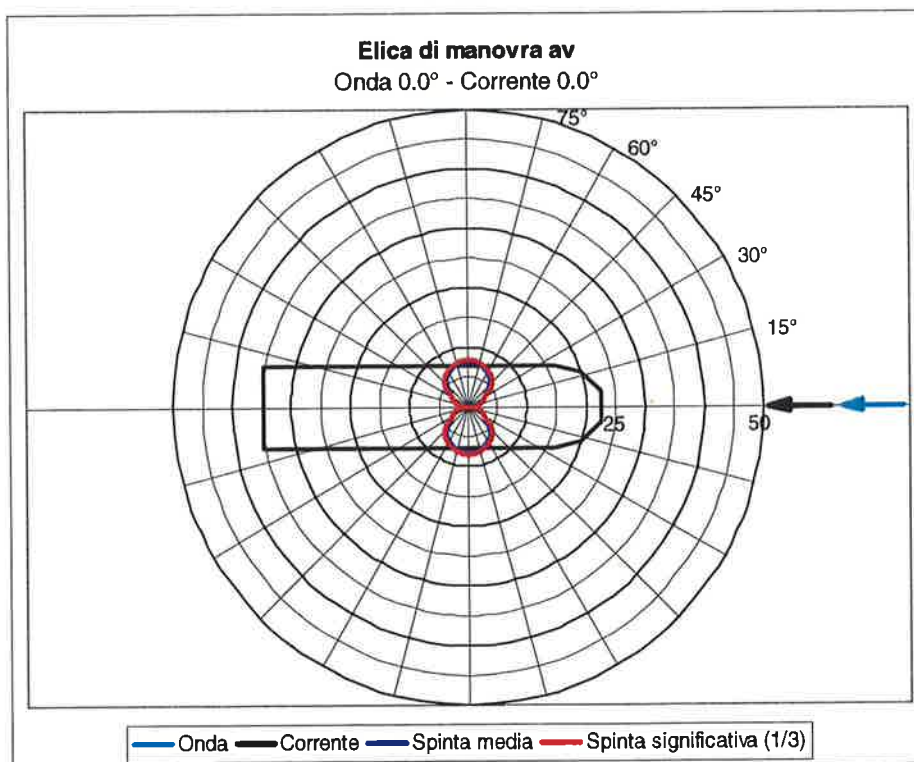


FIGURA 3.112: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

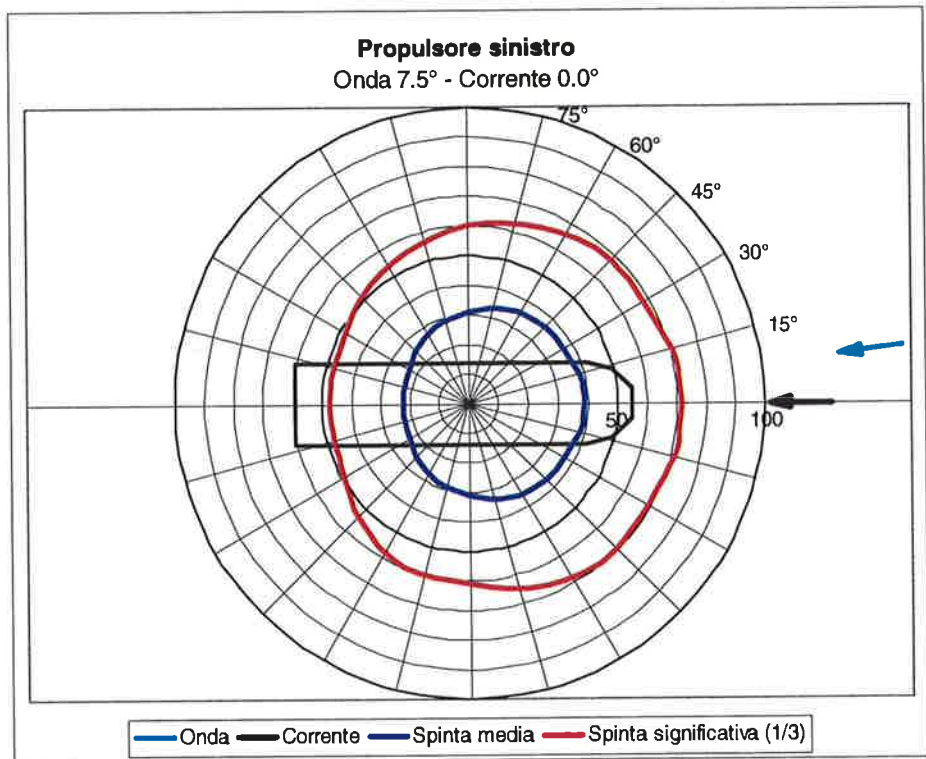


FIGURA 3.113: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

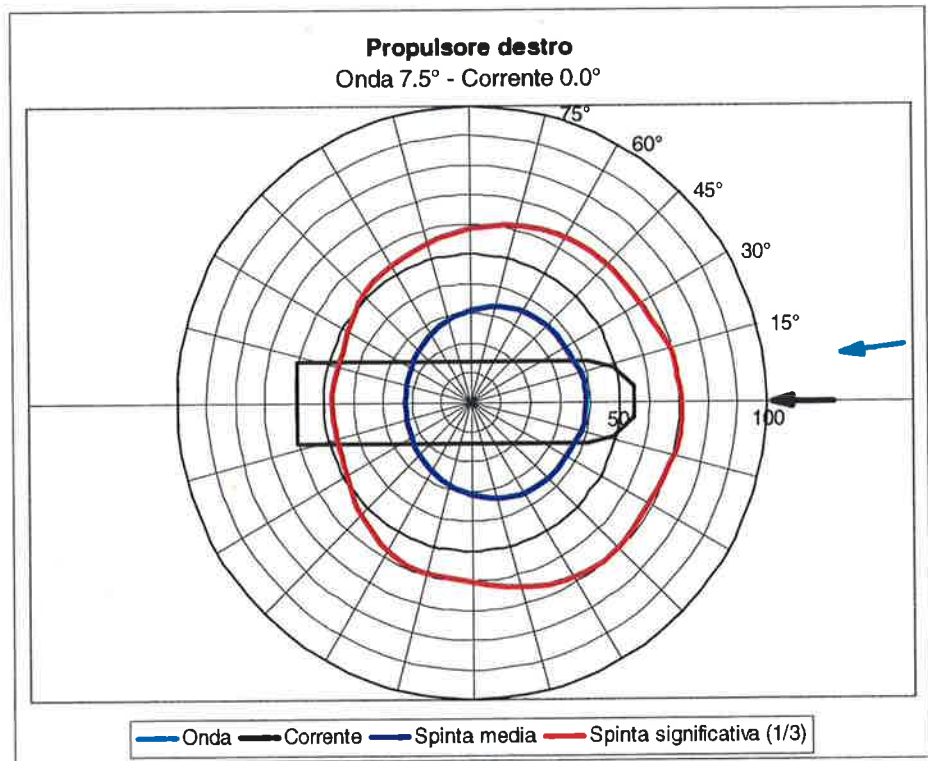


FIGURA 3.114: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



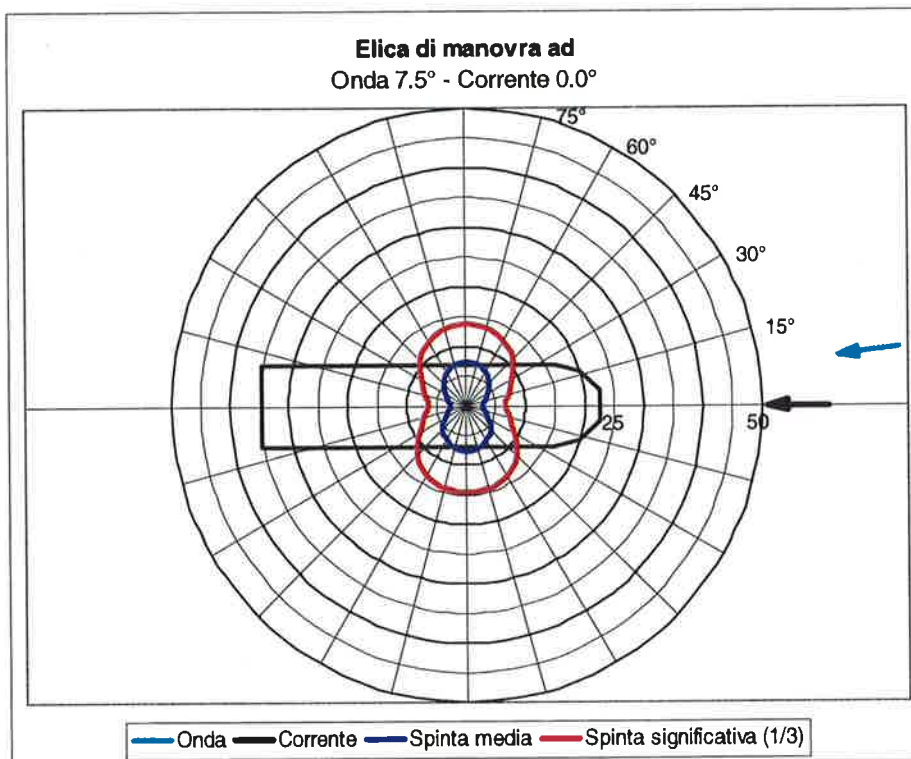


FIGURA 3.115: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

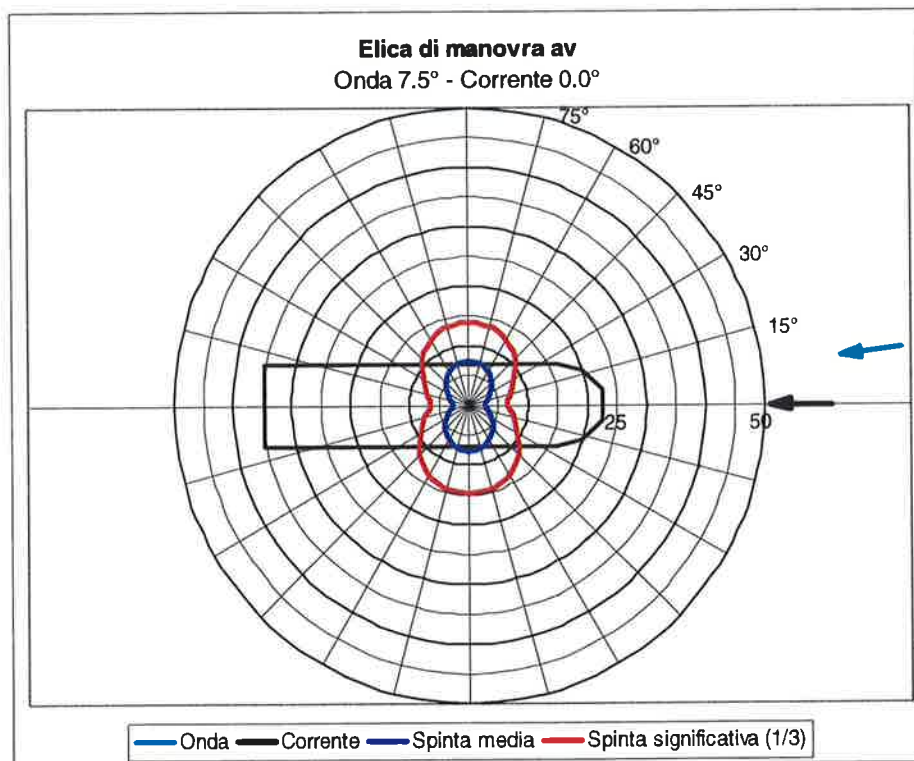


FIGURA 3.116: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



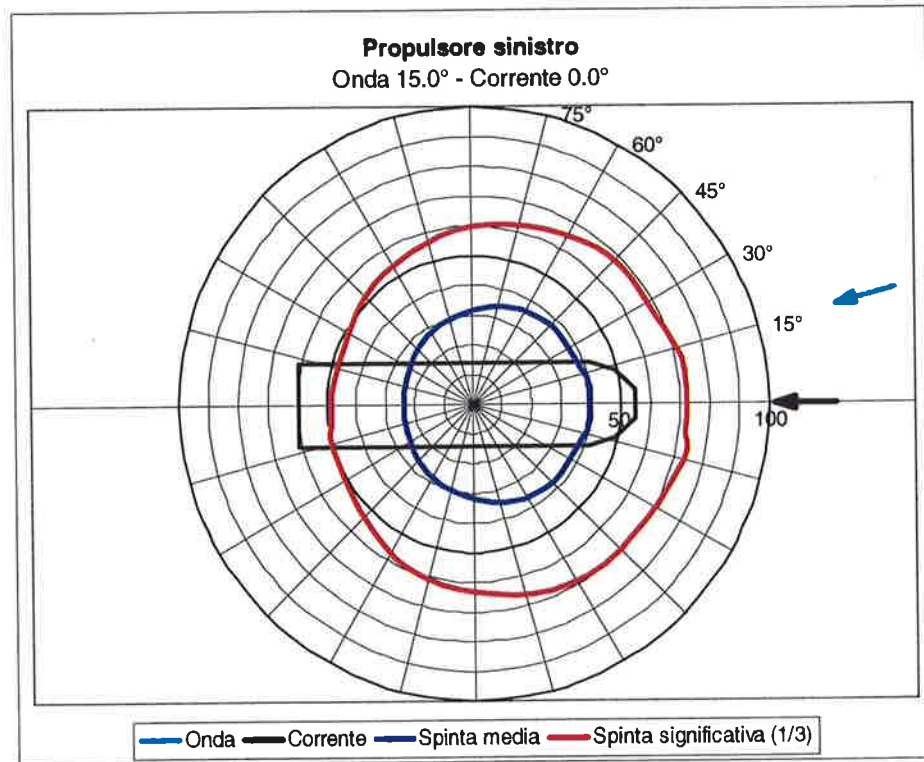


FIGURA 3.117: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

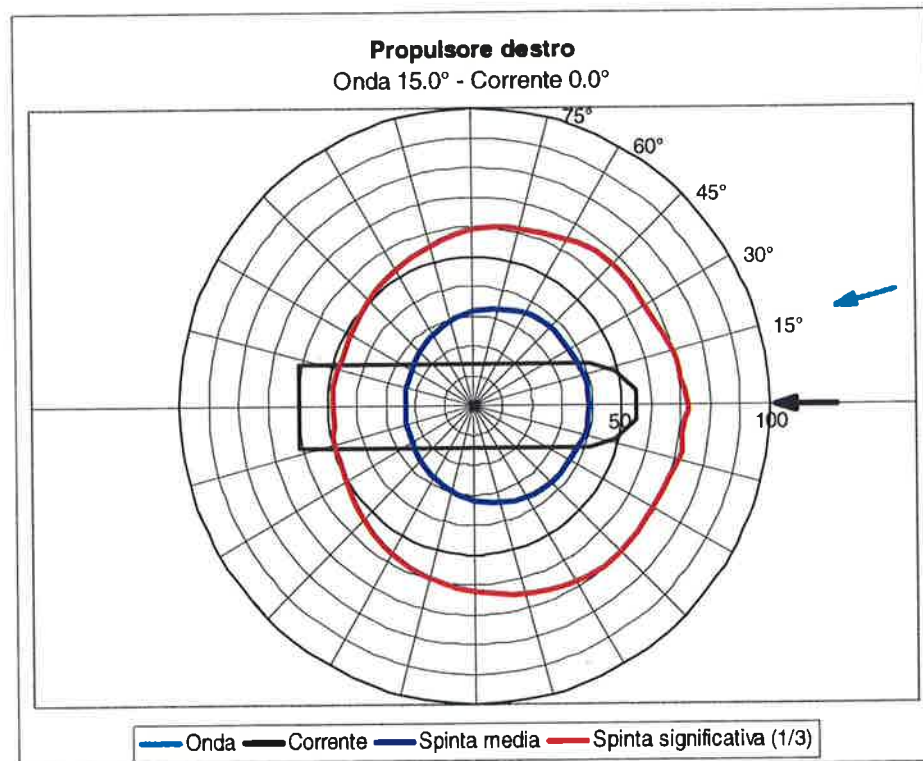


FIGURA 3.118: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

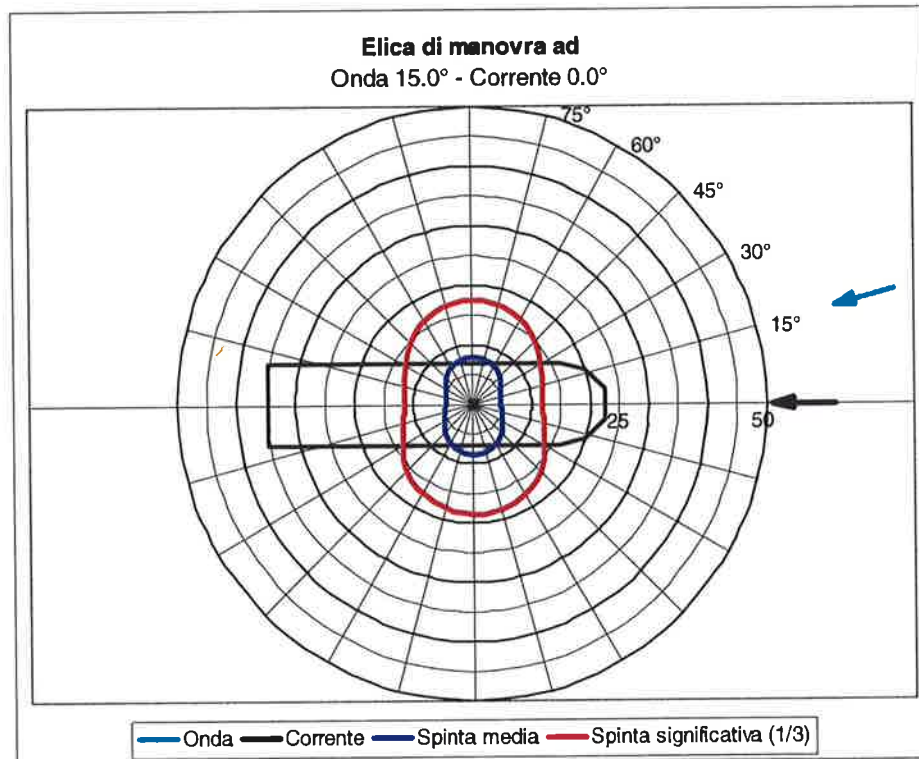


FIGURA 3.119: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

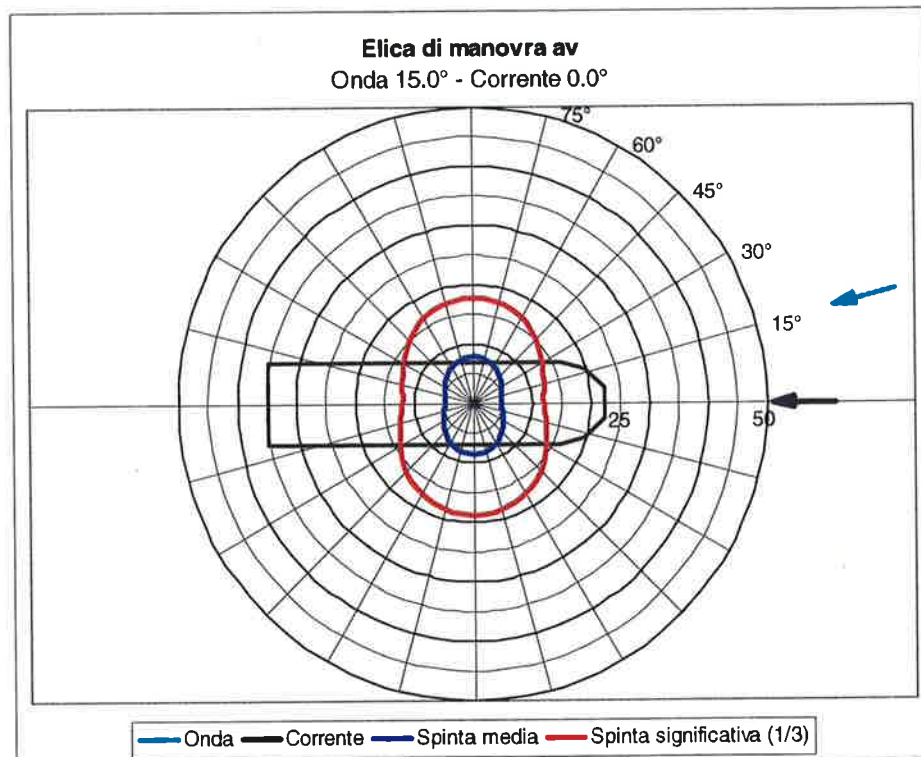


FIGURA 3.120: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

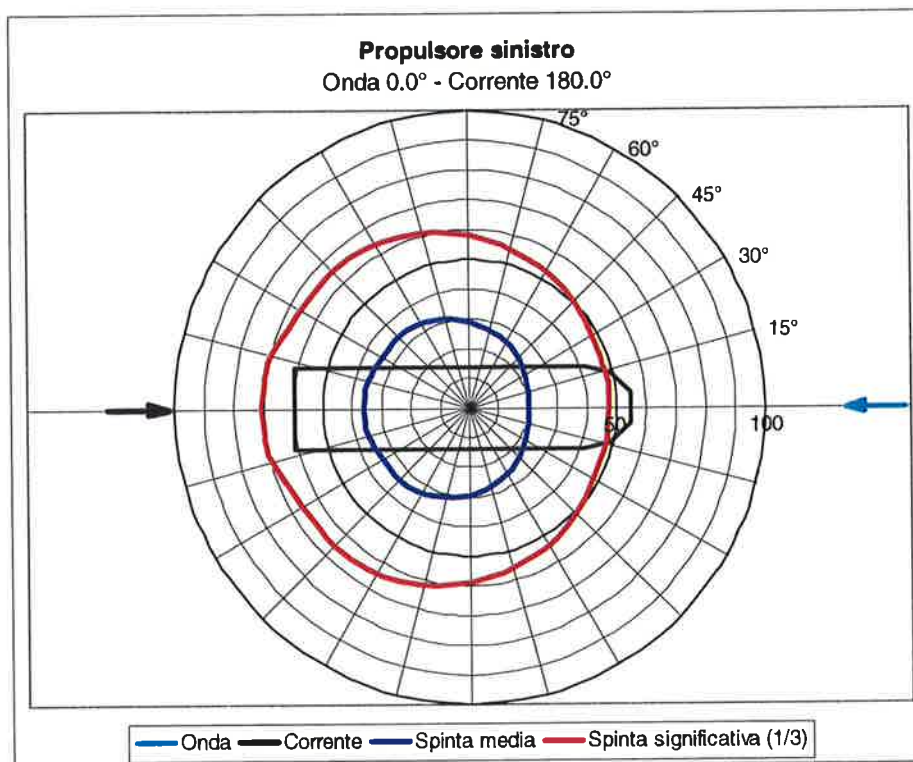


FIGURA 3.121: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

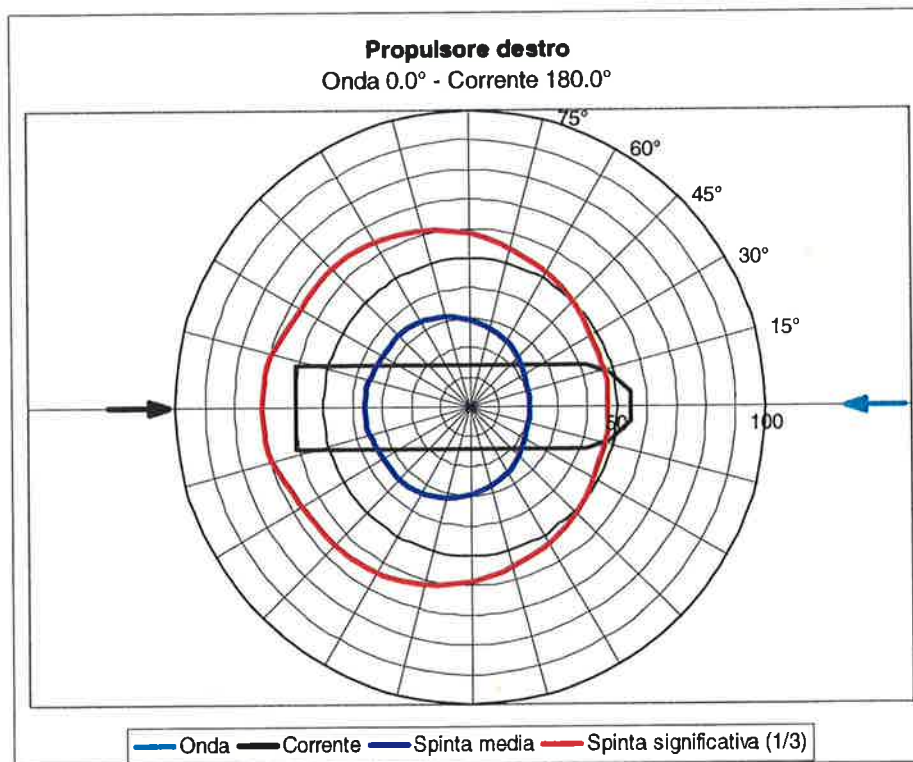


FIGURA 3.122: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



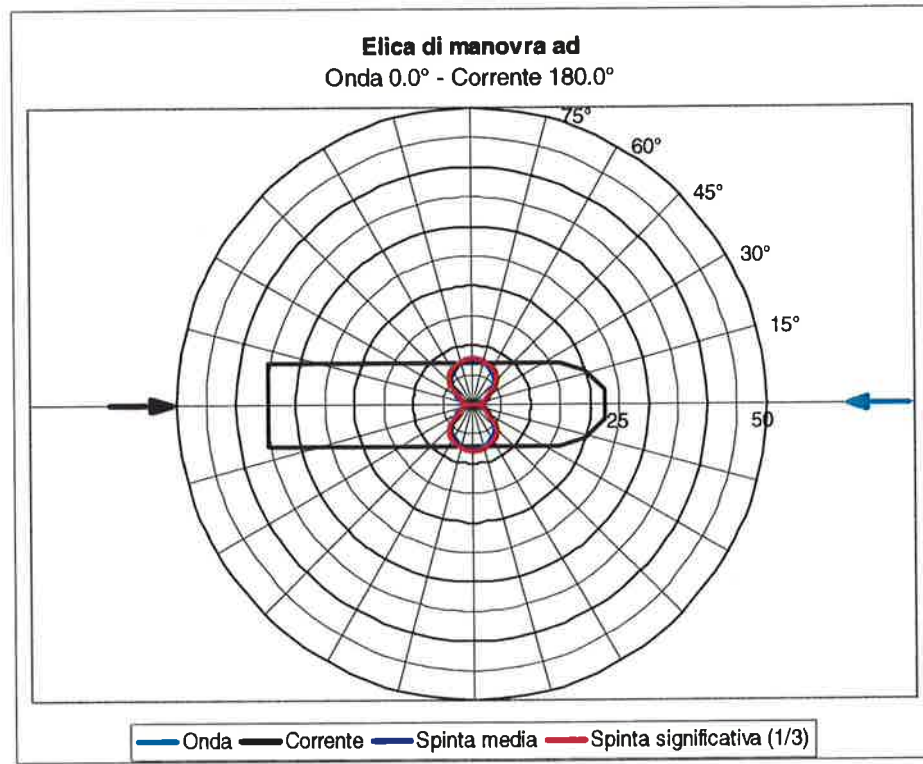


FIGURA 3.123: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

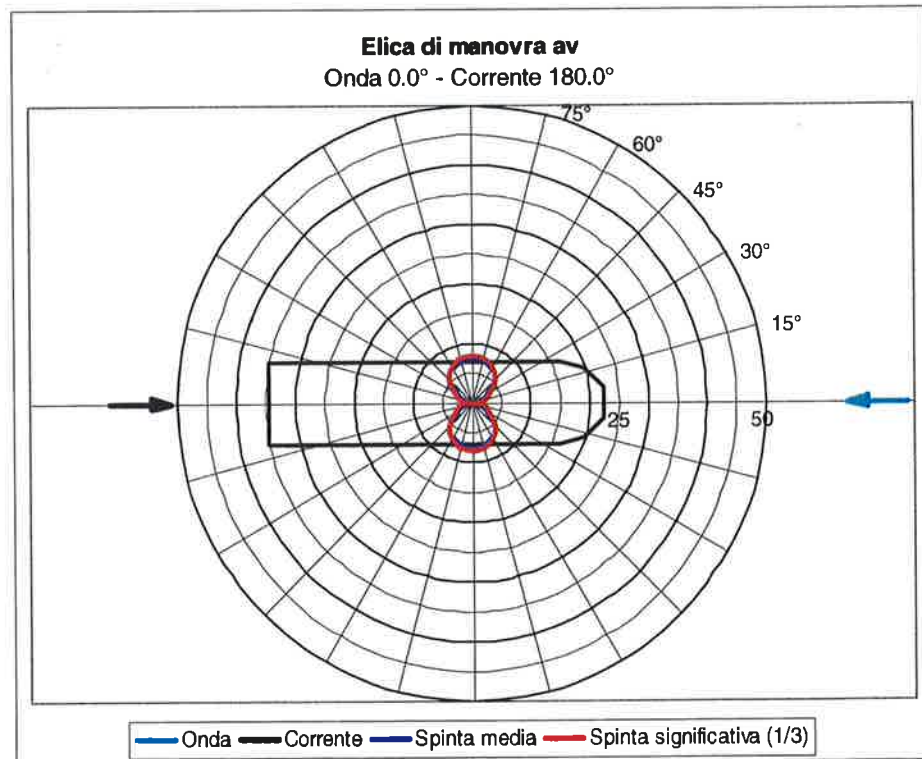


FIGURA 3.124: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



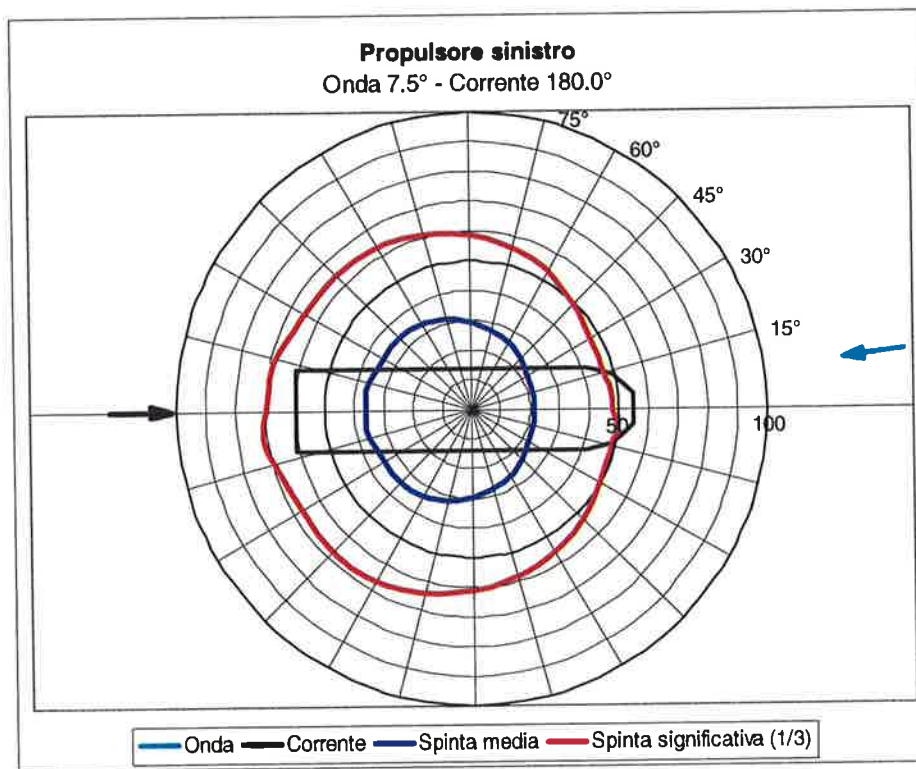


FIGURA 3.125: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

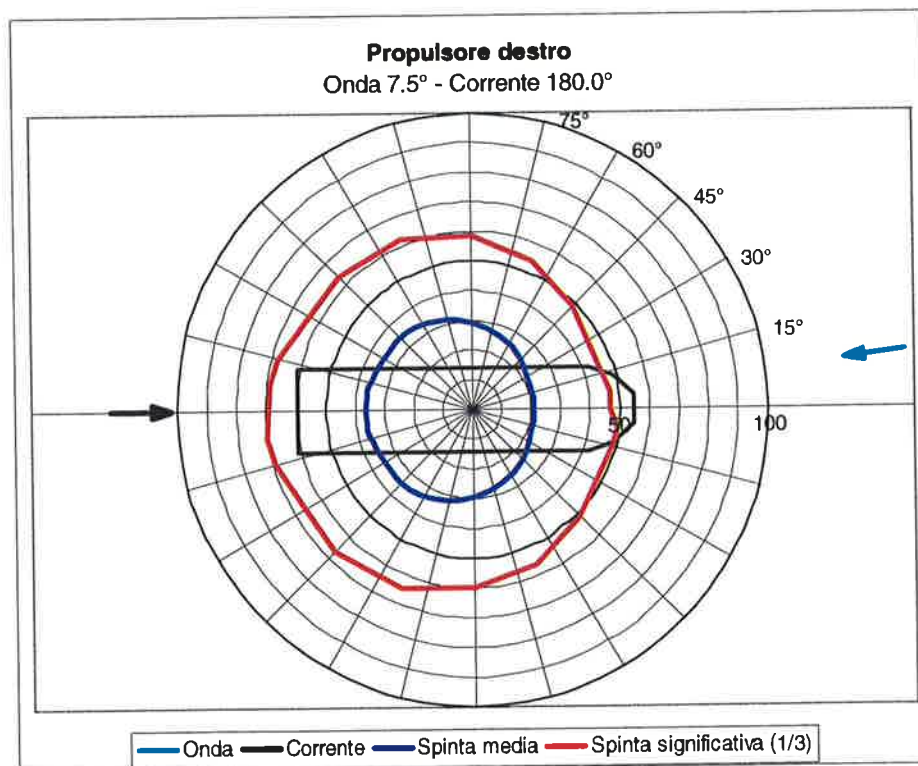


FIGURA 3.126: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

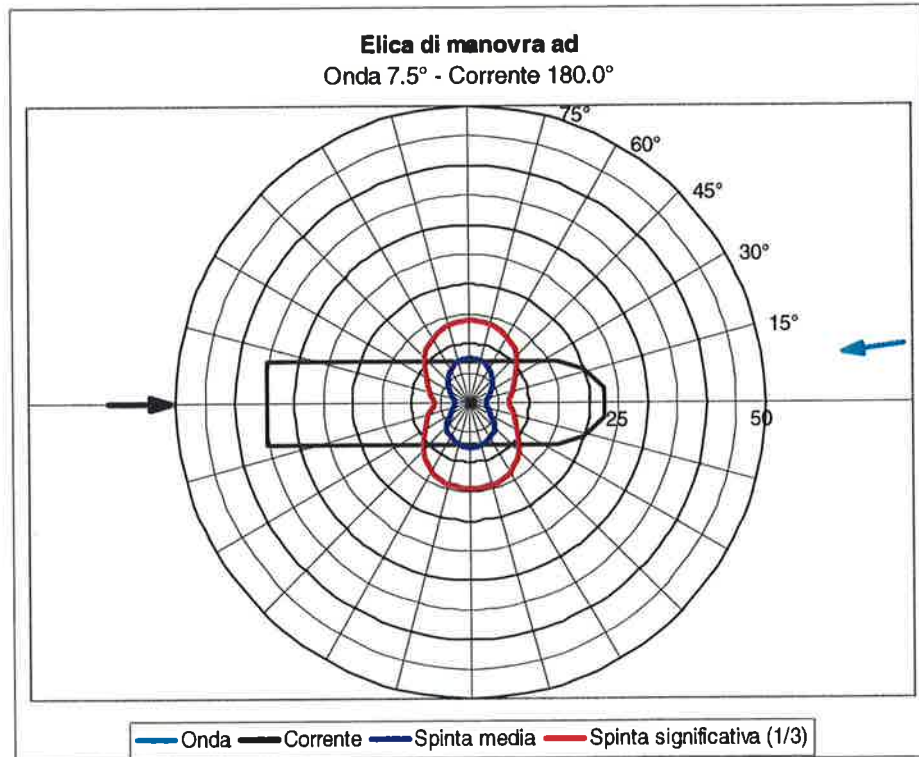


FIGURA 3.127: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

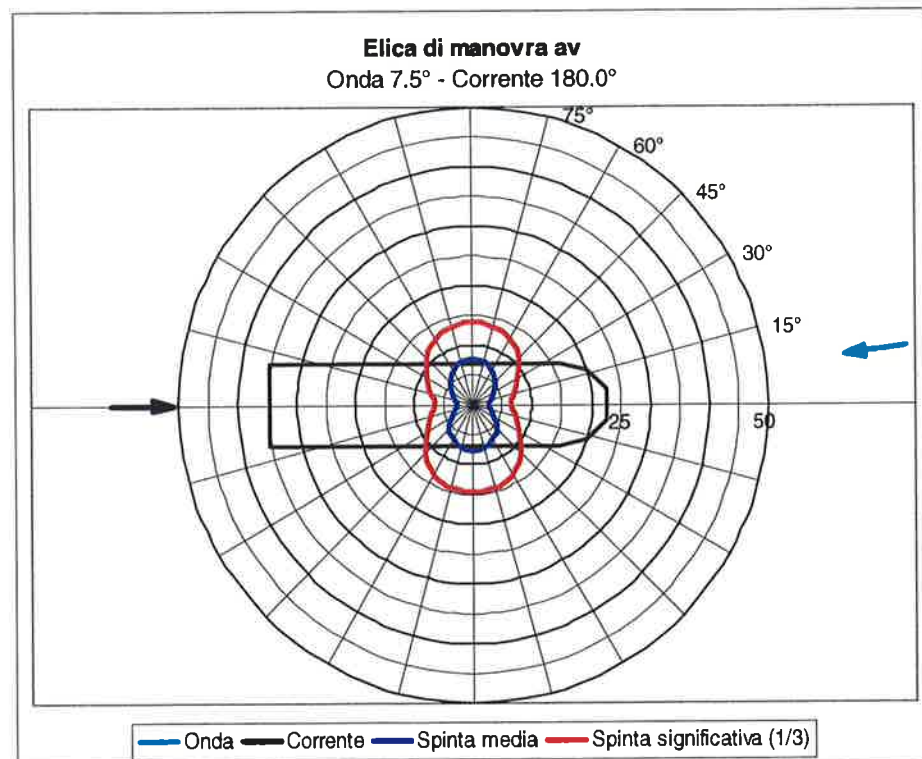


FIGURA 3.128: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

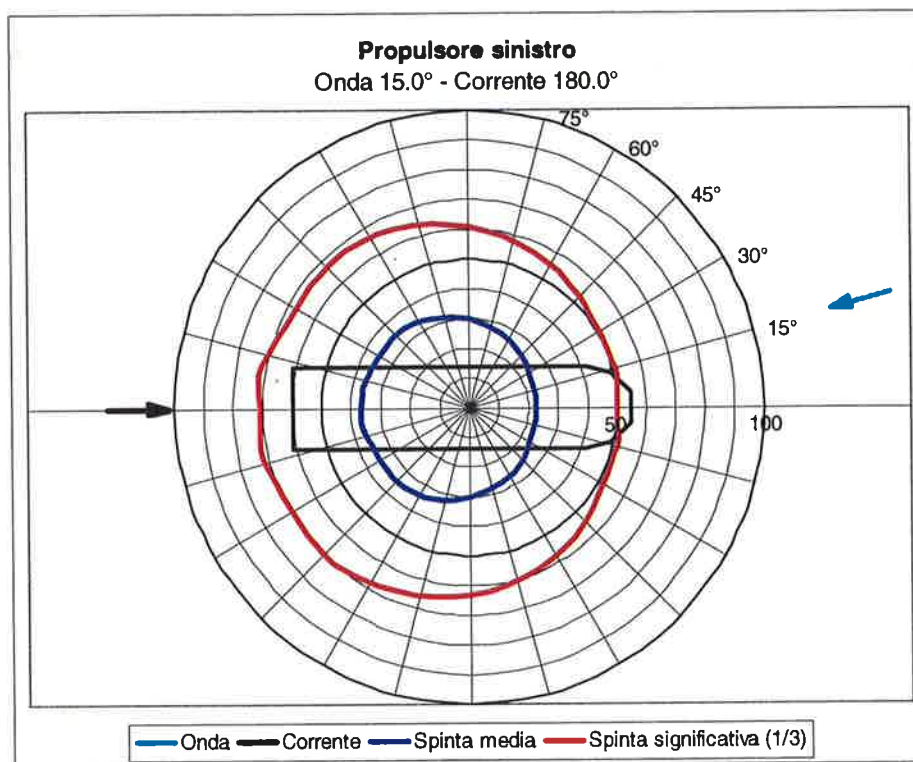


FIGURA 3.129: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

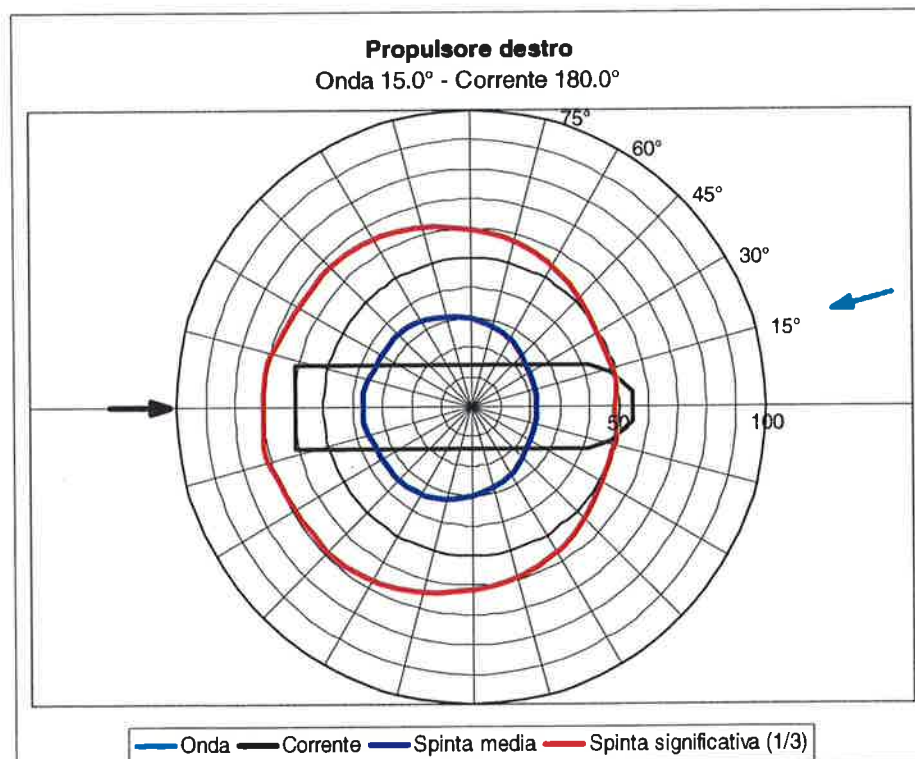


FIGURA 3.130: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



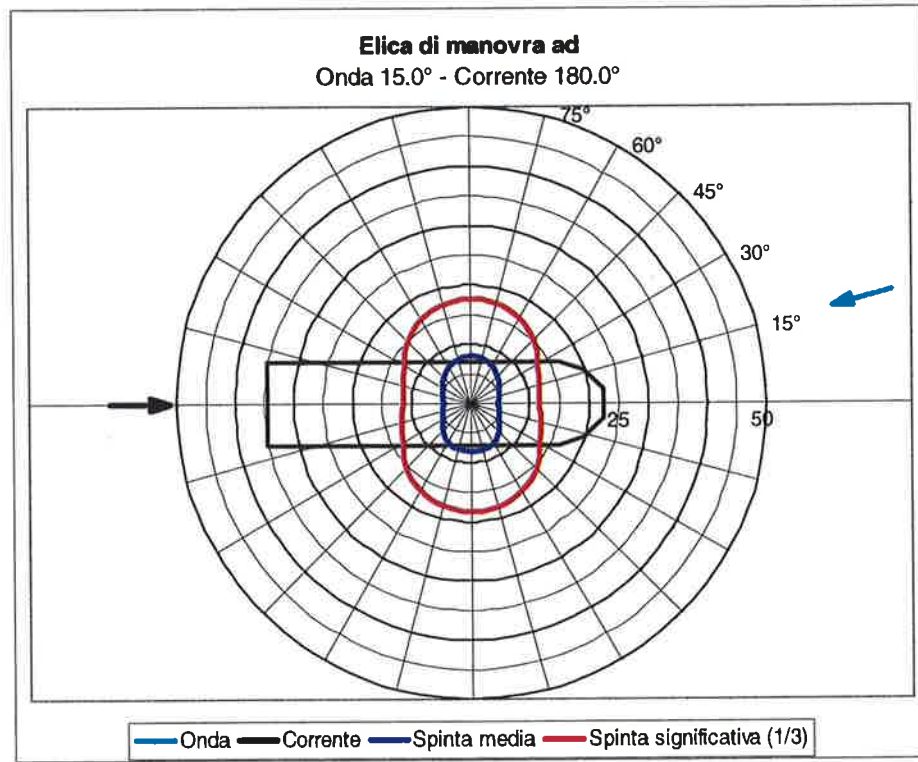


FIGURA 3.131: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

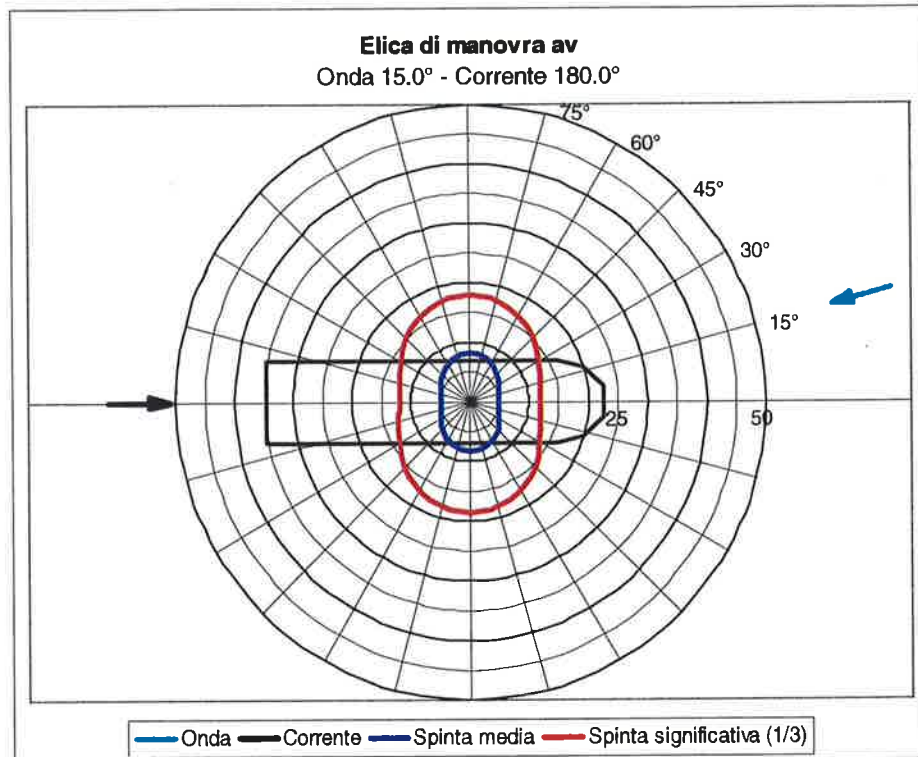



FIGURA 3.132: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



 <b>TECNIPER</b>	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 79
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.5.2 Bocca di Treporti

#### 3.5.2.1 *Sola corrente*

Nel caso sola corrente, vista la simmetria longitudinale, le eliche di manovra non lavorano mentre i propulsori per mantenere la posizione devono esercitare entrambi le seguenti forze:

Condizione	Con cassa a riposo	Con cassa agganciata sul fondo	Con cassa rilasciata fra le paratoie
Elica	Spinta [kN]	Spinta [kN]	Spinta [kN]
Propulsore sinistro/destro	12.2	25.9	18.8

Essendo la velocità della corrente costante, e non variabile nel tempo, il risultato è unico (non si hanno valori medi e significativi).


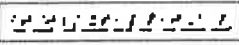
#### 3.5.2.2 *Vento e corrente*

I valori massimi per ogni elica vengono riportati nella tabella seguente:

Condizione	Con cassa a riposo	Con cassa agganciata sul fondo	Con cassa rilasciata fra le paratoie
Elica	Spinta [kN]	Spinta [kN]	Spinta [kN]
Propulsore sinistro	26.1	50.6	30.1
Propulsore destro	26.1	50.6	30.1
Elica di manovra ad	8.5	7.8	7.8
Elica di manovra av	8.5	7.8	7.8

Di seguito vengono riportati i diagrammi polari indicanti le spinte richieste alle eliche nelle varie combinazioni di vento e corrente.

Le spinte vanno lette lungo la linea definita dalla direzione del vento e nella scala indicata a 0°.

 	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 80
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

Essendo le velocità della corrente e del vento costanti, e non variabile nel tempo, il risultato è unico (non si hanno valori medi e significativi).

Con cassa a riposo:

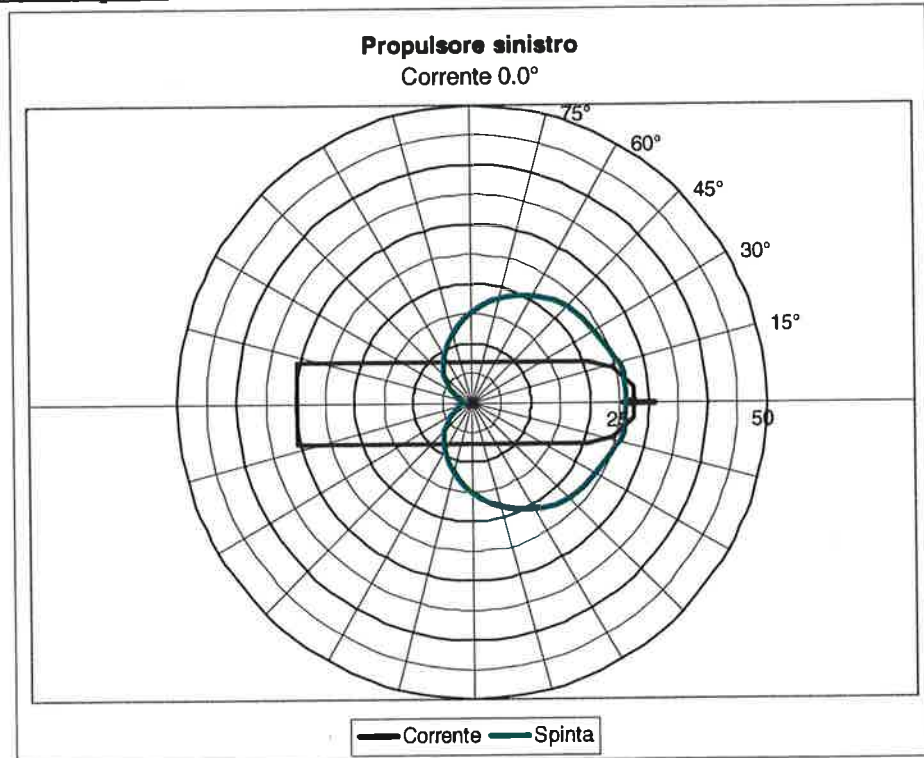


FIGURA 3.133: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

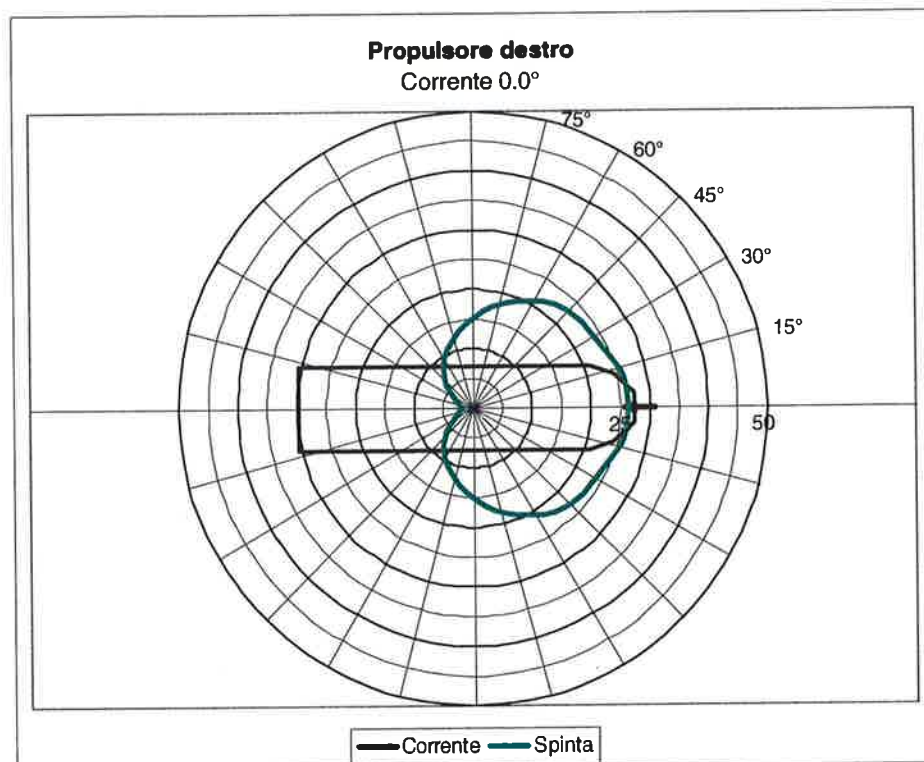


FIGURA 3.134: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

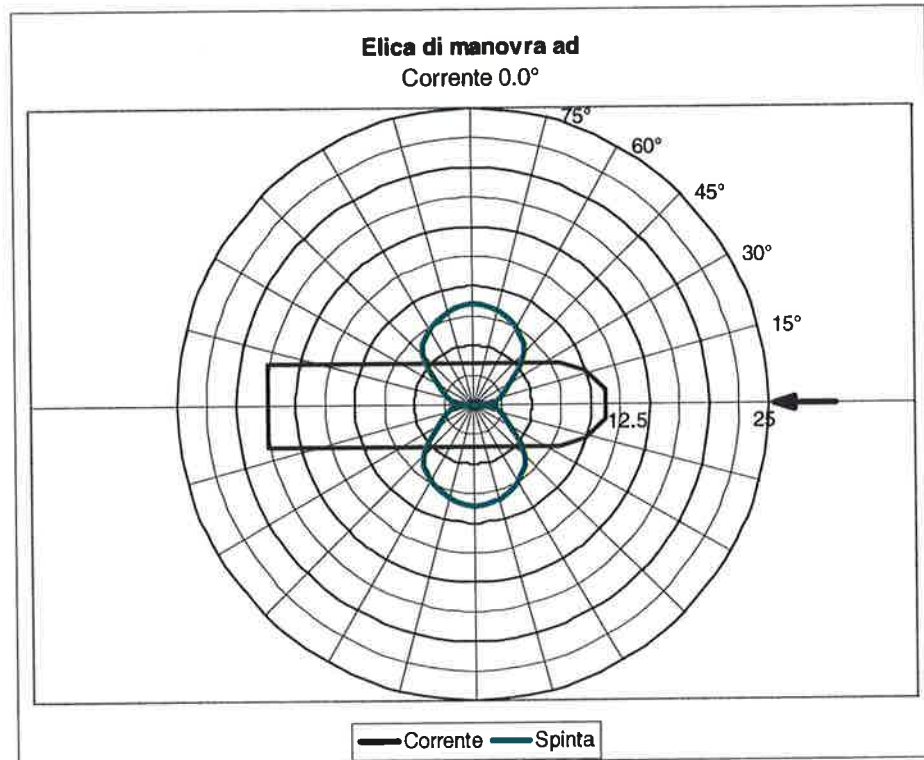


FIGURA 3.135: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA PRUA + VENTO

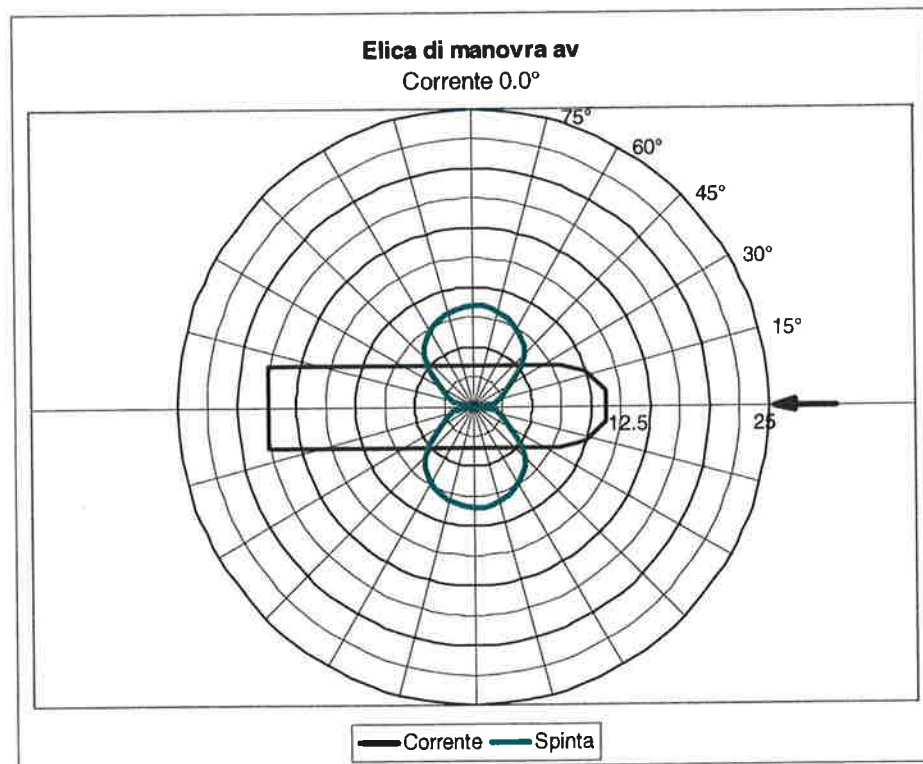


FIGURA 3.136: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA PRUA + VENTO



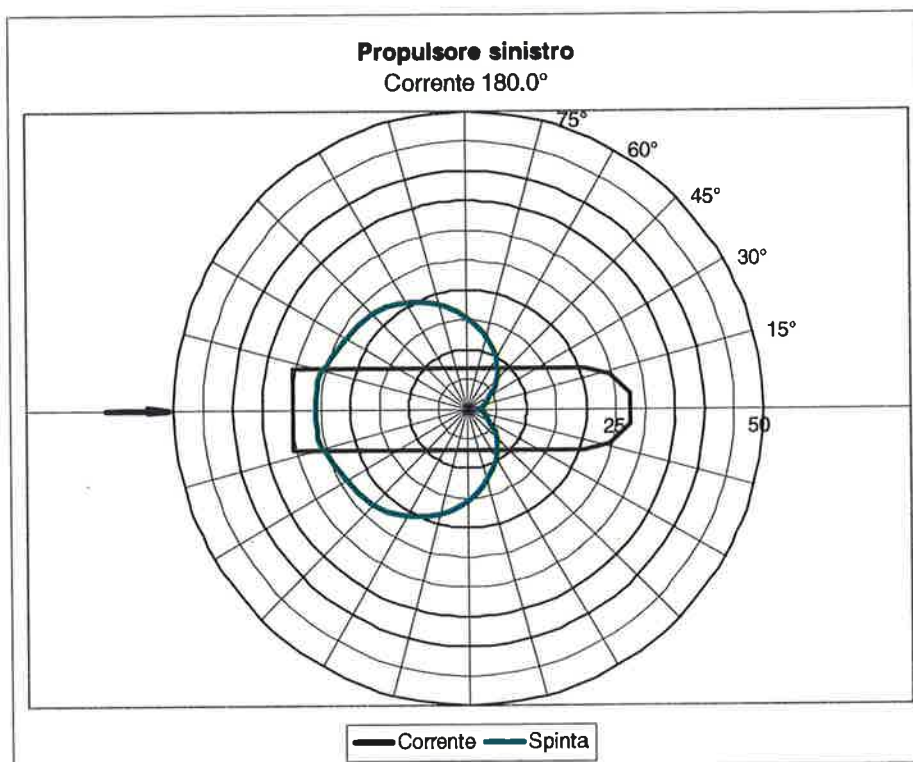


FIGURA 3.137: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

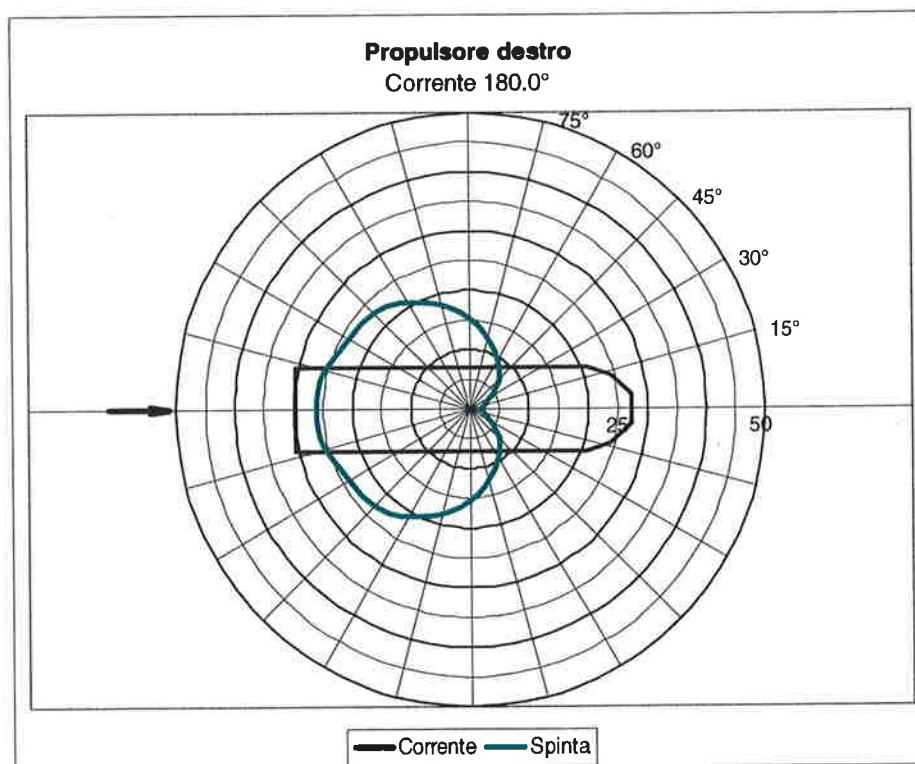


FIGURA 3.138: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

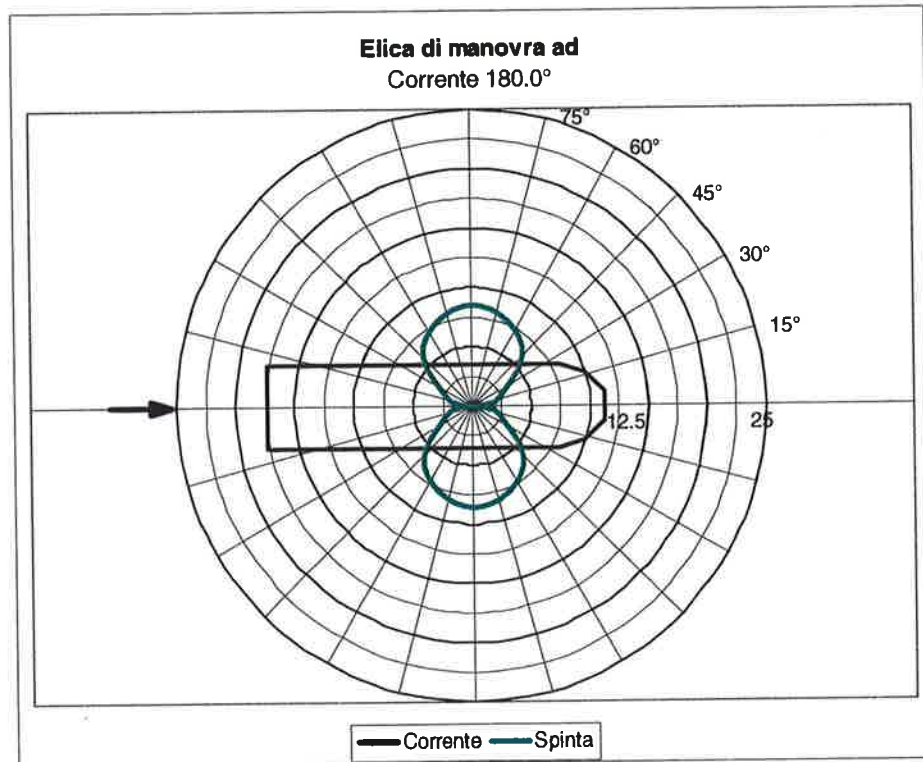


FIGURA 3.139: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA POPPA + VENTO

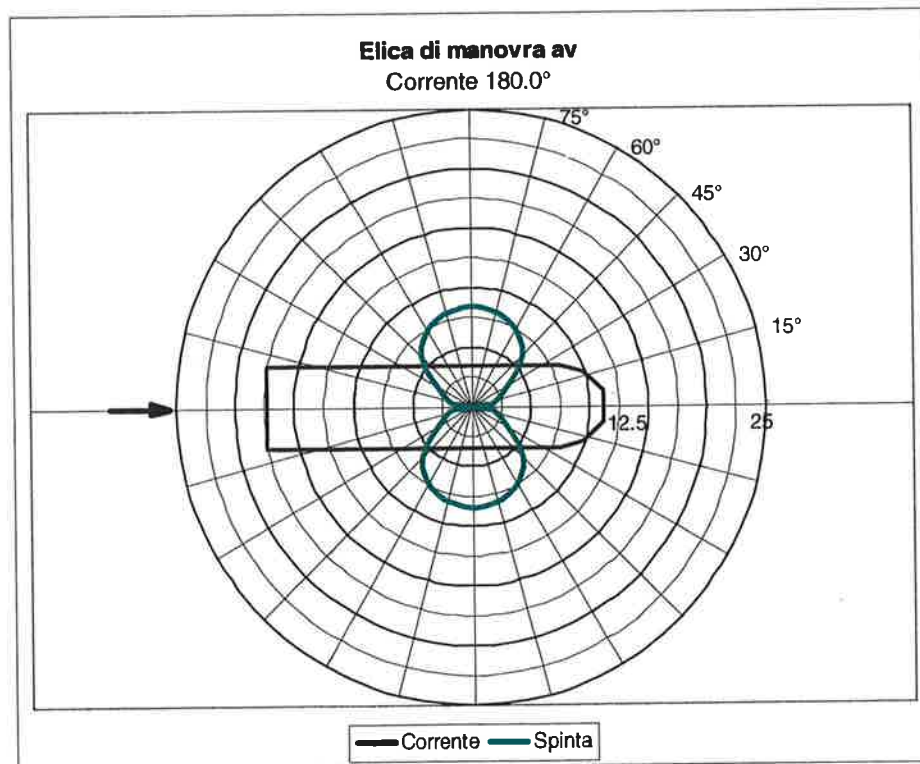


FIGURA 3.140: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA POPPA + VENTO

Con cassa agganciata sul fondo:

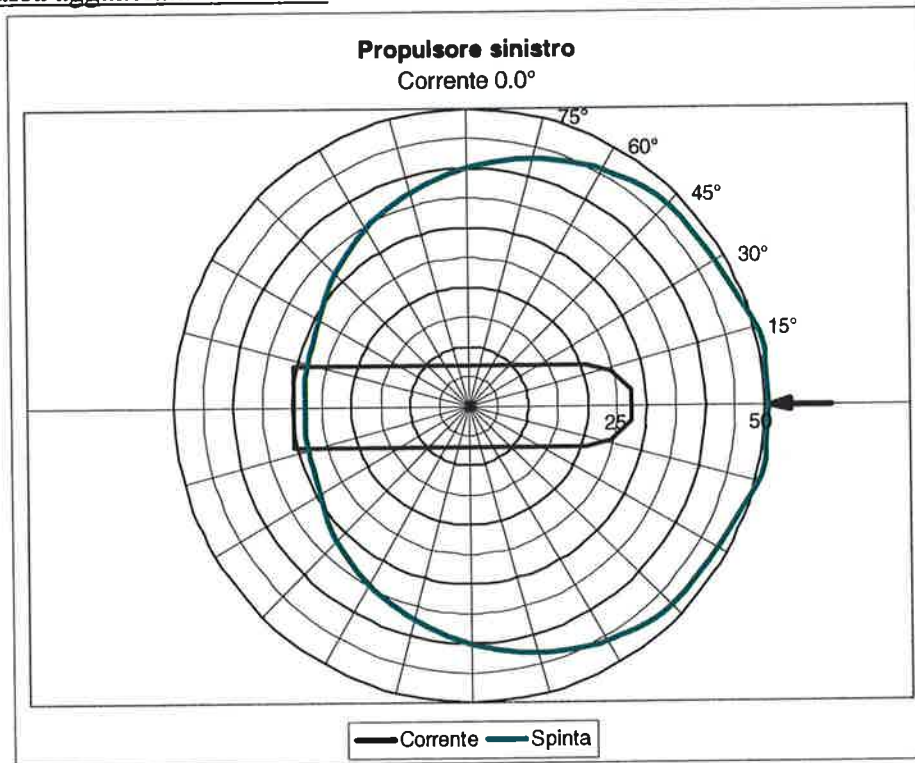


FIGURA 3.141: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

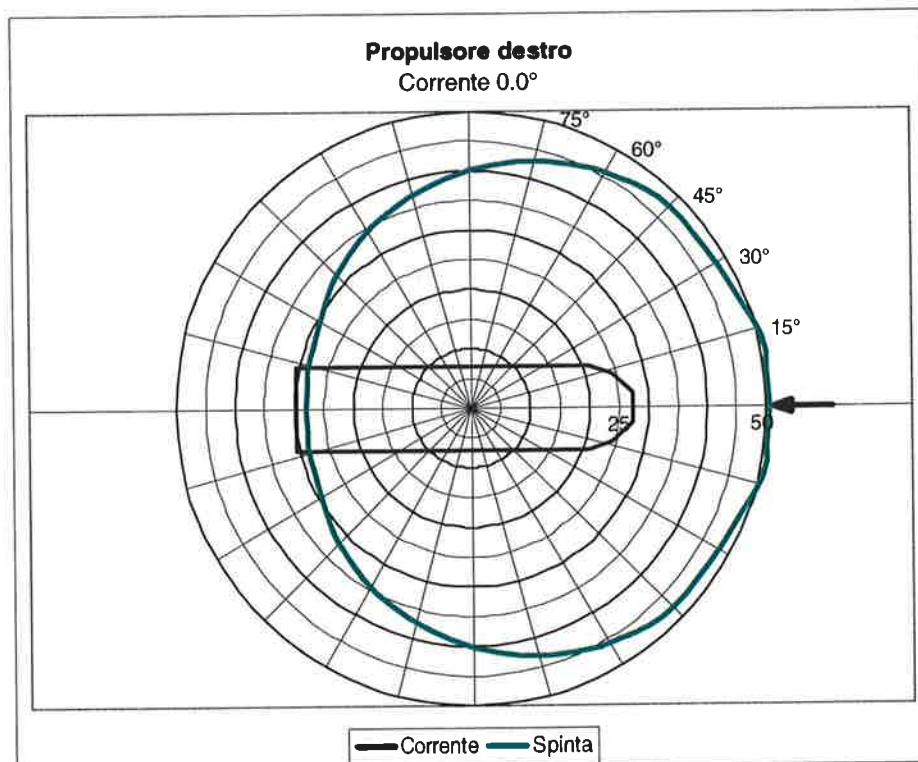
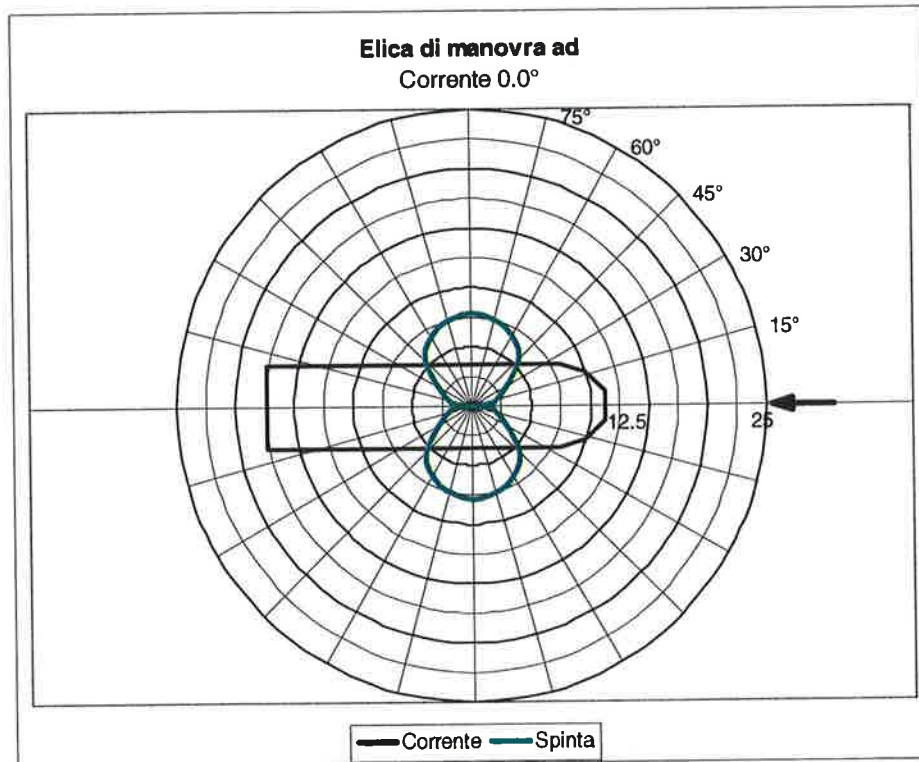
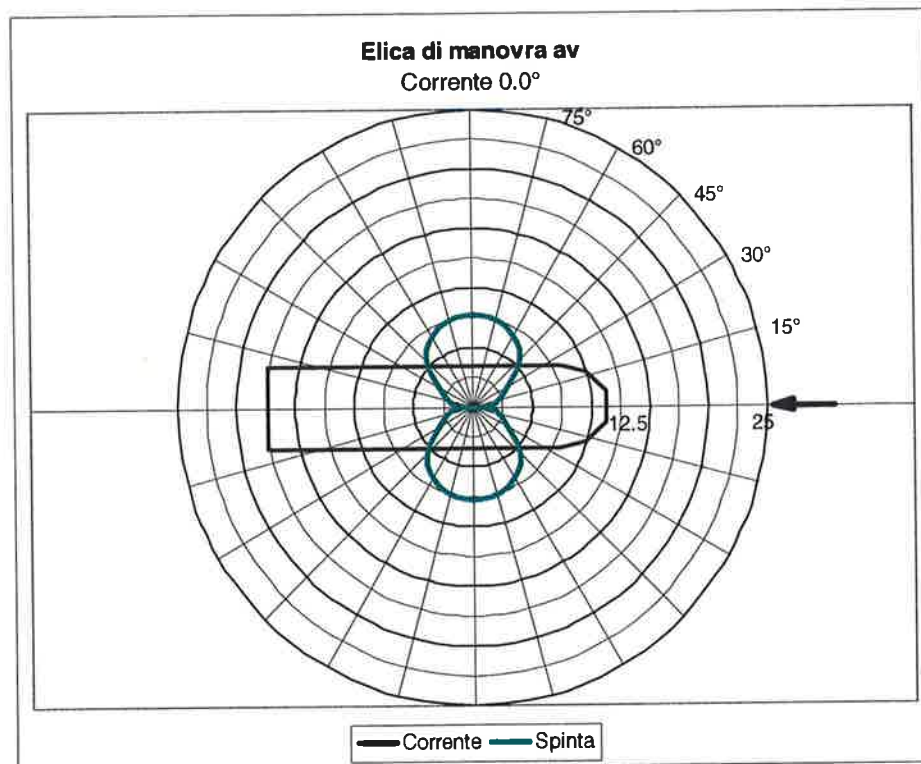


FIGURA 3.142: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO




**FIGURA 3.143: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA PRUA + VENTO**

**FIGURA 3.144: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA PRUA + VENTO**



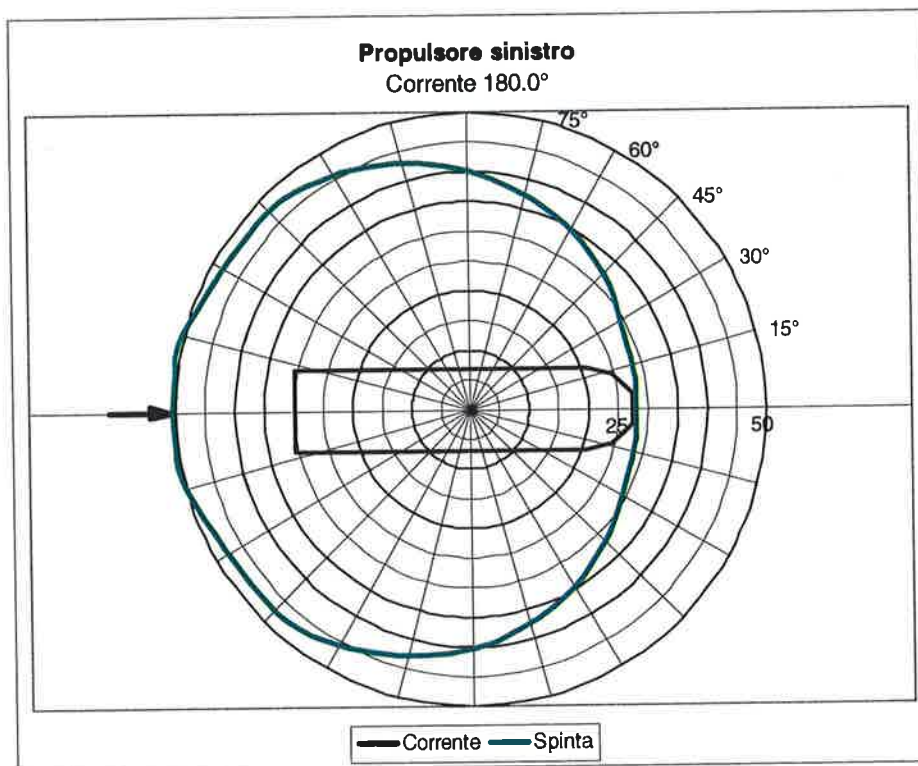


FIGURA 3.145: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

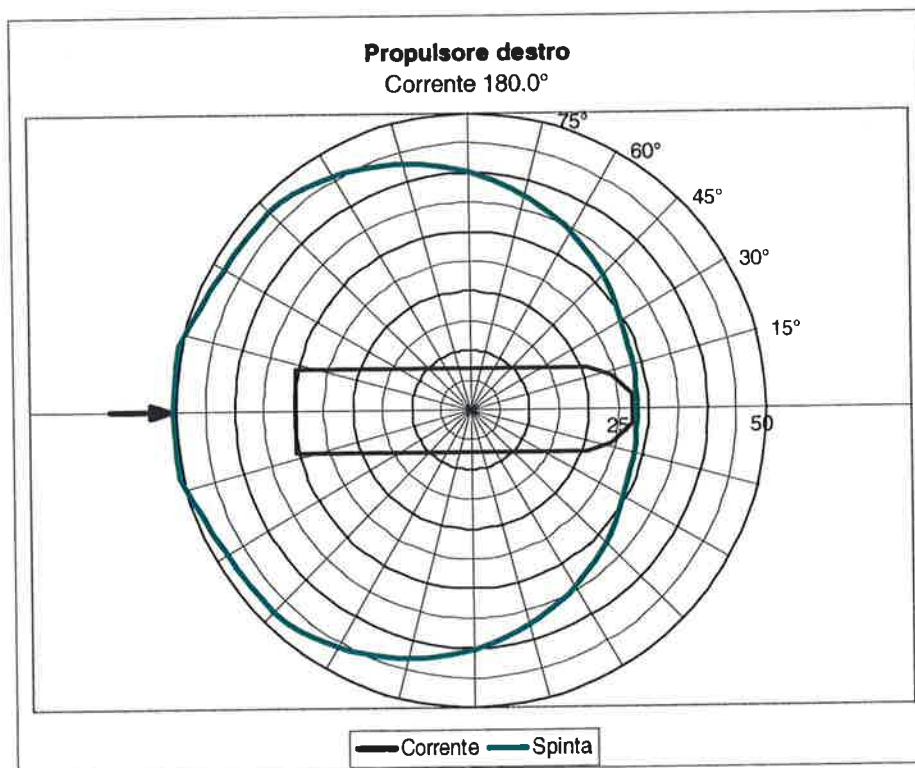
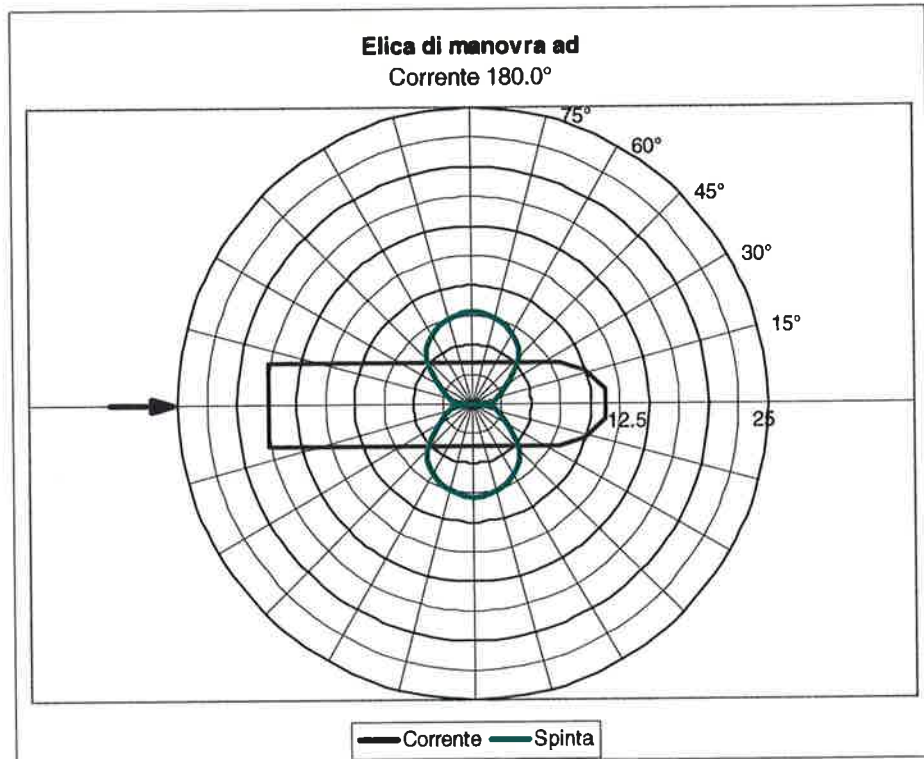
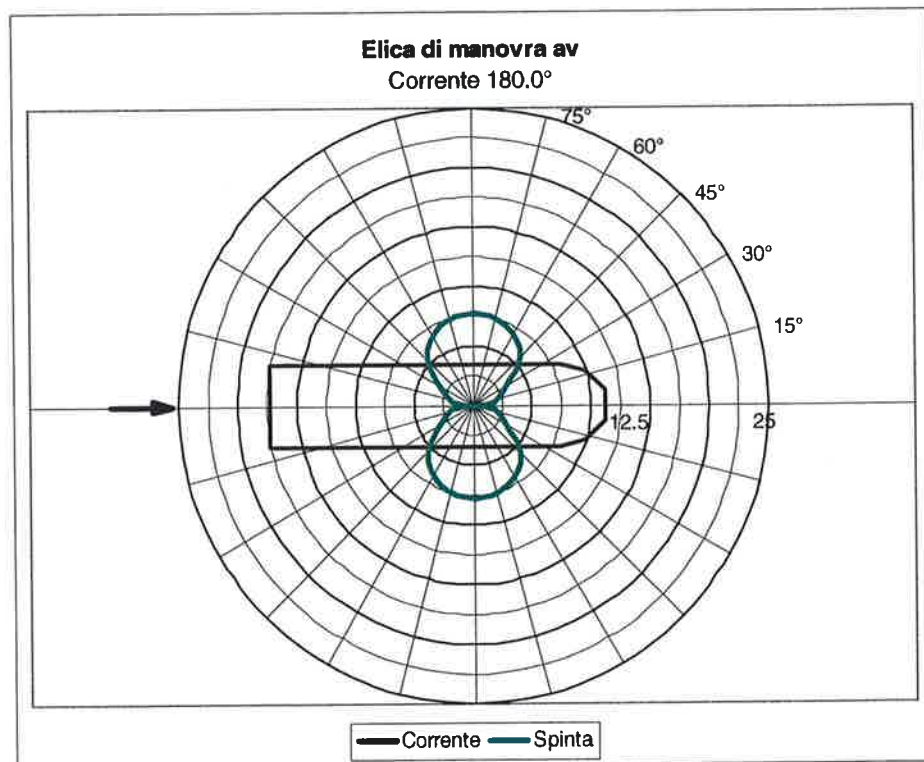


FIGURA 3.146: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO


**FIGURA 3.147: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA POPPA + VENTO**

**FIGURA 3.148: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA POPPA + VENTO**

Con cassa rilasciata fra le paratoie:

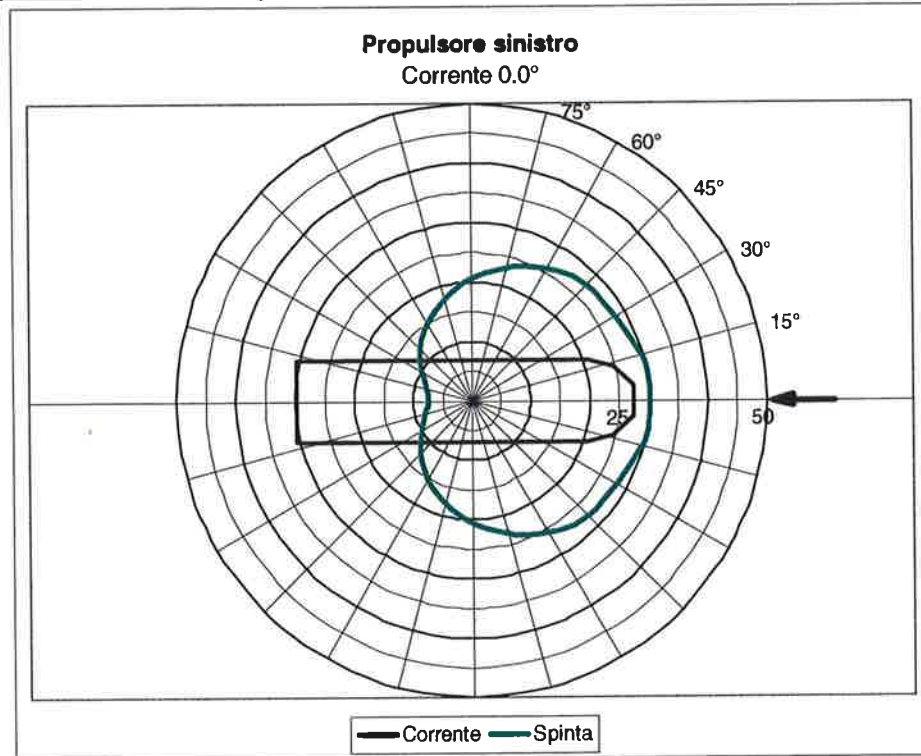


FIGURA 3.149: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO

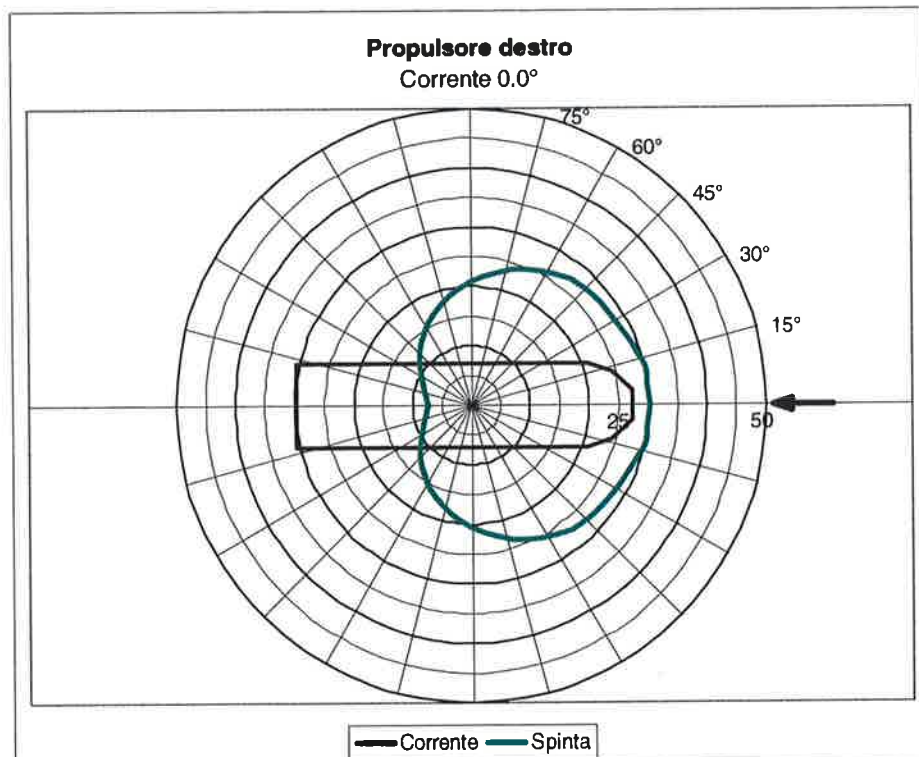
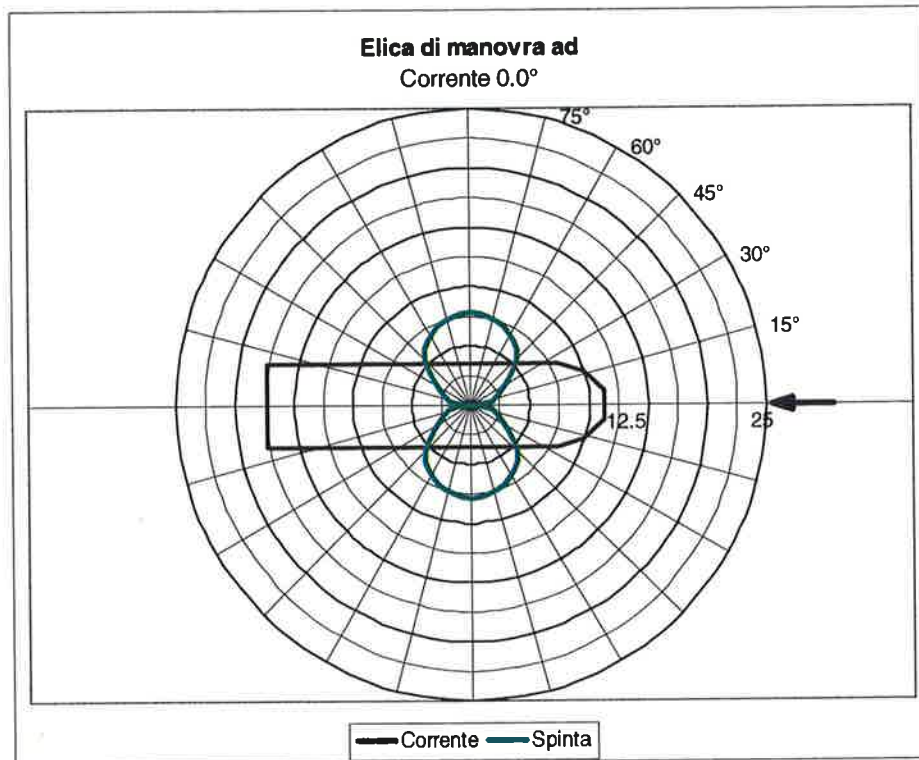
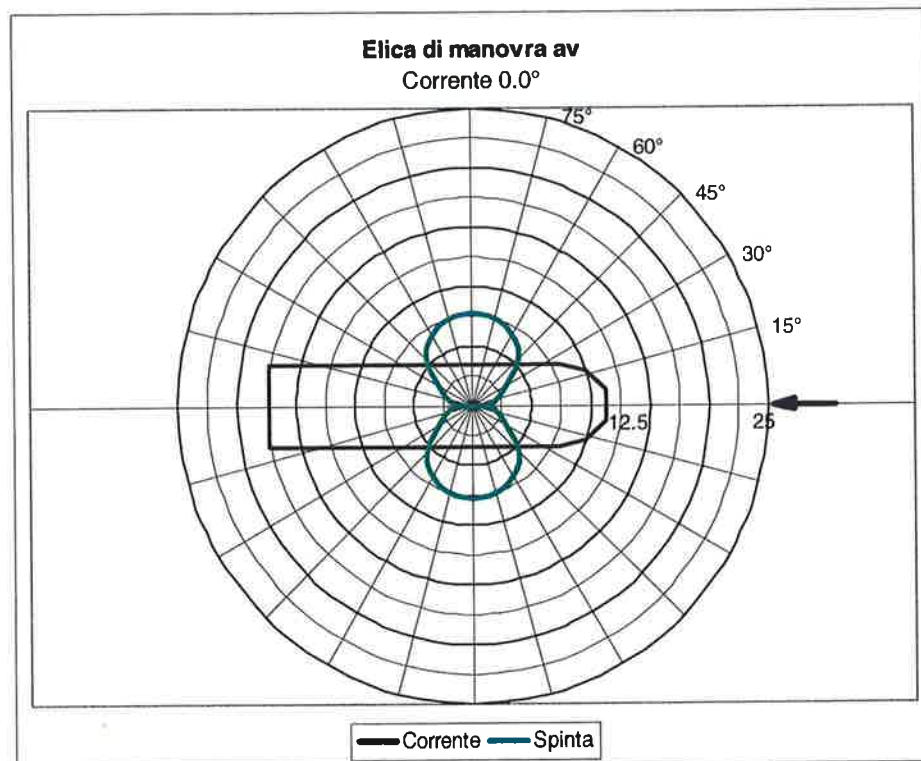


FIGURA 3.150: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA PRUA + VENTO




**FIGURA 3.151: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA PRUA + VENTO**

**FIGURA 3.152: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA PRUA + VENTO**



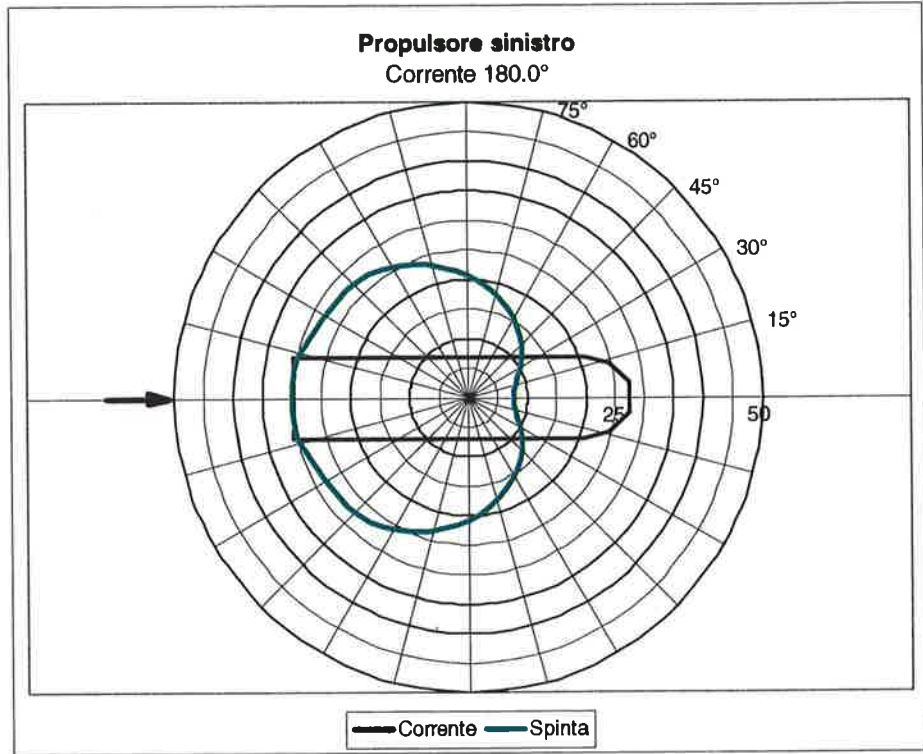


FIGURA 3.153: PROPULSORE SINISTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

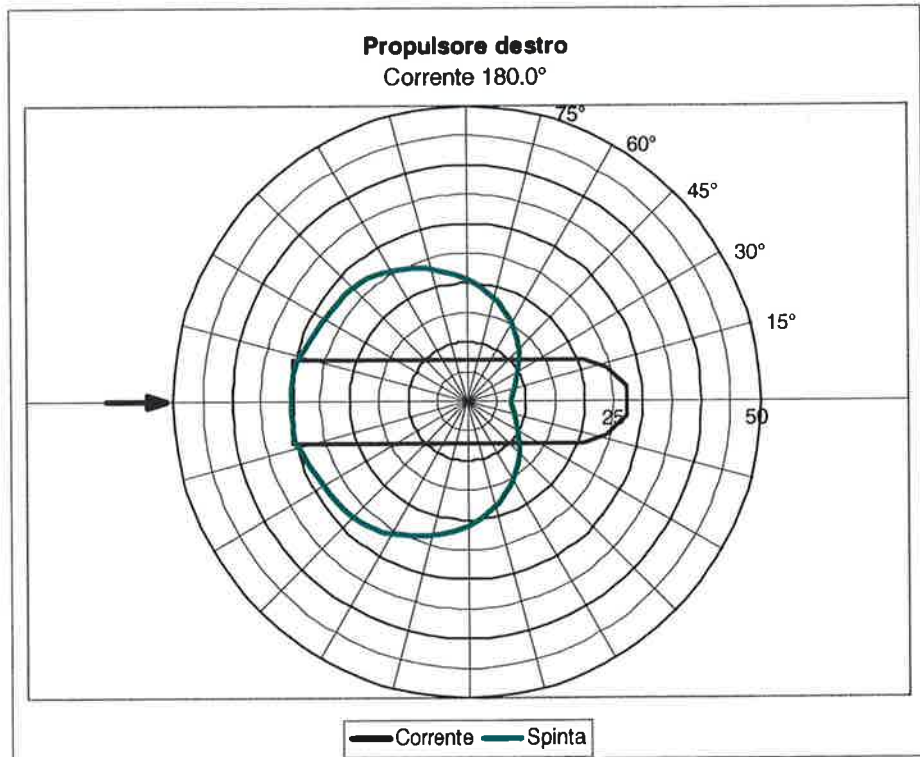


FIGURA 3.154: PROPULSORE DESTRO - CORRENTE DA POPPA + VENTO

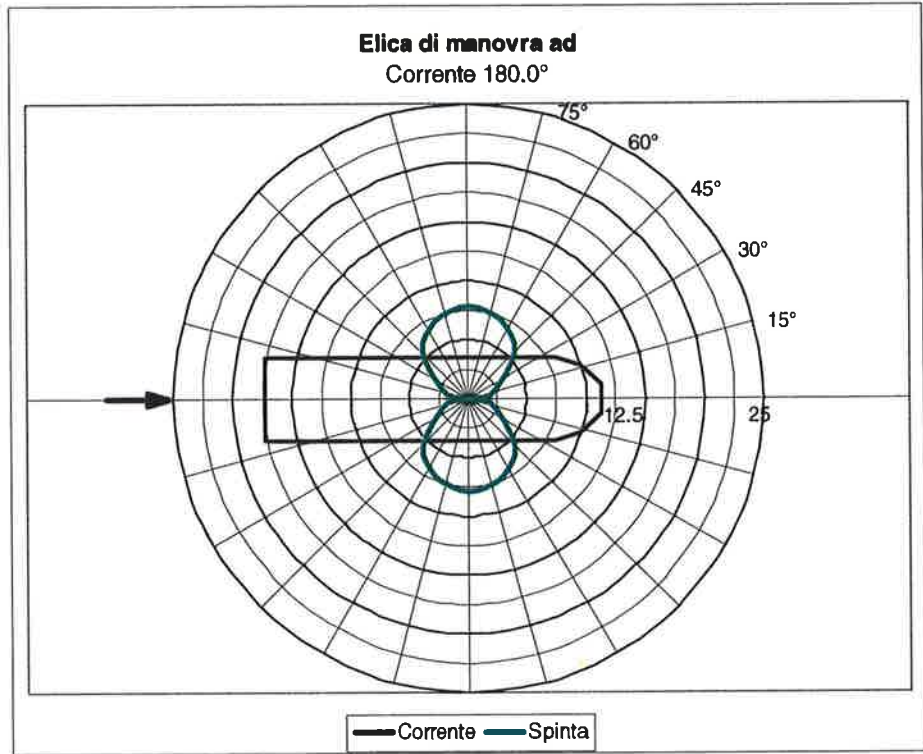


FIGURA 3.155: ELICA DI MANOVRA AD - CORRENTE DA POPPA + VENTO

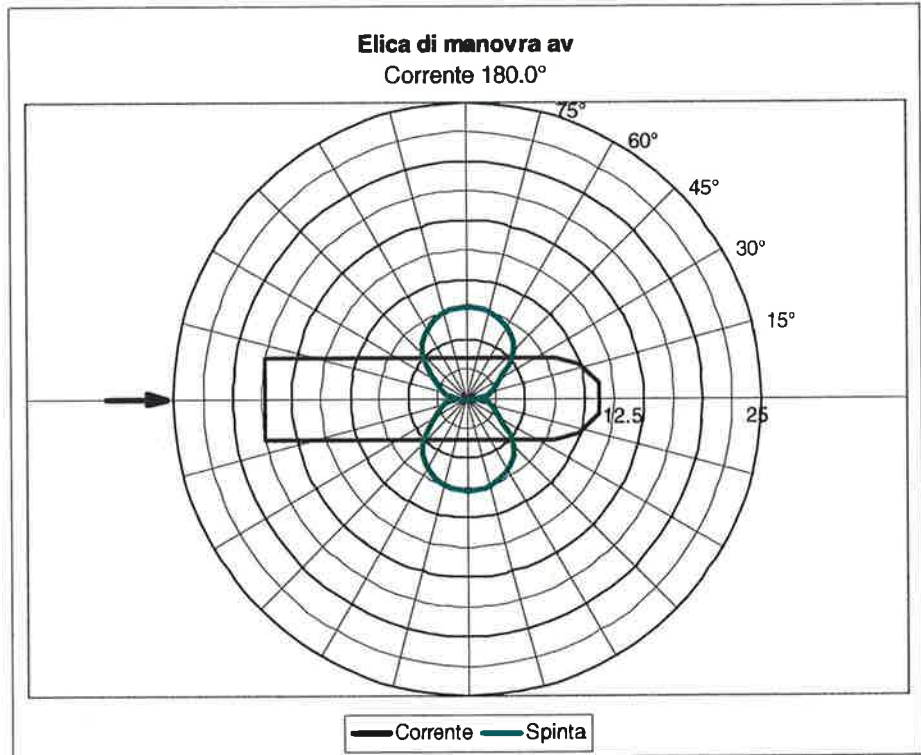
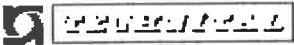


FIGURA 3.156: ELICA DI MANOVRA AV - CORRENTE DA POPPA + VENTO

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 93
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.5.2.3 *Onda e corrente*

I valori massimi per ogni elica vengono riportati nella tabella seguente:

Condizione	Con cassa a riposo		Con cassa agganciata sul fondo		Con cassa rilasciata fra le paratoie	
	Spinta media	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)
Elica	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Propulsore sinistro	27.5	63.8	36.2	81.8	29.7	68.8
Propulsore destro	27.3	63.2	36.3	81.8	29.5	68.3
Elica di manovra ad	4.7	11.5	5.9	14.4	4.8	11.6
Elica di manovra av	4.9	12.0	6.0	14.7	4.9	11.9

Di seguito vengono riportati i diagrammi polari indicanti le spinte richieste alle eliche nelle varie combinazioni di onda e corrente.

Le spinte vanno lette lungo la linea definita dalla direzione del vento e nella scala indicata a 0°.

Con cassa a riposo:

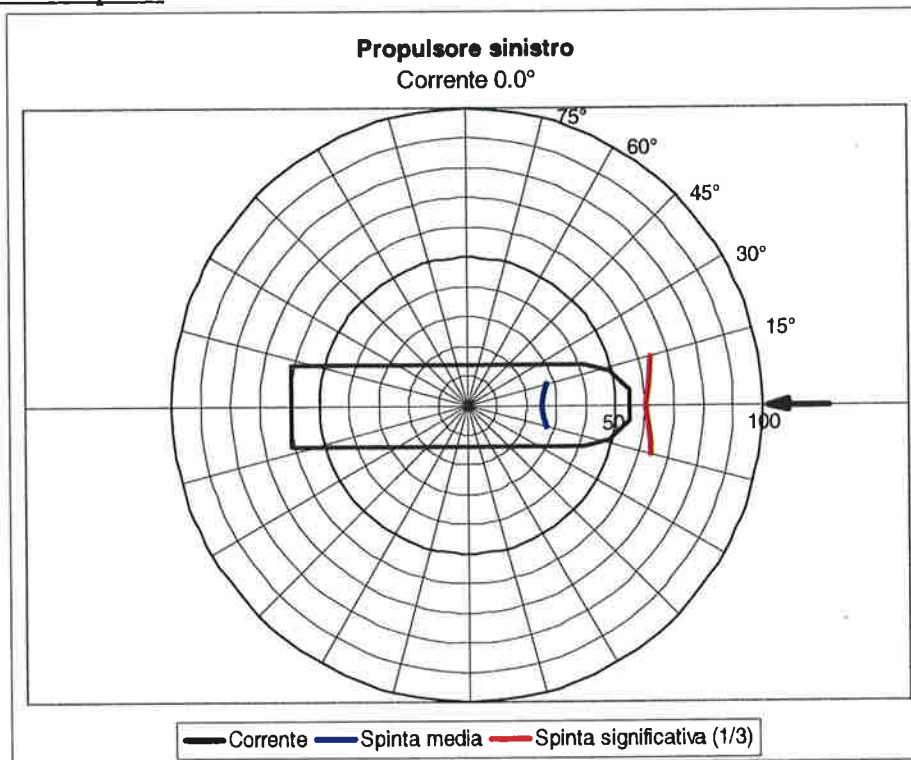


FIGURA 3.157: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

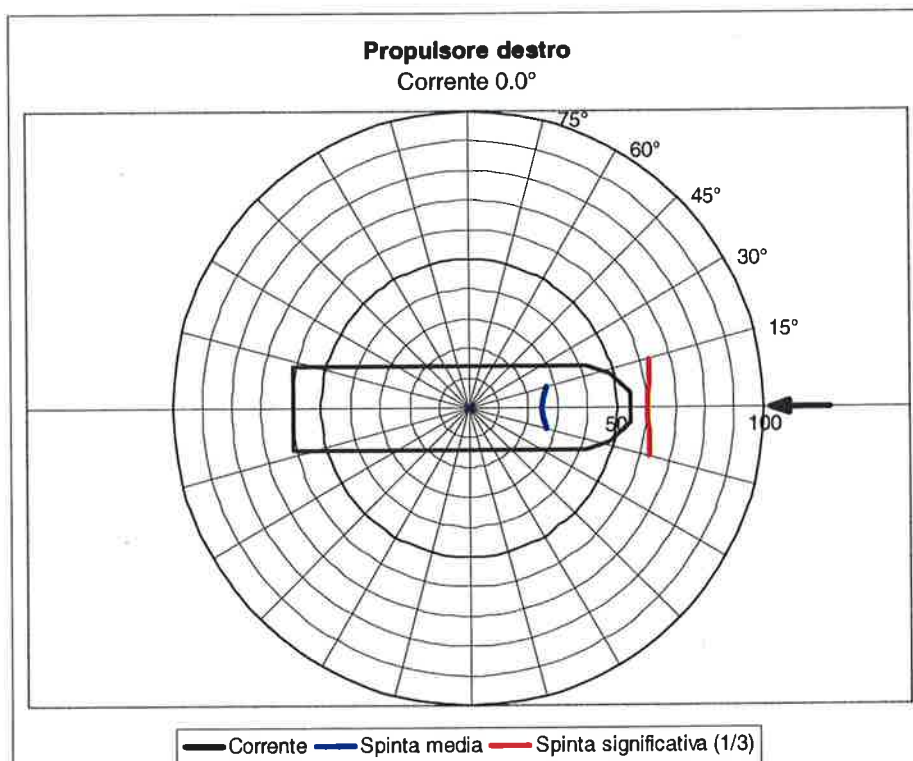


FIGURA 3.158: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA



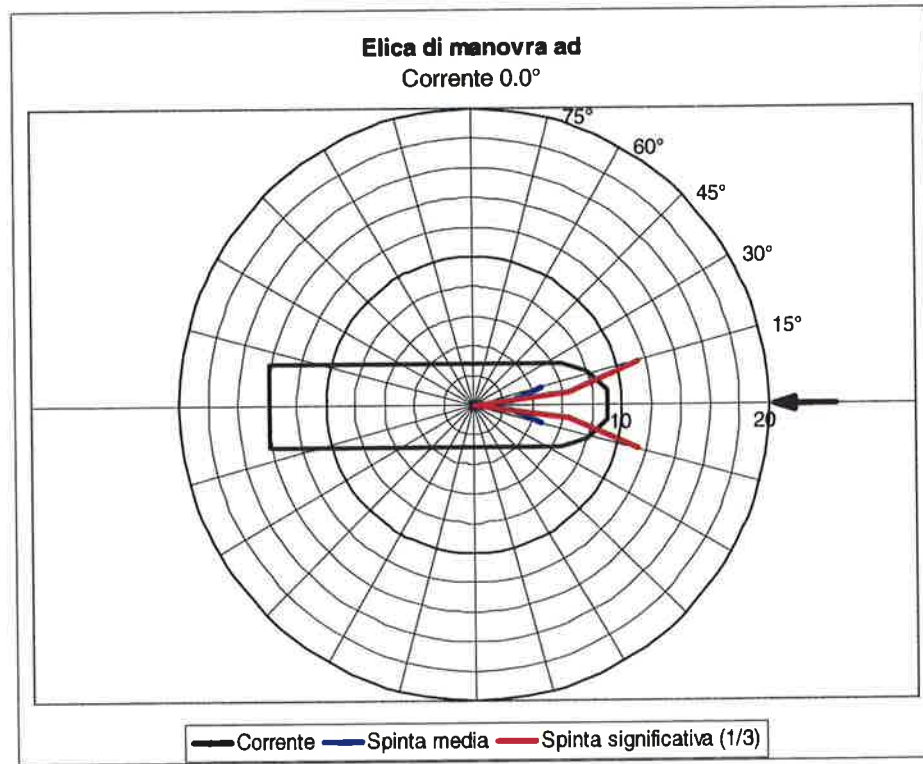


FIGURA 3.159: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA PRUA

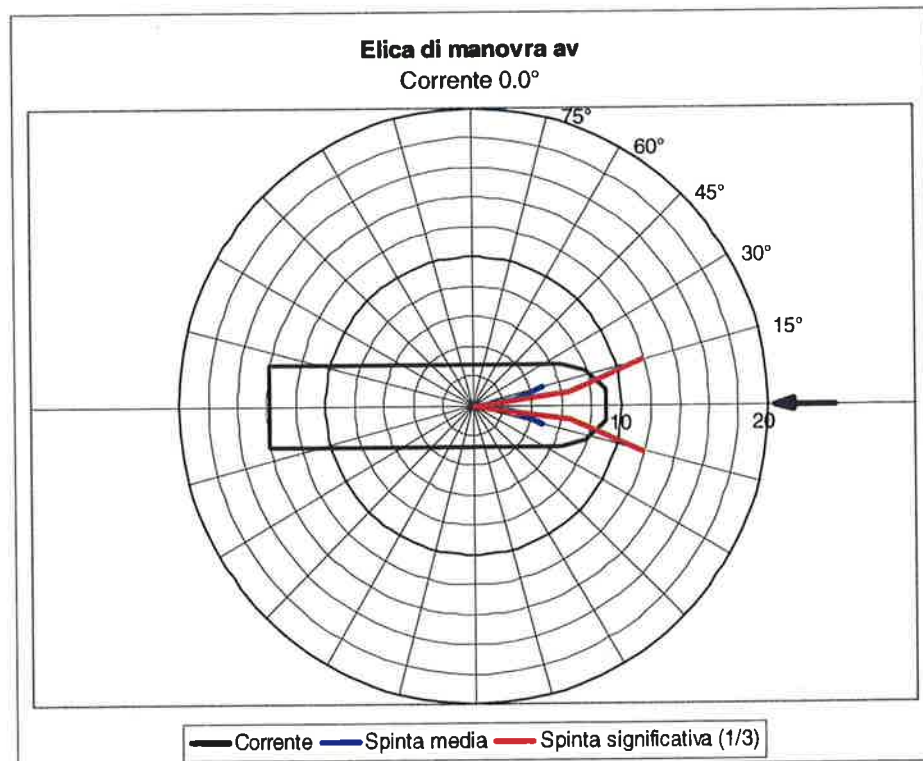


FIGURA 3.160: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA PRUA

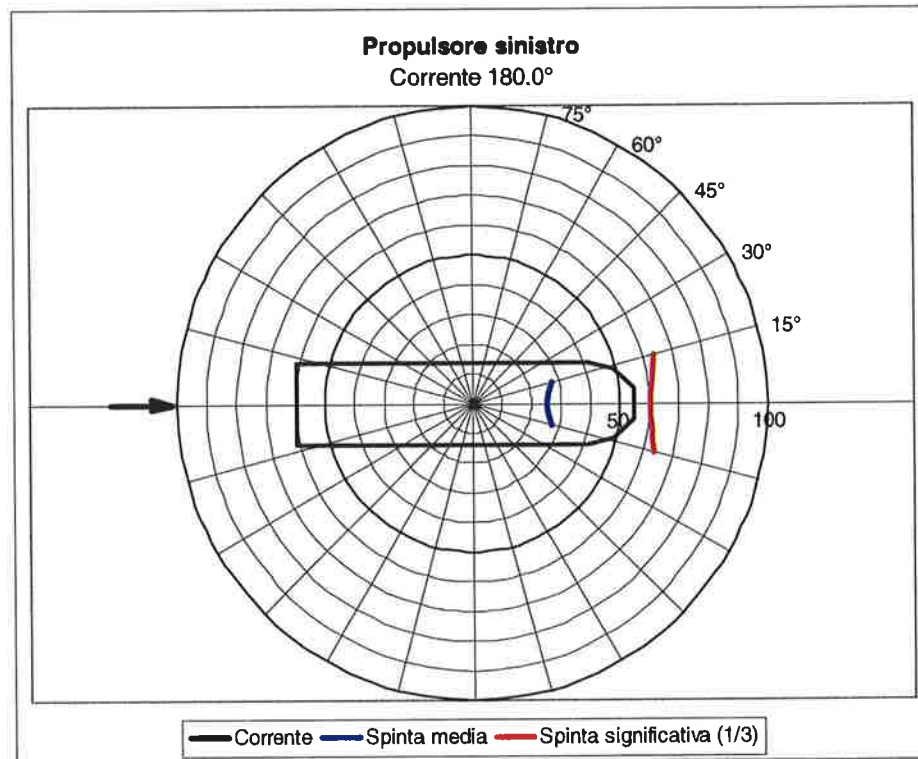


FIGURA 3.161: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

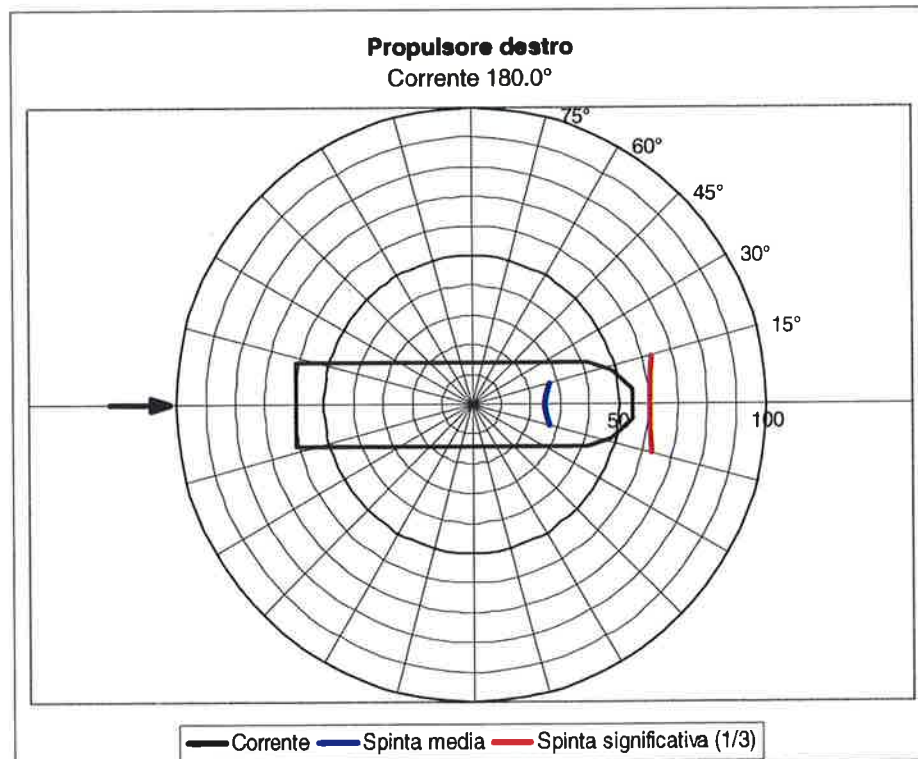


FIGURA 3.162: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

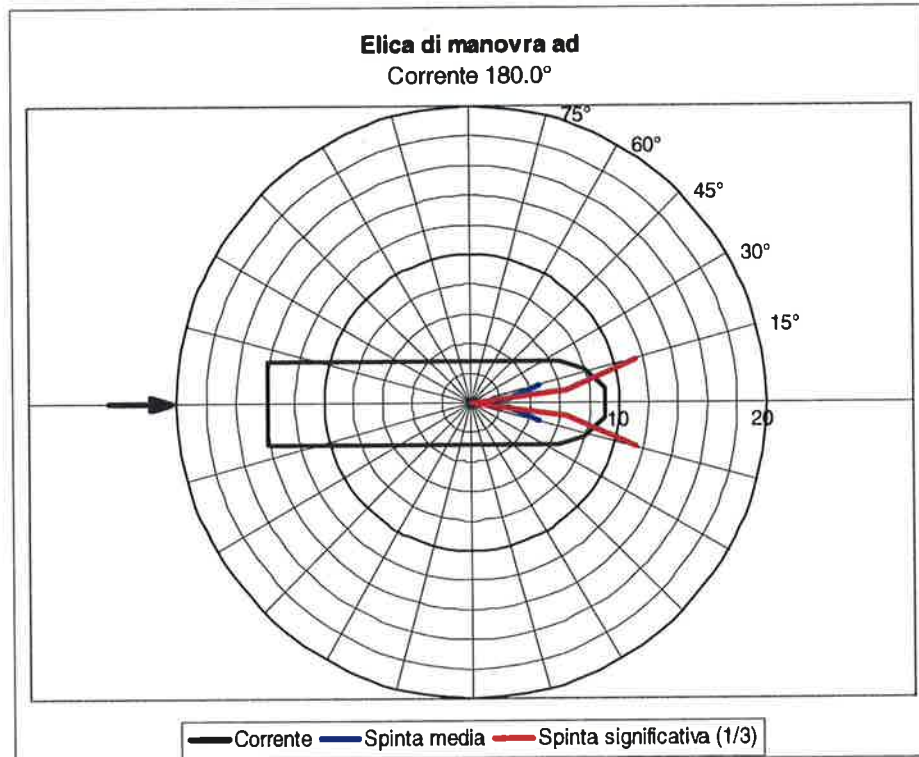


FIGURA 3.163: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA POPPA

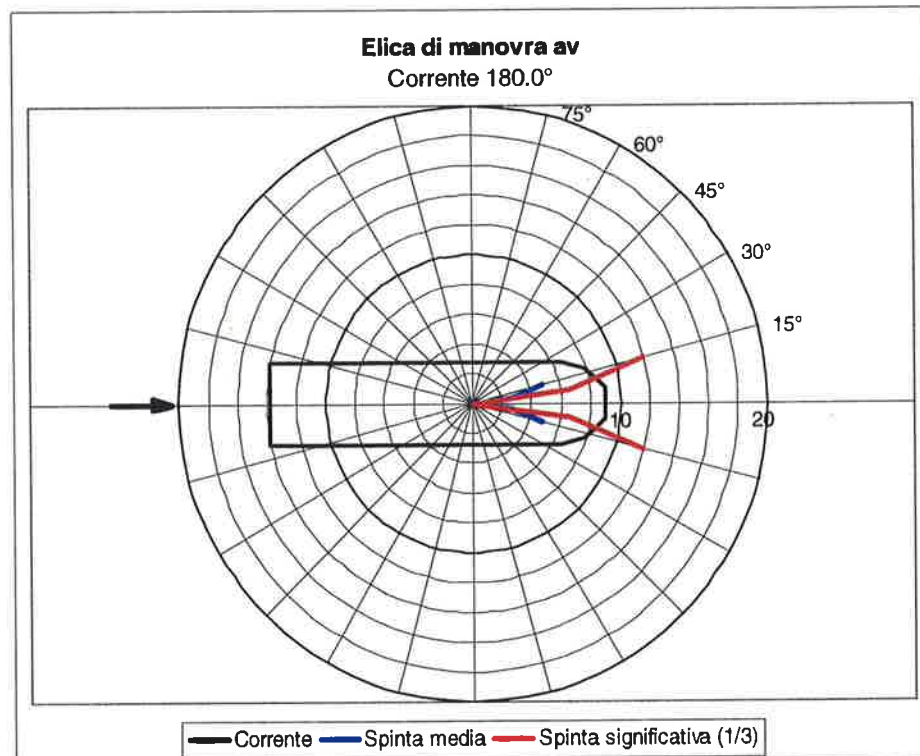


FIGURA 3.164: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA POPPA



Con cassa agganciata sul fondo:

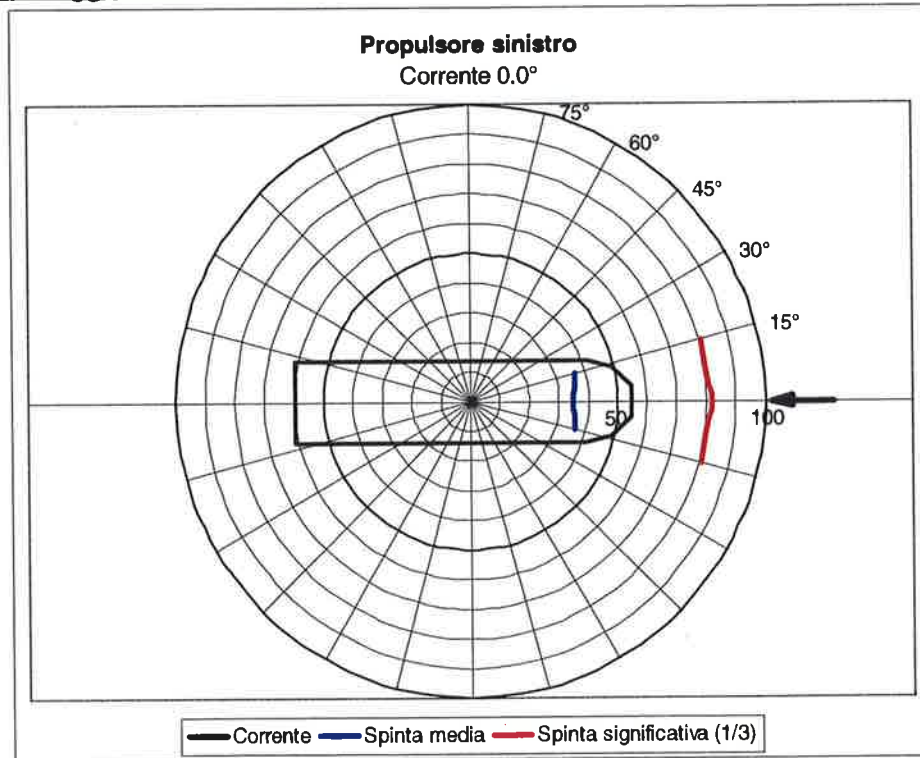


FIGURA 3.165: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

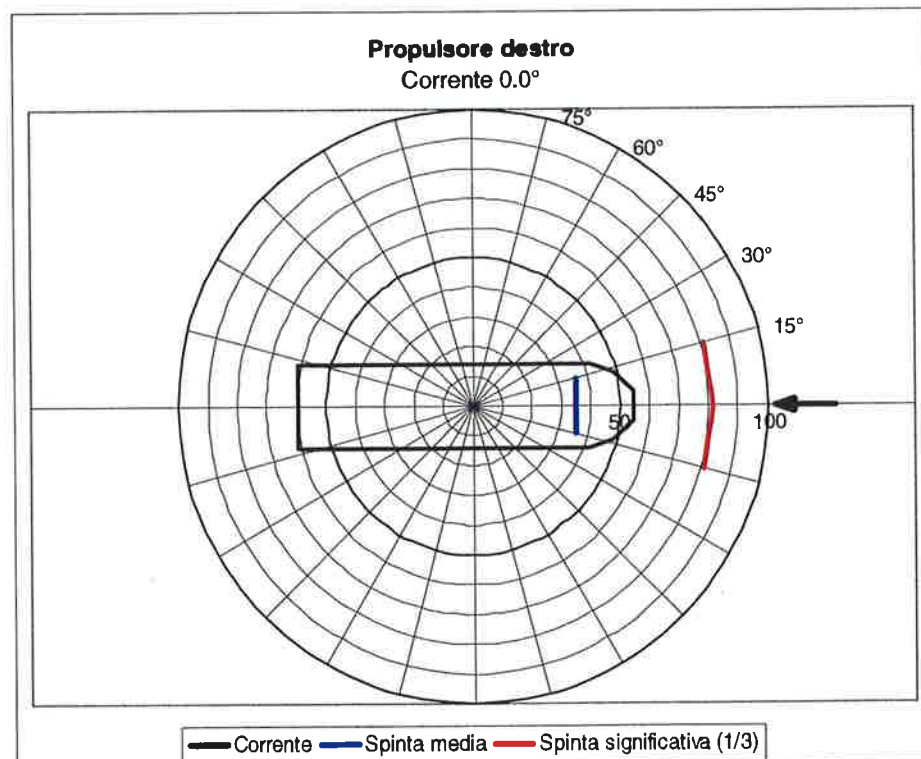


FIGURA 3.166: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA



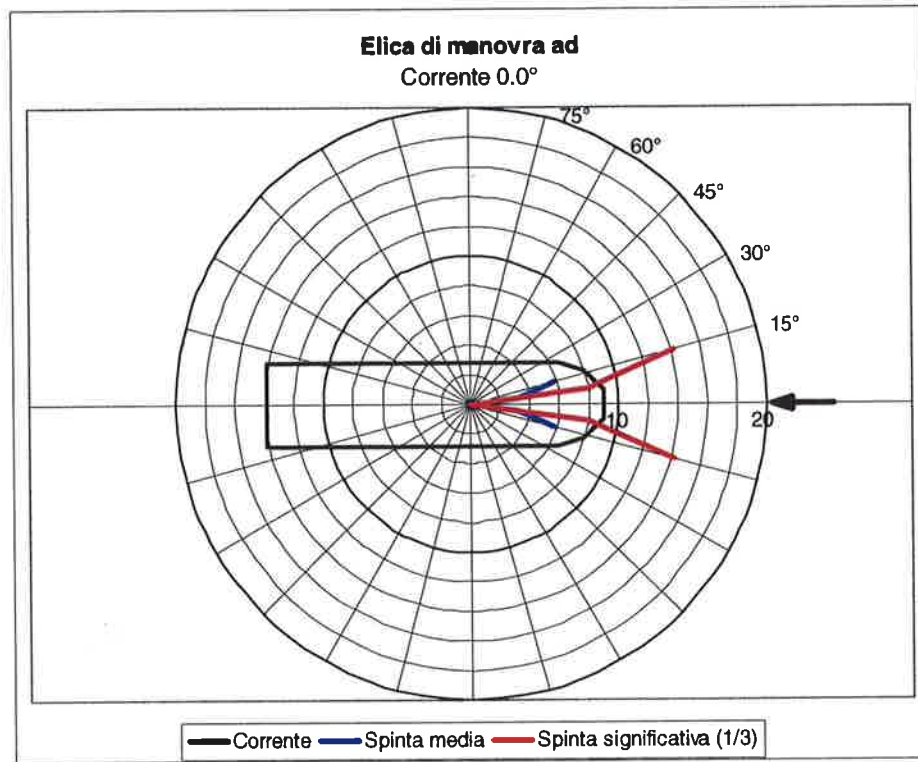


FIGURA 3.167: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA PRUA

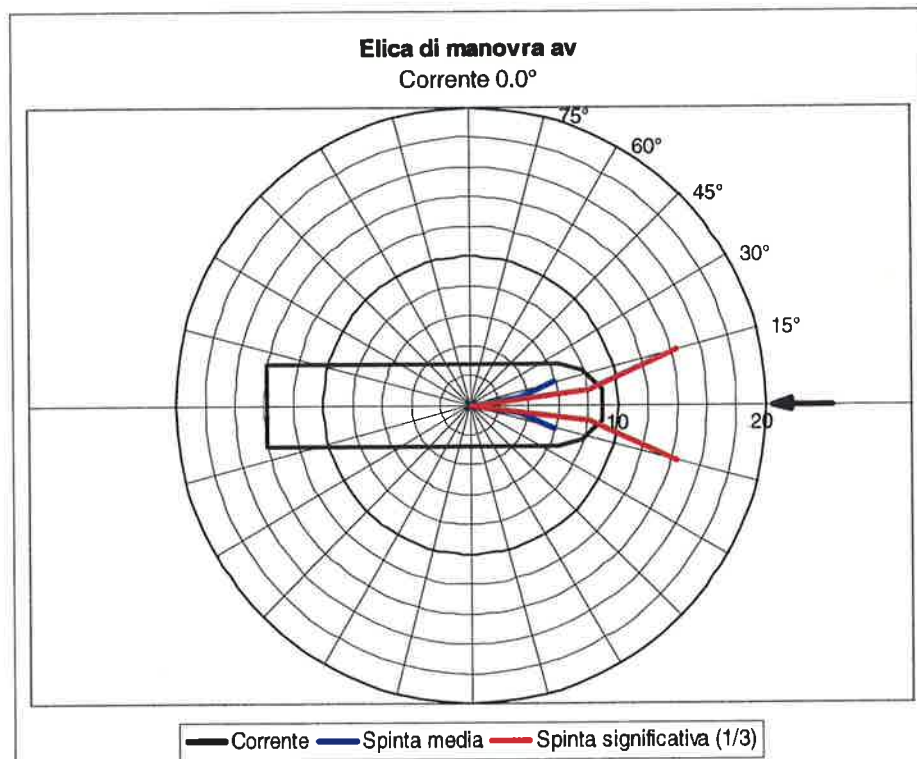


FIGURA 3.168: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA PRUA

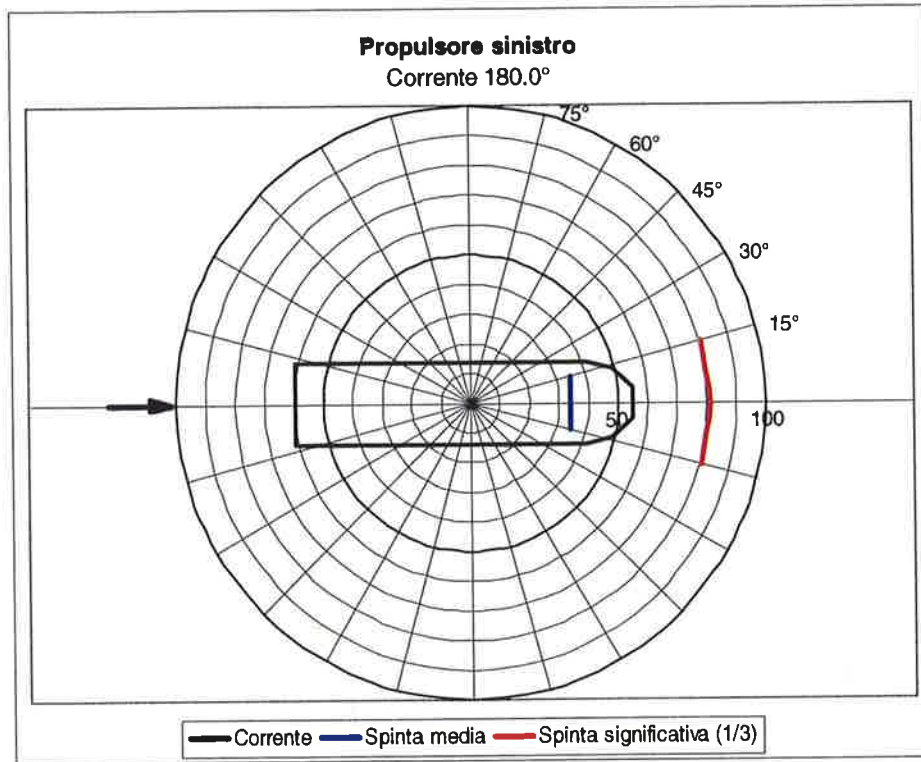


FIGURA 3.169: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

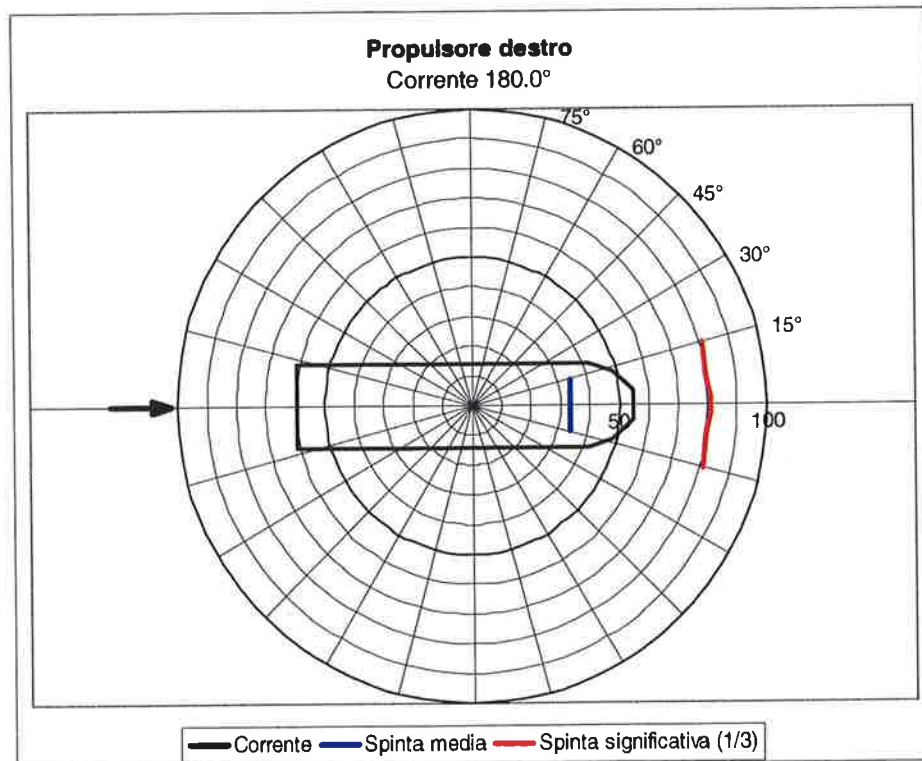


FIGURA 3.170: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

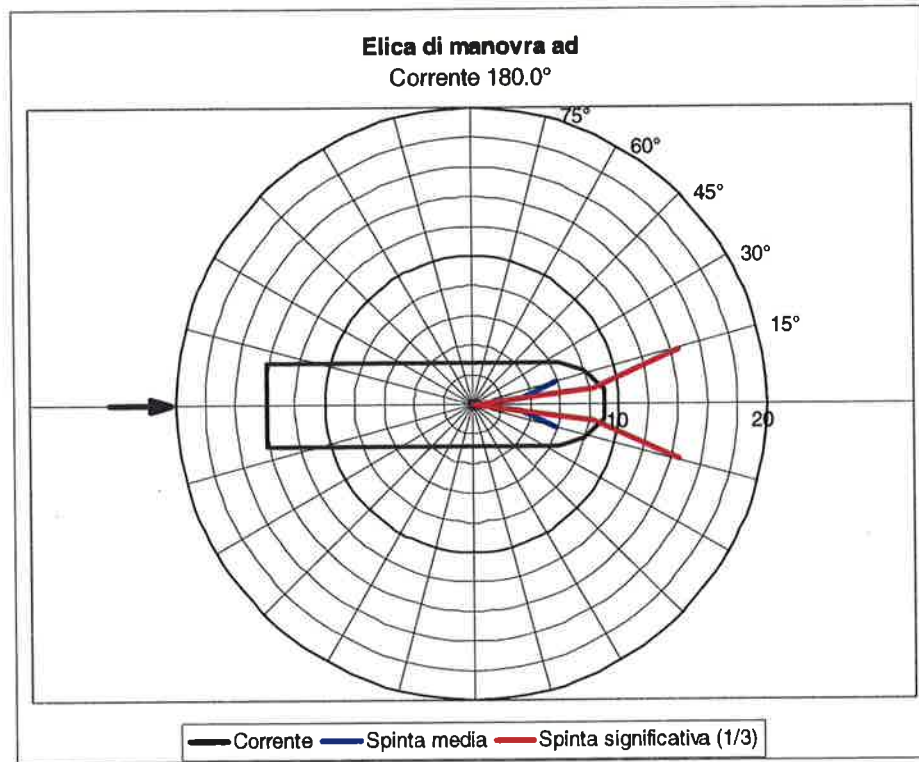


FIGURA 3.171: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA POPPA

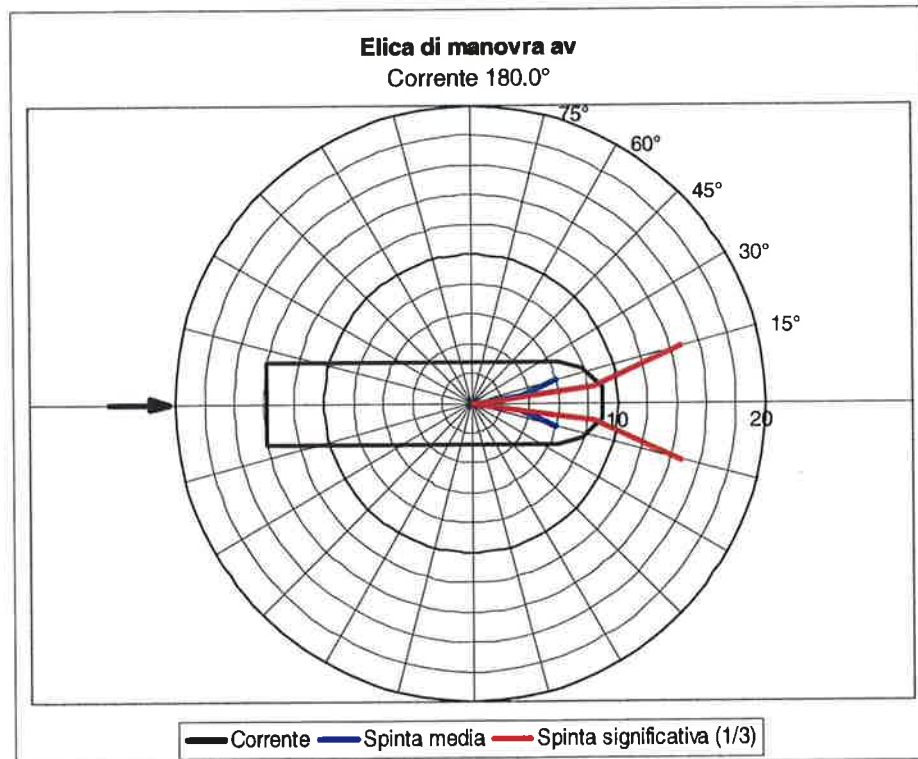


FIGURA 3.172: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA POPPA



Con cassa rilasciata fra le paratoie:

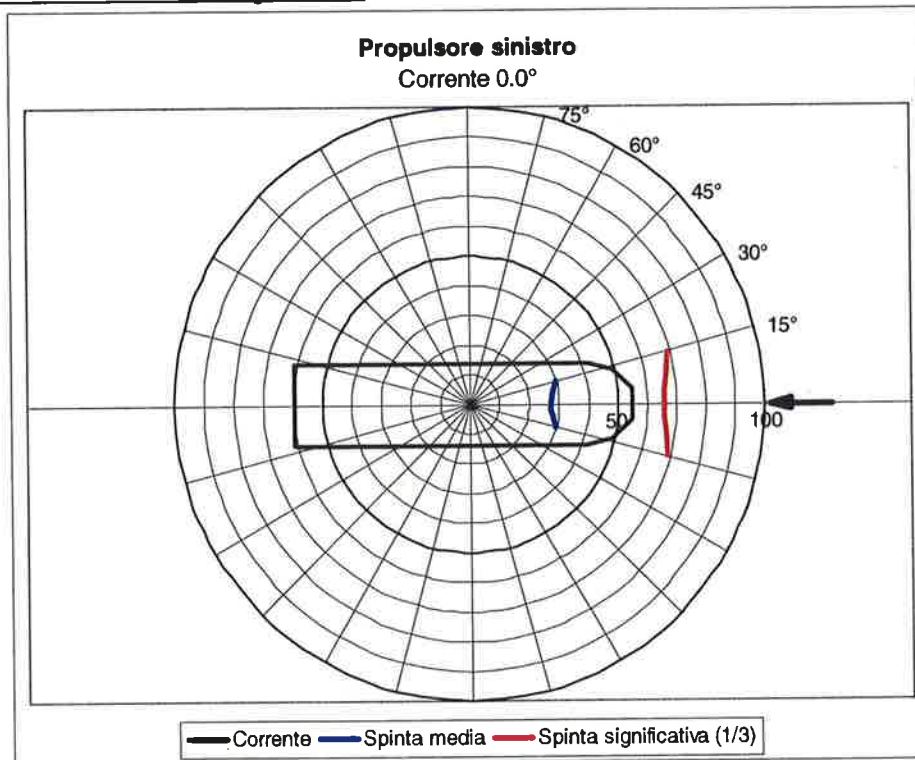


FIGURA 3.173: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA

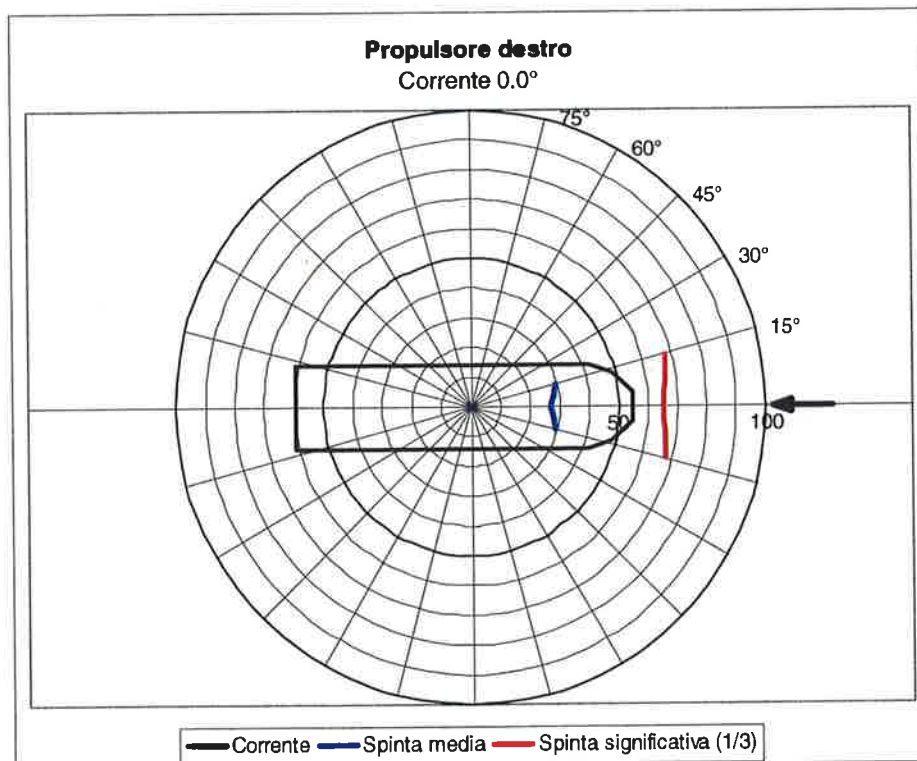


FIGURA 3.174: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA PRUA



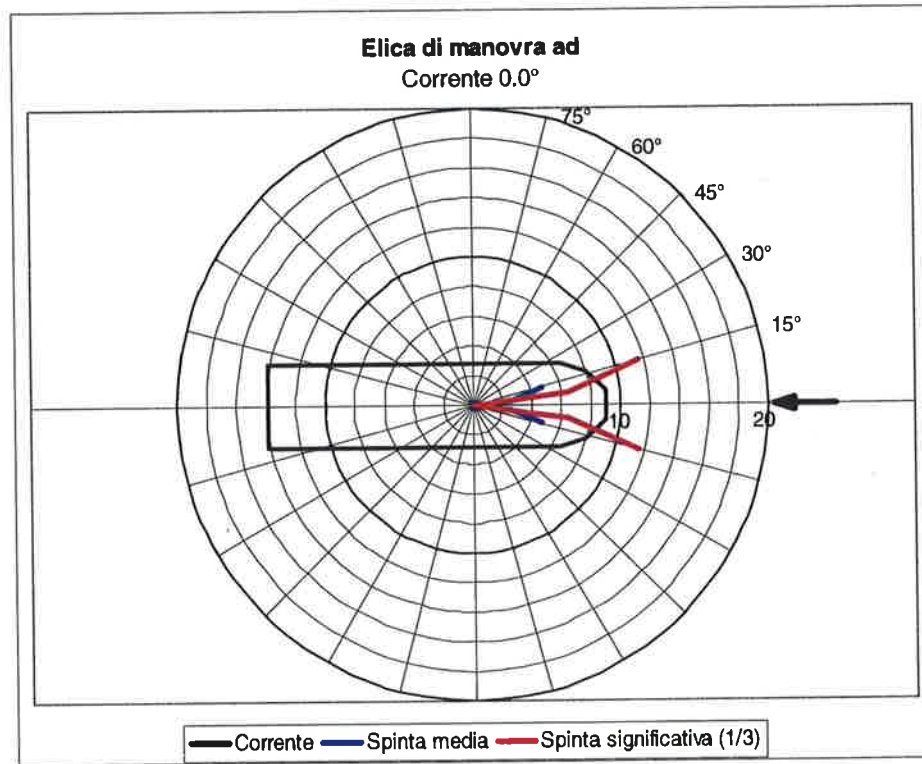


FIGURA 3.175: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA PRUA

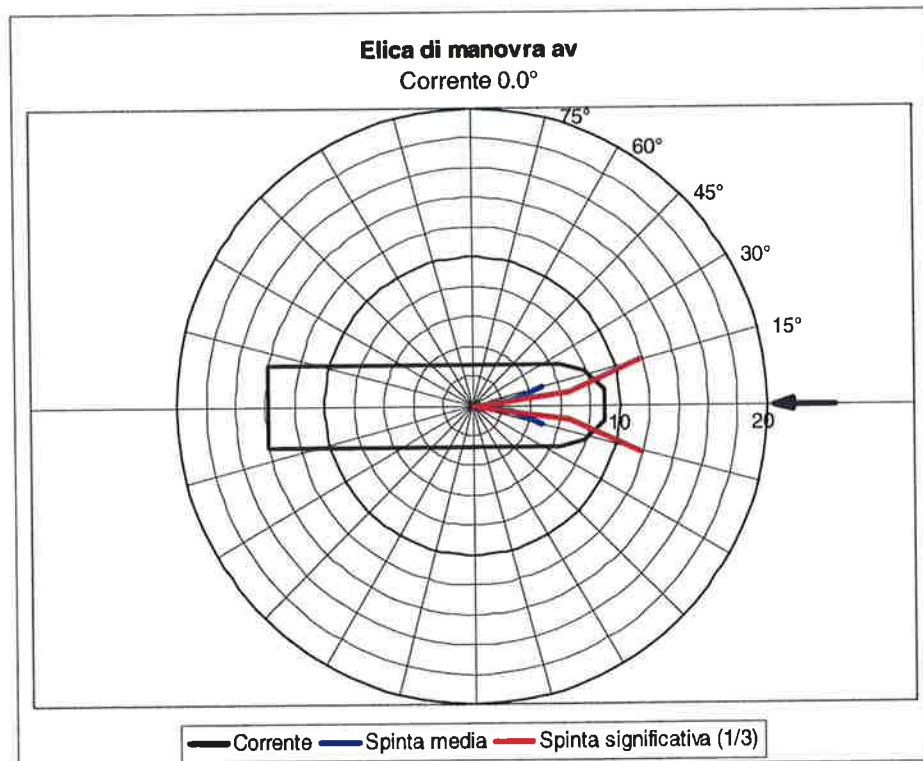


FIGURA 3.176: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA PRUA

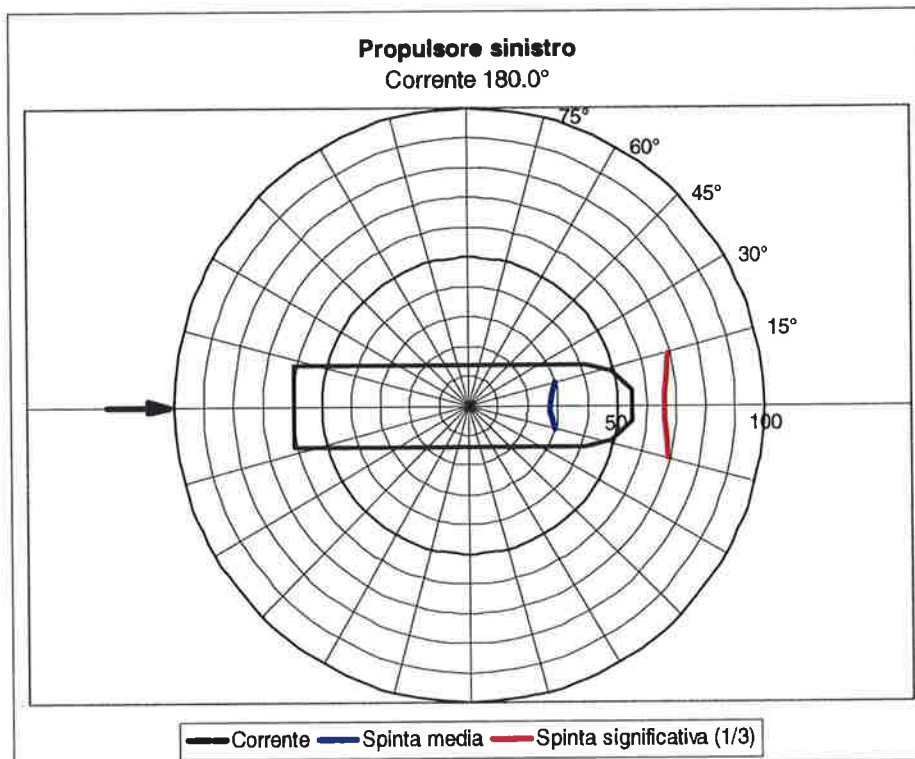


FIGURA 3.177: PROPULSORE SINISTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

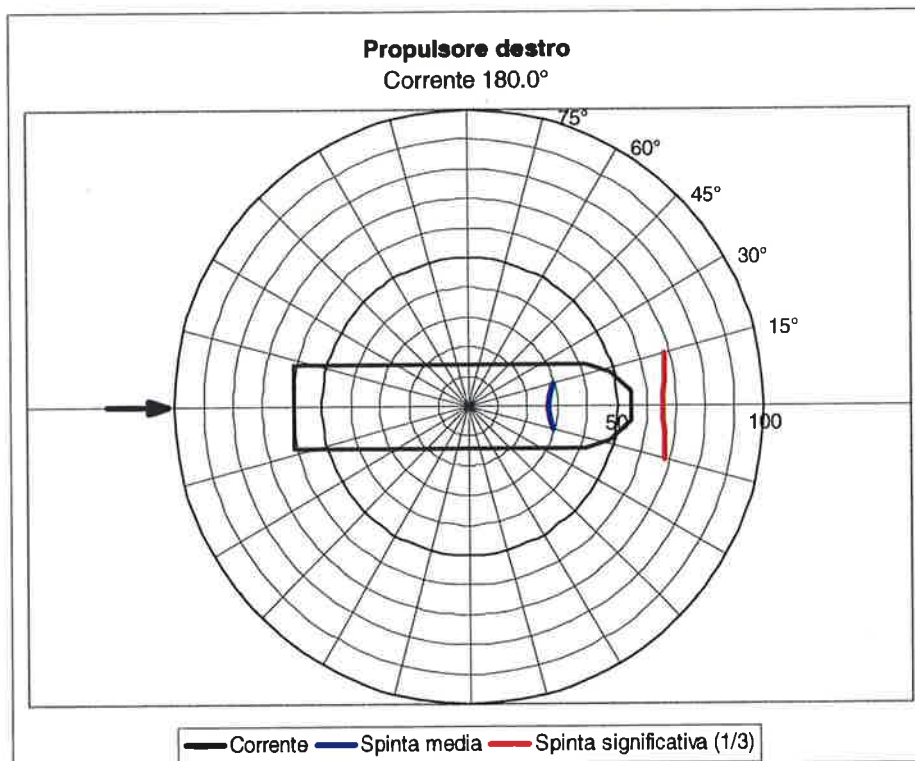


FIGURA 3.178: PROPULSORE DESTRO - ONDA + CORRENTE DA POPPA

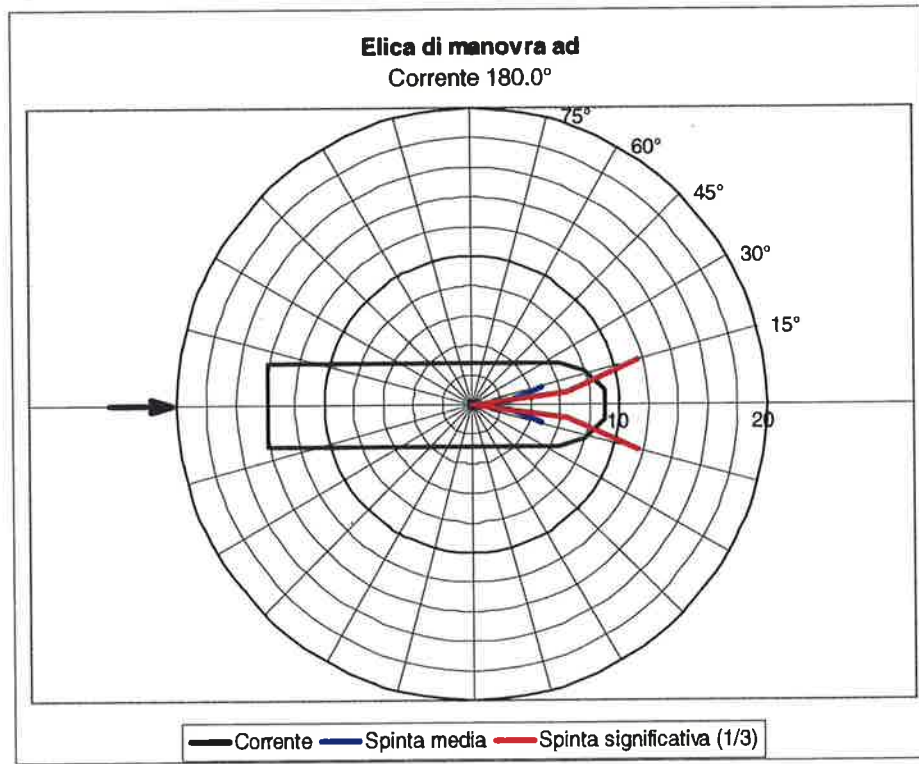


FIGURA 3.179: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA + CORRENTE DA POPPA

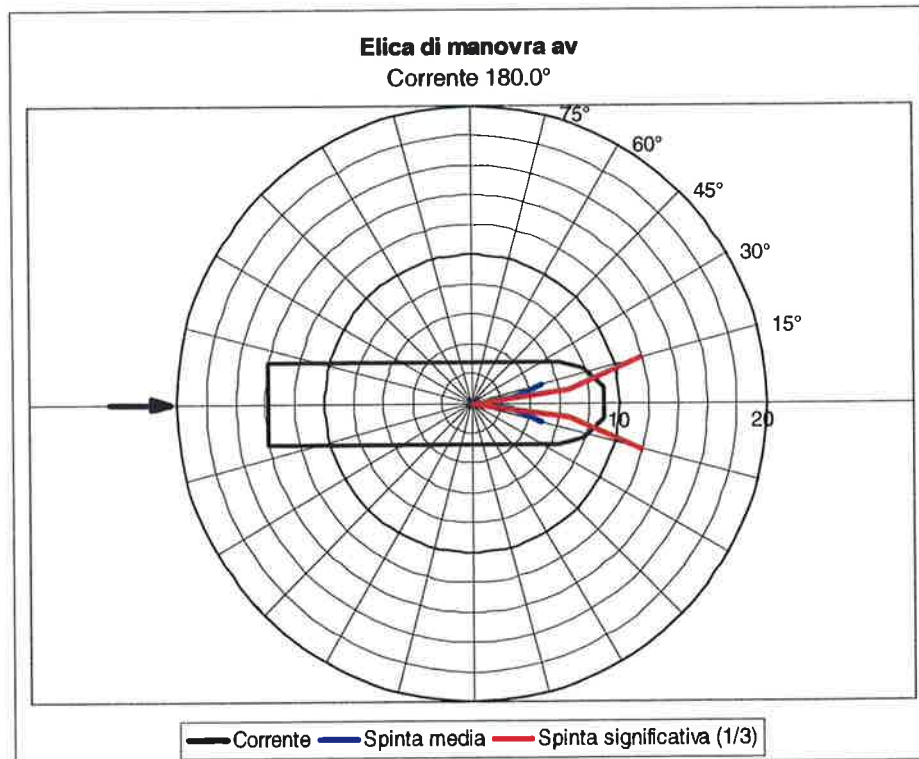
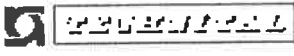


FIGURA 3.180: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA + CORRENTE DA POPPA

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 106
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.5.2.4 *Onda, vento e corrente*

I valori massimi per ogni elica vengono riportati nella tabella seguente:

Condizione	Con cassa a riposo		Con cassa agganciata sul fondo		Con cassa rilasciata fra le paratoie	
	Spinta media	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)	Spinta signific (1/3)
Elica	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Propulsore sinistro	31.2	66.9	42.4	87.1	34.4	72.8
Propulsore destro	31.0	66.8	42.4	87.1	34.3	71.5
Elica di manovra ad	9.2	19.8	9.0	20.6	8.5	18.8
Elica di manovra av	9.2	20.1	9.0	20.7	8.6	19.0

Di seguito vengono riportati i diagrammi polari indicanti le spinte richieste alle eliche nelle varie combinazioni di onda, vento e corrente.

Le spinte vanno lette lungo la linea definita dalla direzione del vento e nella scala indicata a 0°.



Con cassa a riposo:

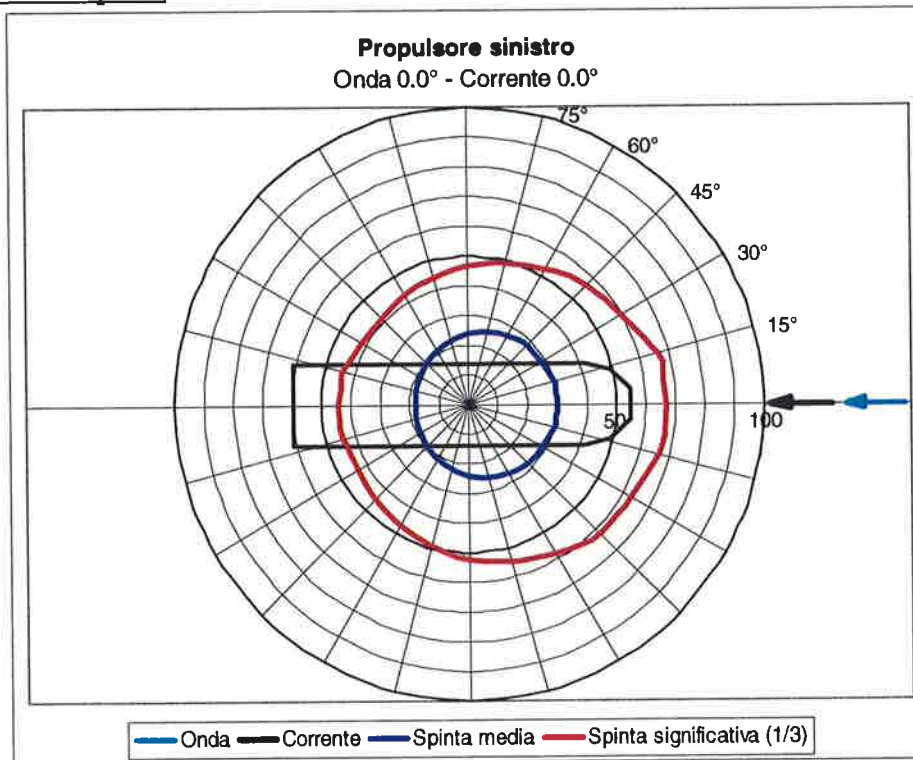


FIGURA 3.181: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

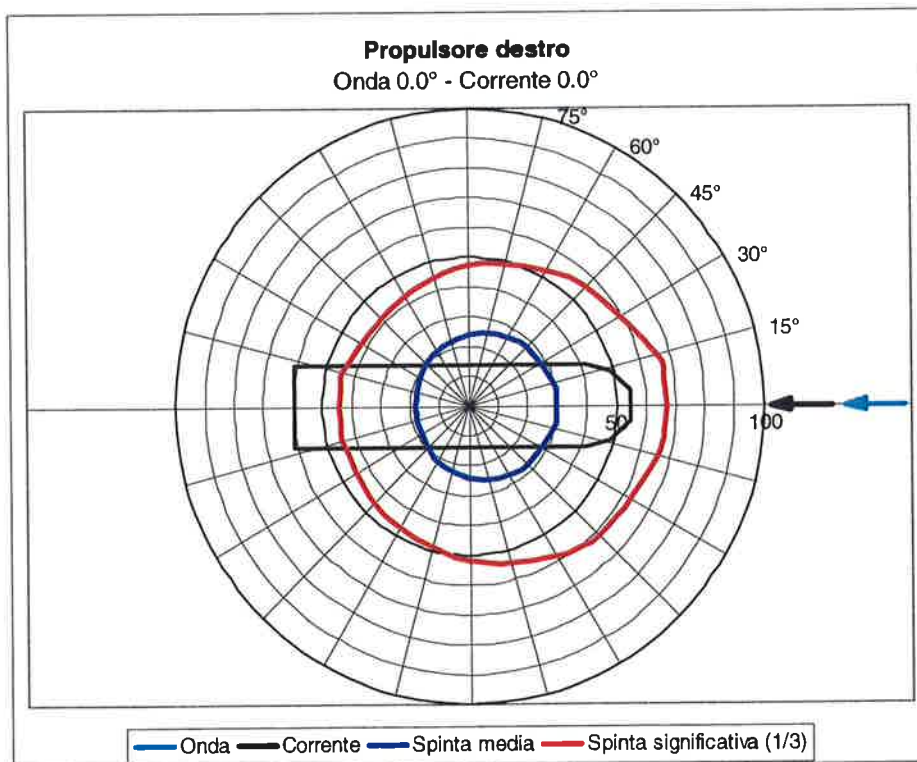


FIGURA 3.182: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

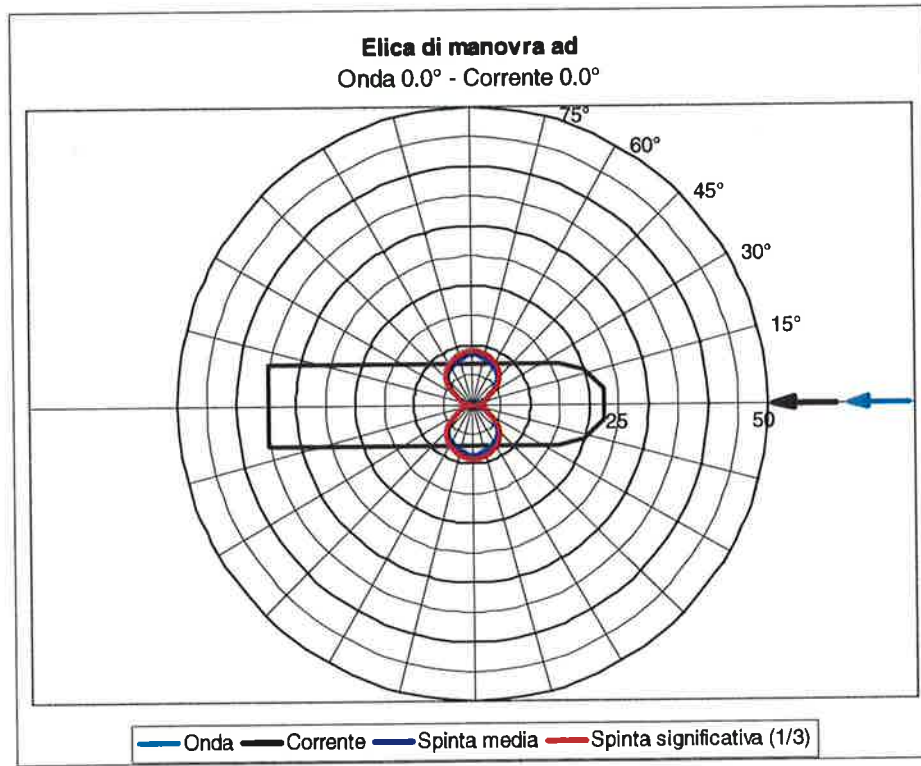


FIGURA 3.183: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

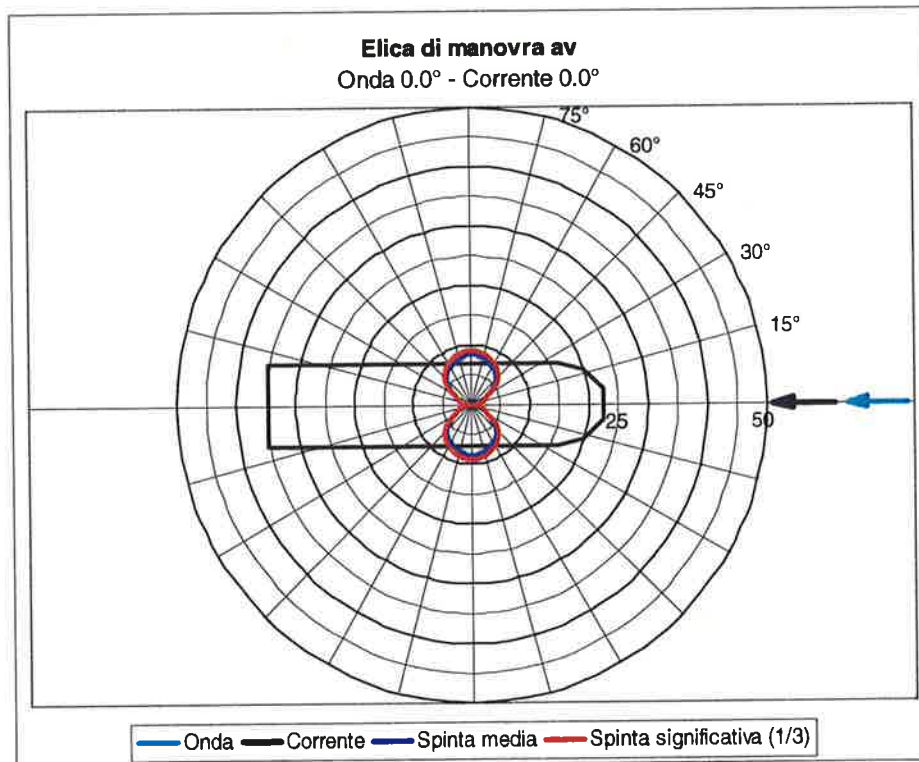


FIGURA 3.184: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

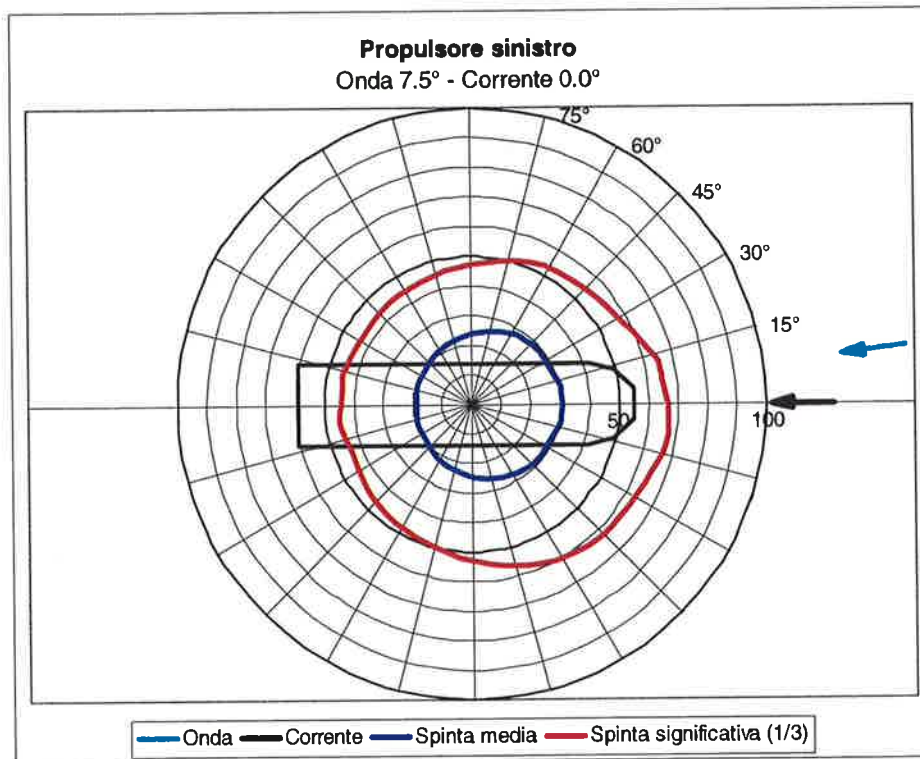


FIGURA 3.185: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

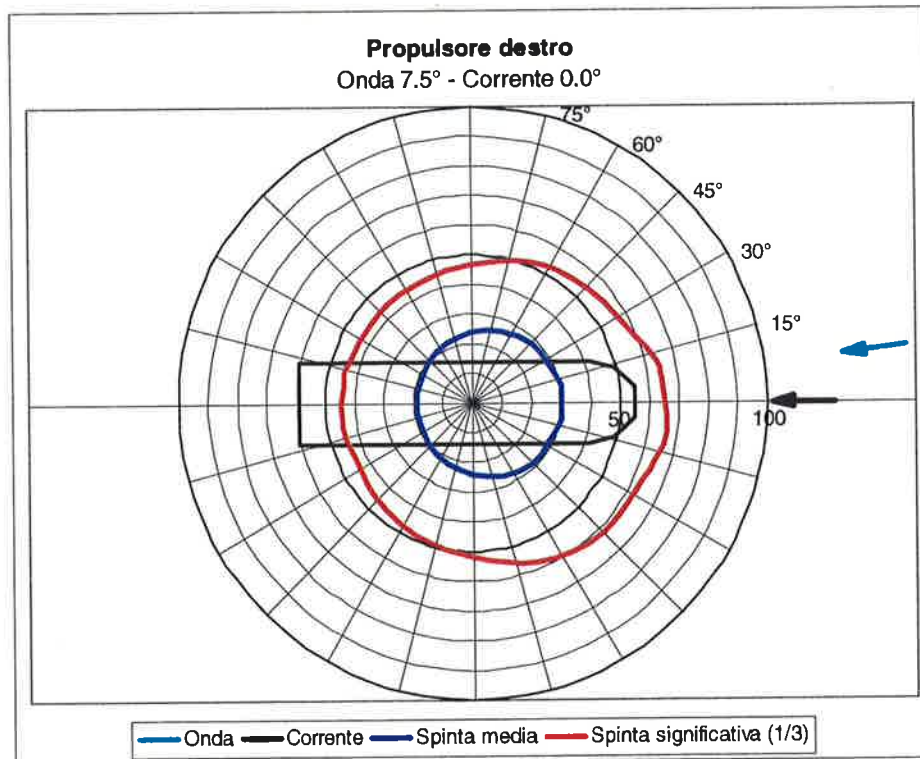


FIGURA 3.186: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



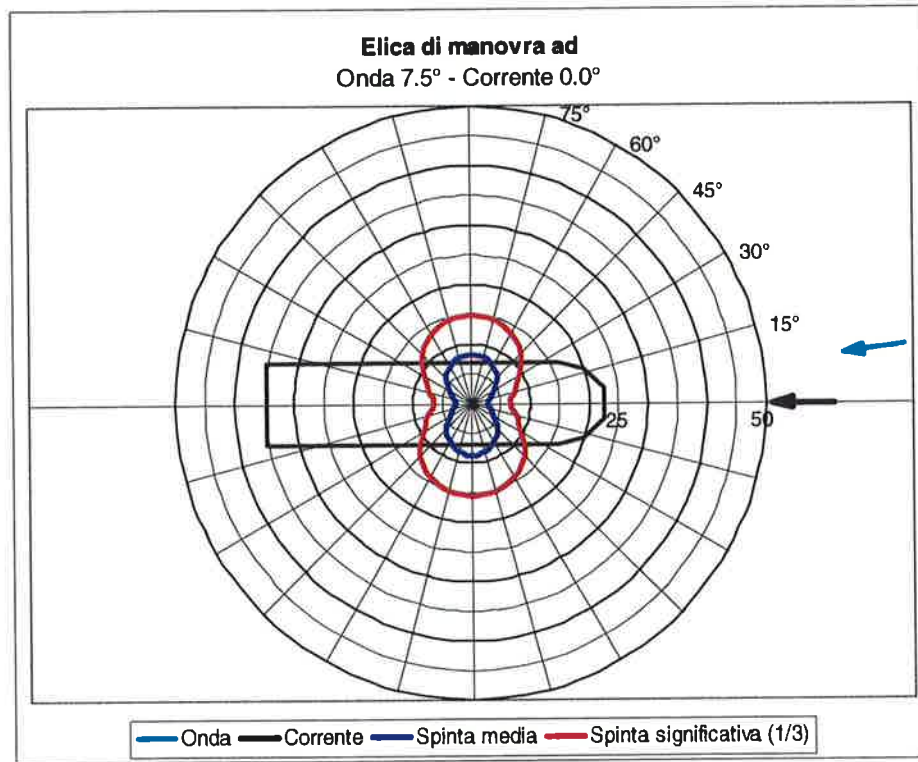


FIGURA 3.187: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

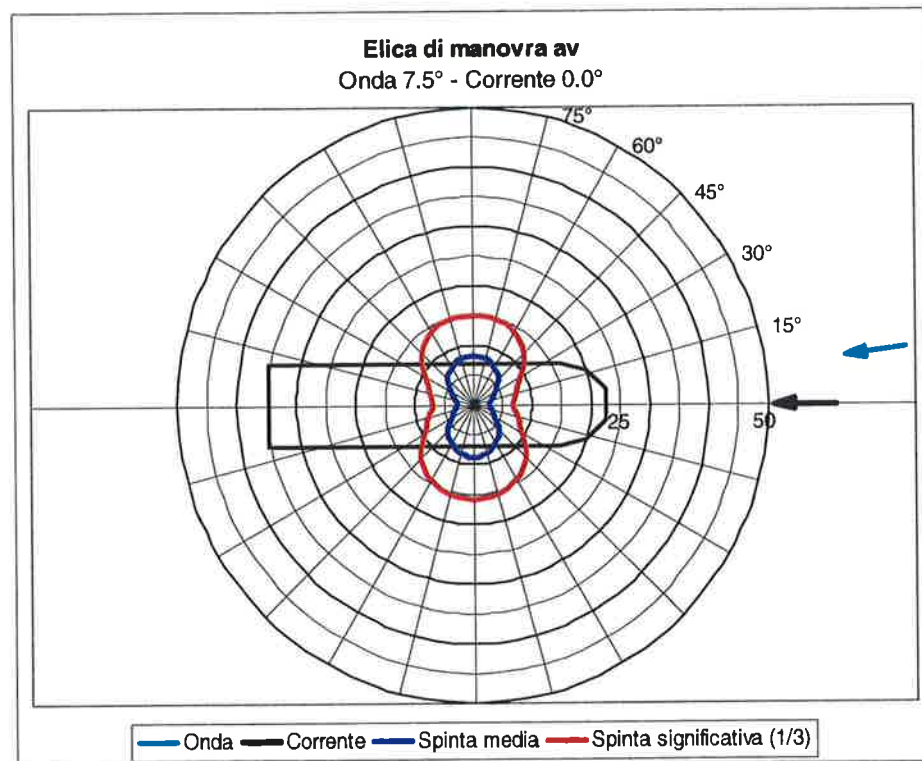


FIGURA 3.188: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



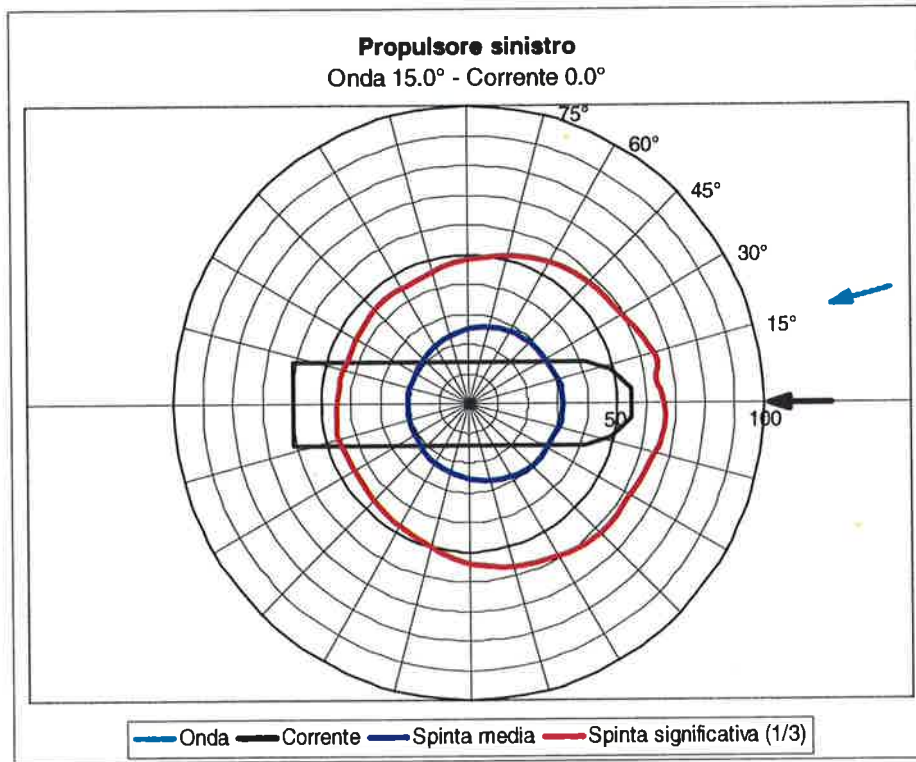


FIGURA 3.189: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

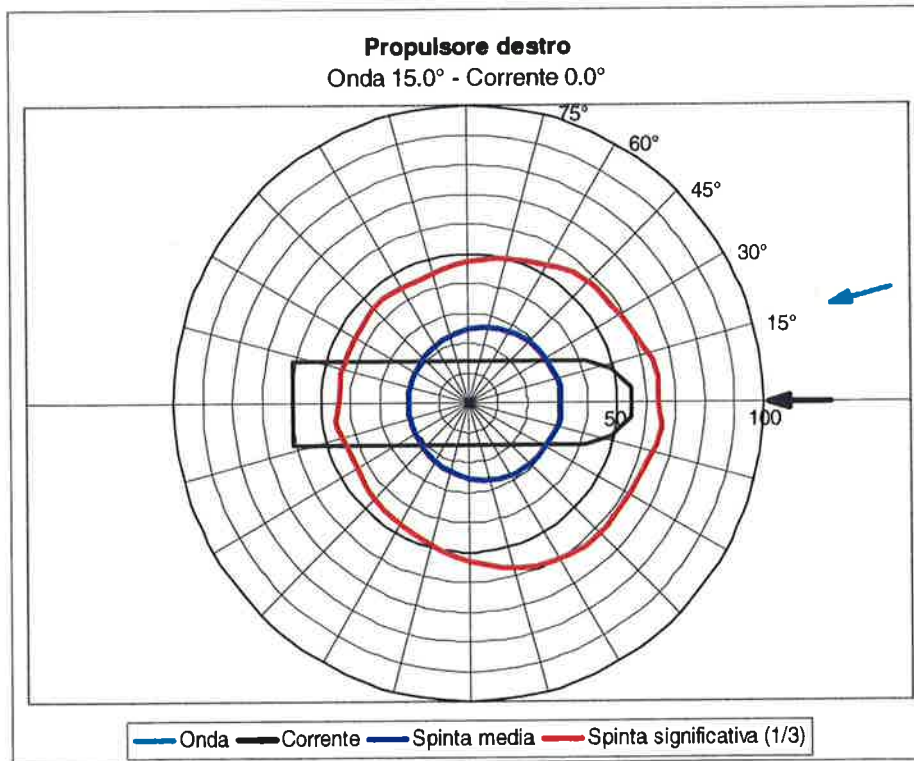


FIGURA 3.190: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

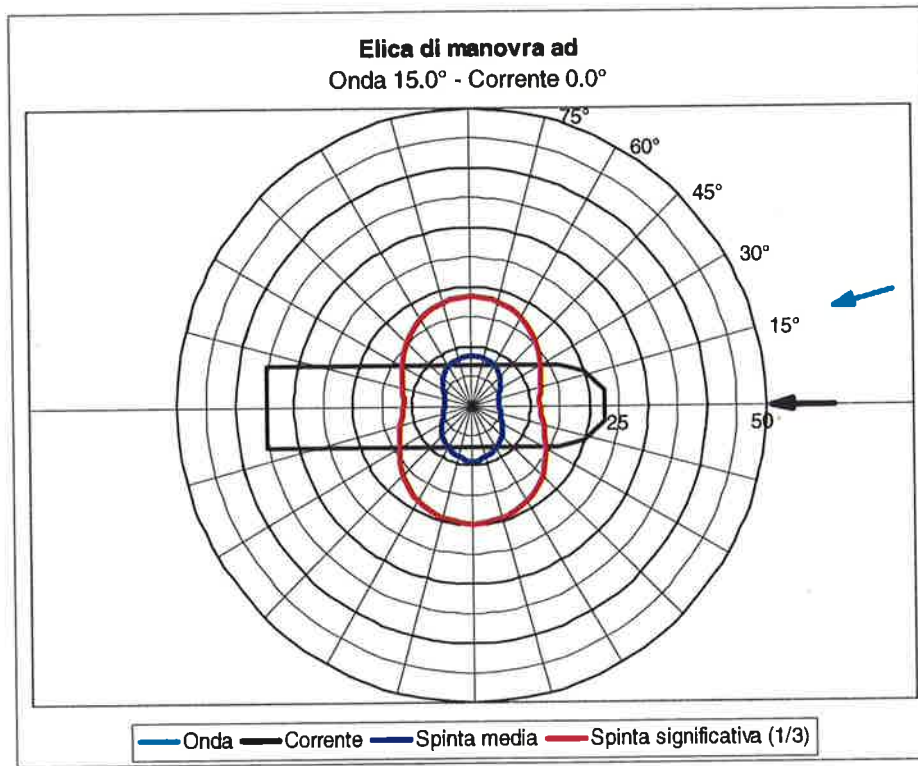


FIGURA 3.191: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

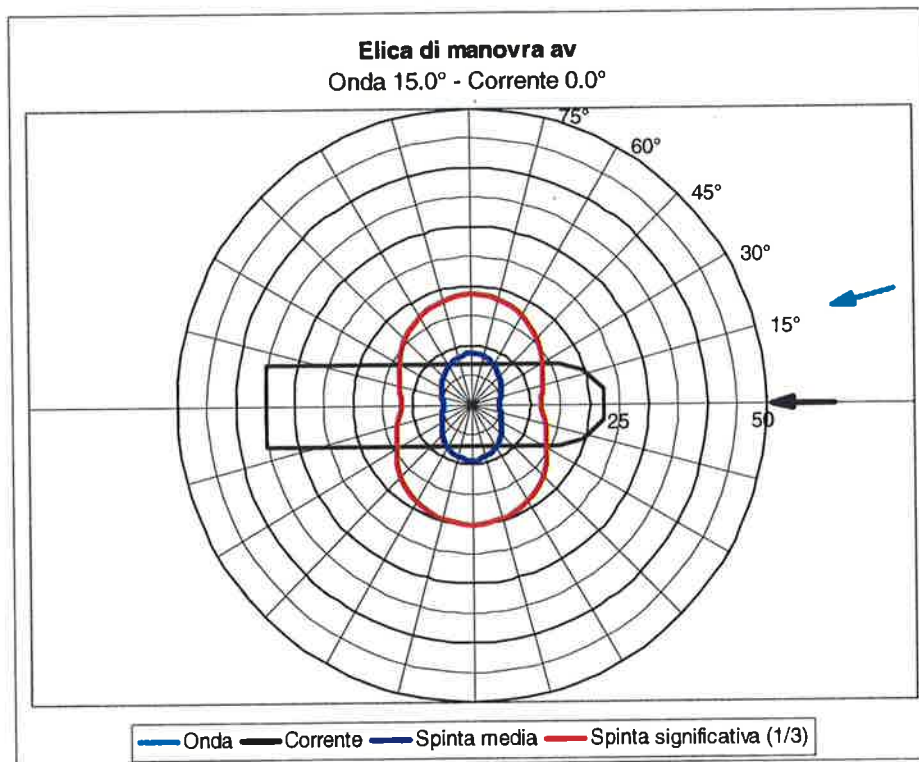


FIGURA 3.192: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

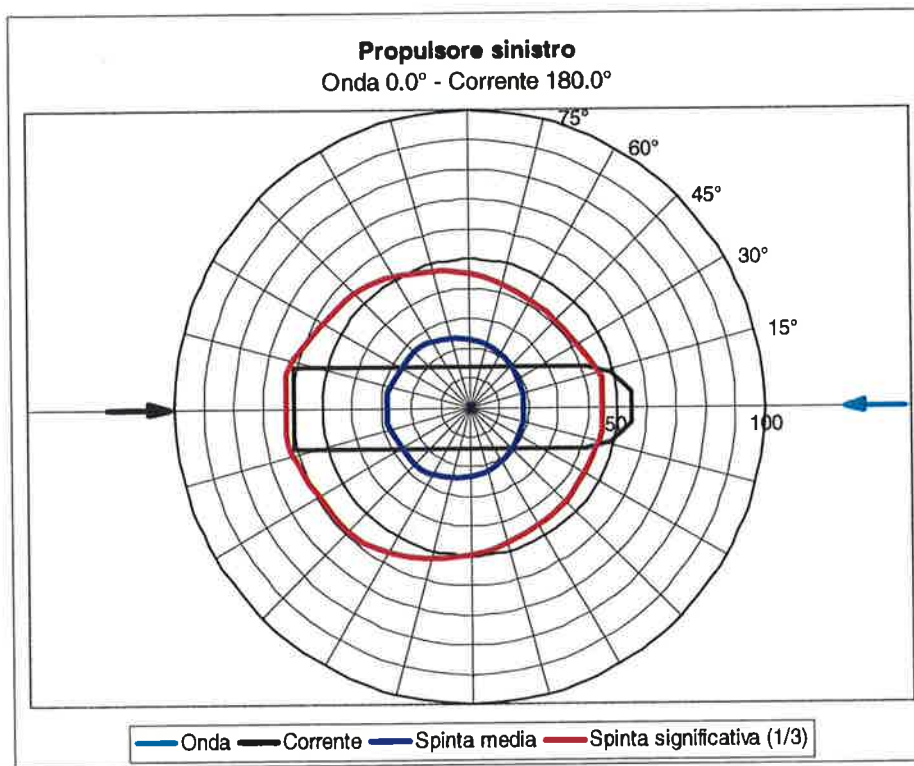


FIGURA 3.193: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

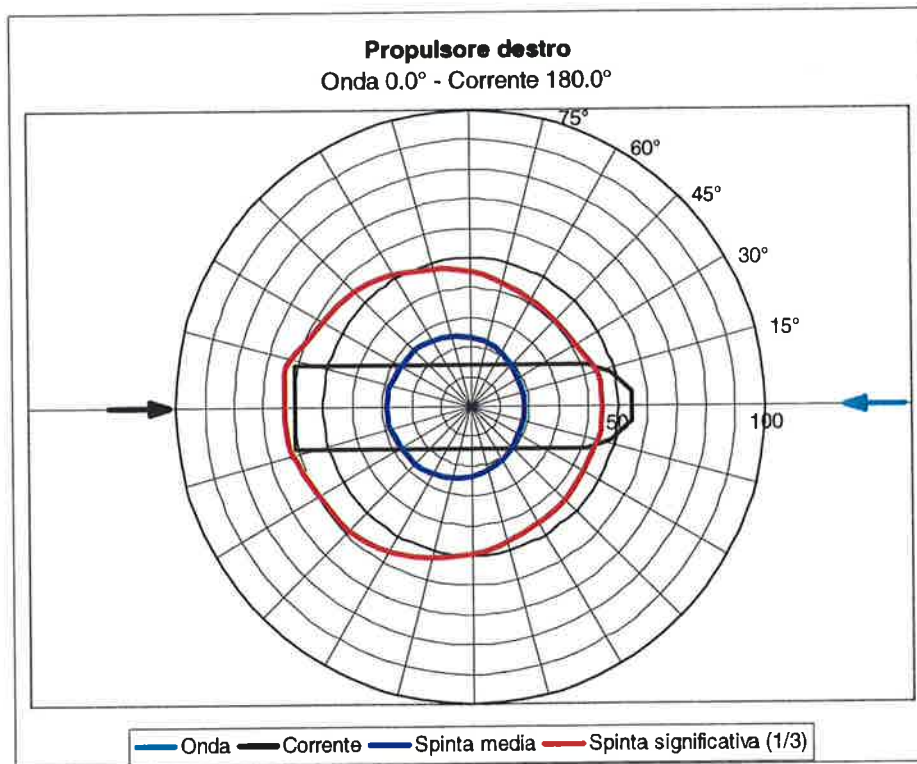


FIGURA 3.194: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



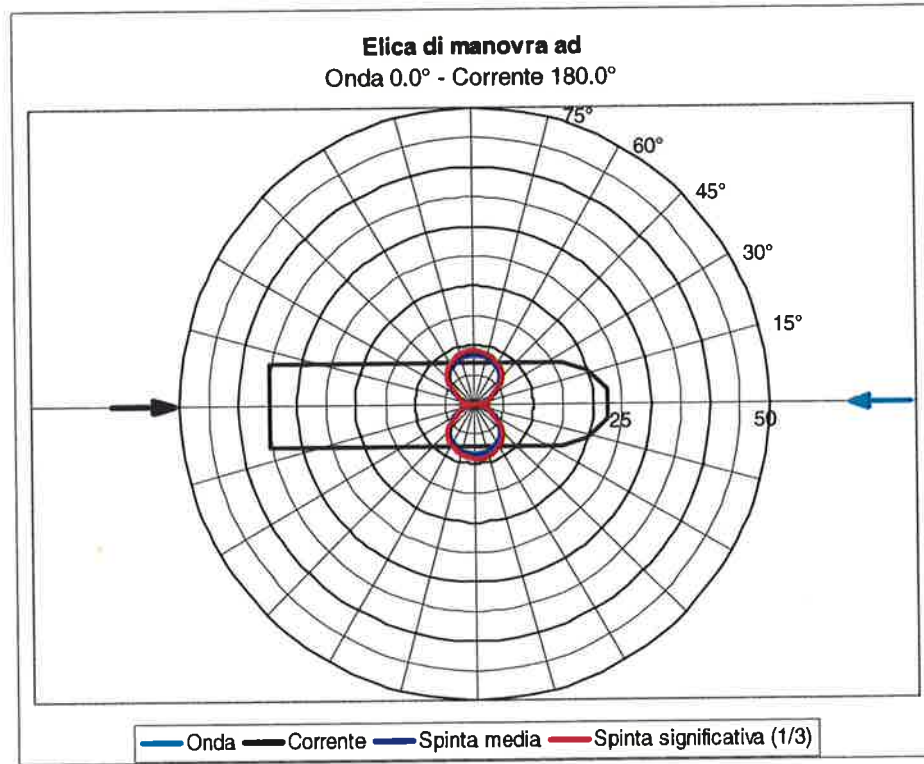


FIGURA 3.195: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

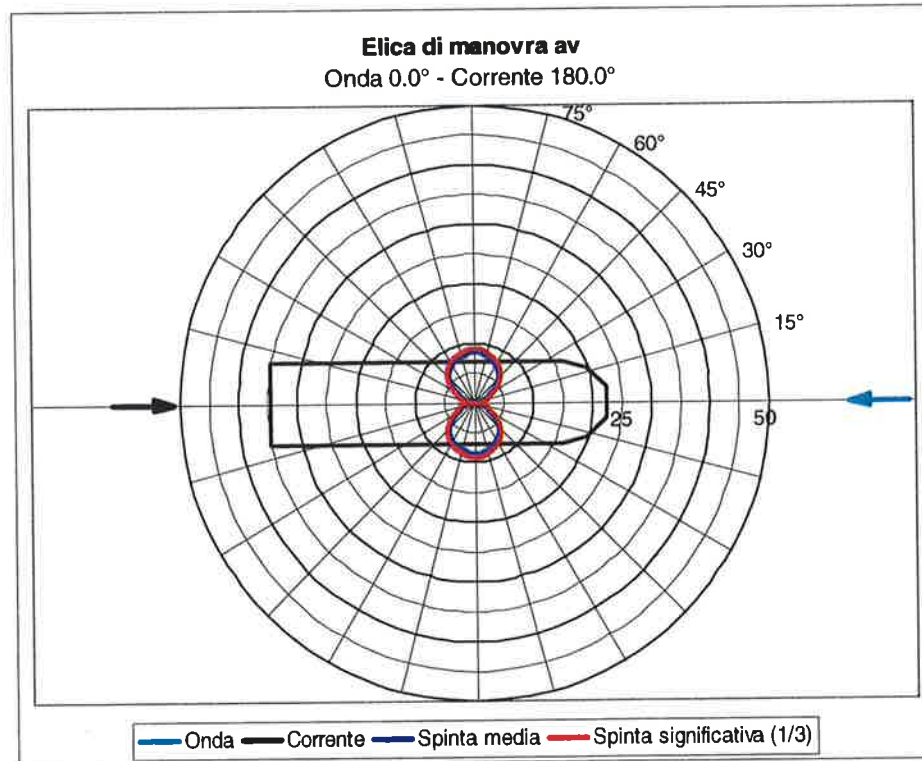


FIGURA 3.196: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



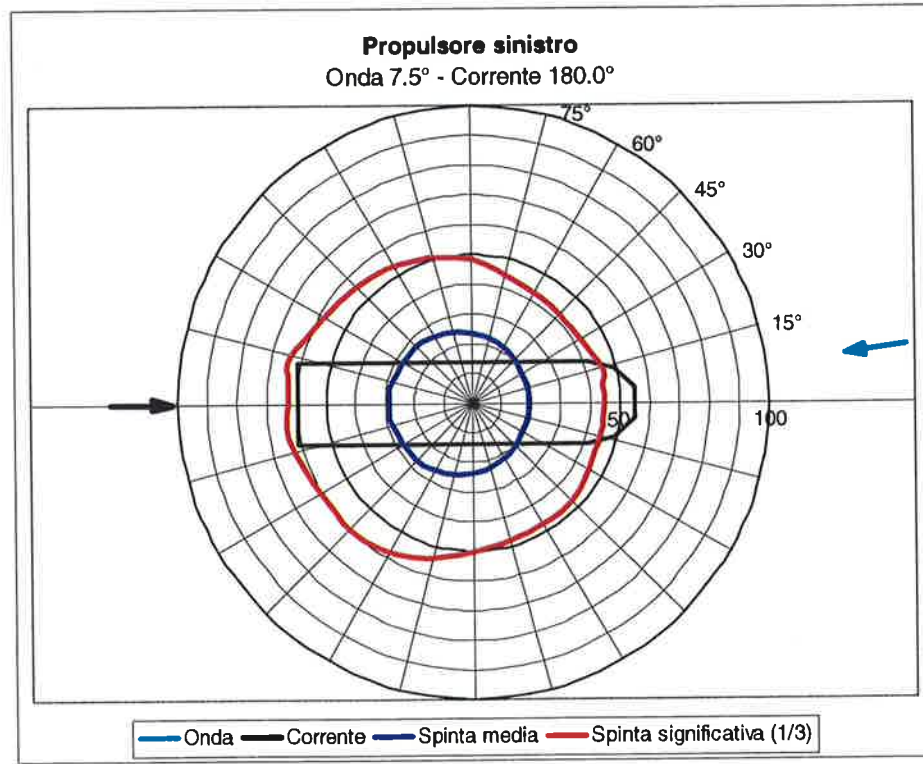


FIGURA 3.197: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

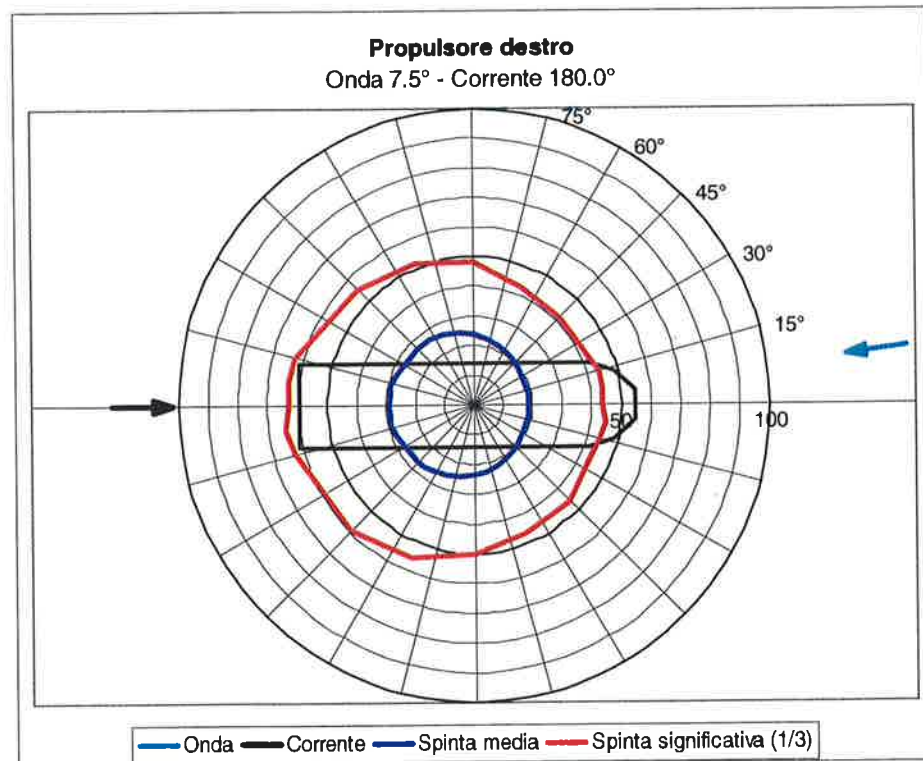


FIGURA 3.198: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

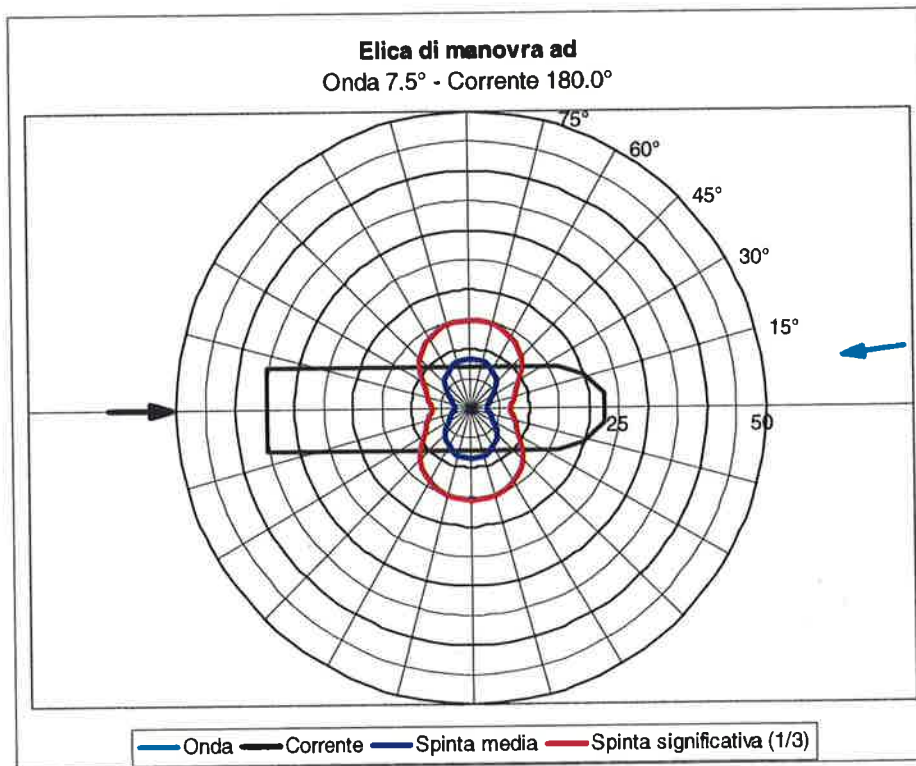


FIGURA 3.199: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

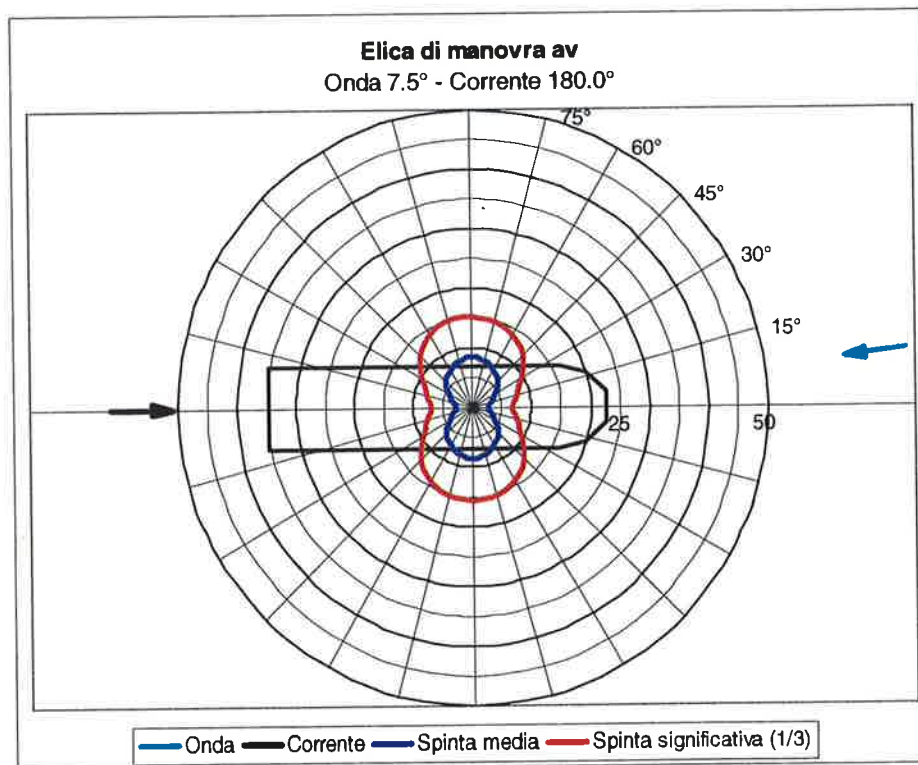


FIGURA 3.200: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

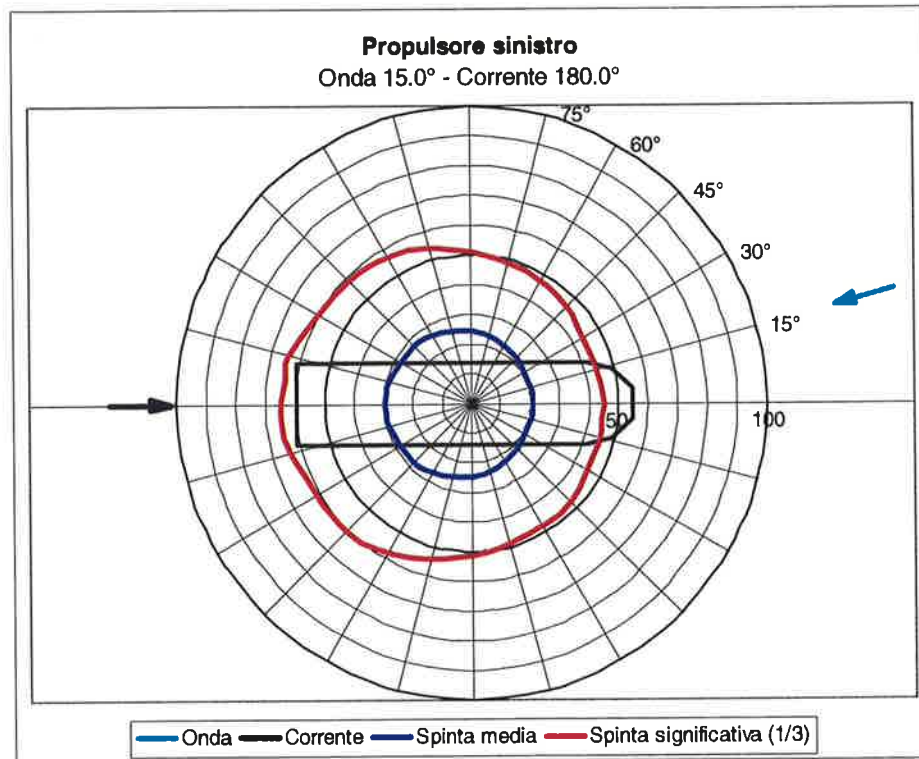


FIGURA 3.201: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

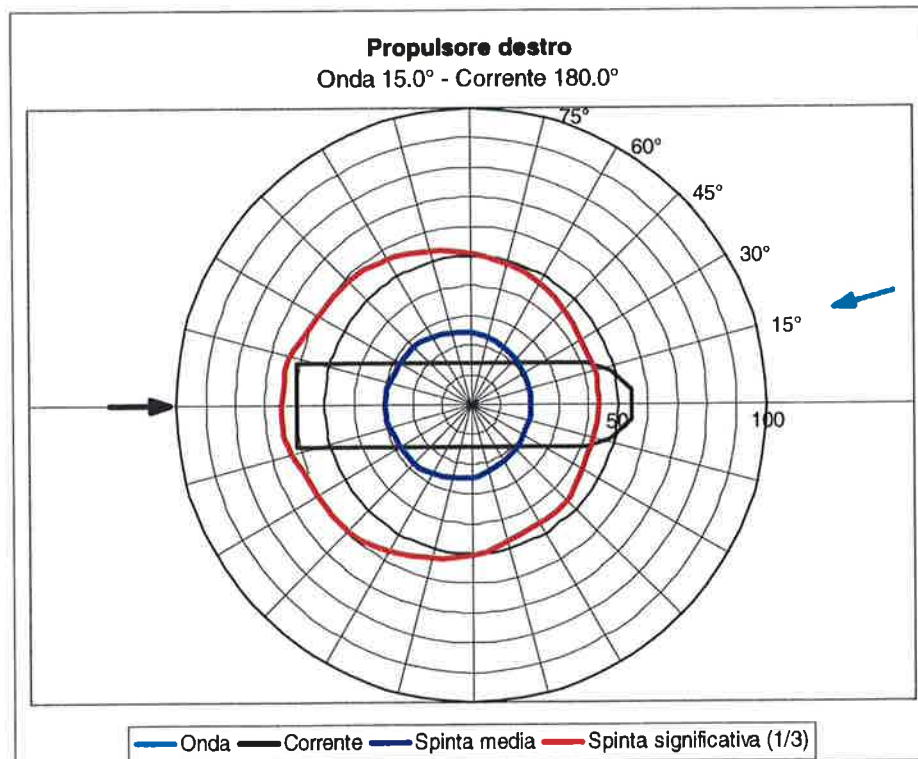


FIGURA 3.202: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



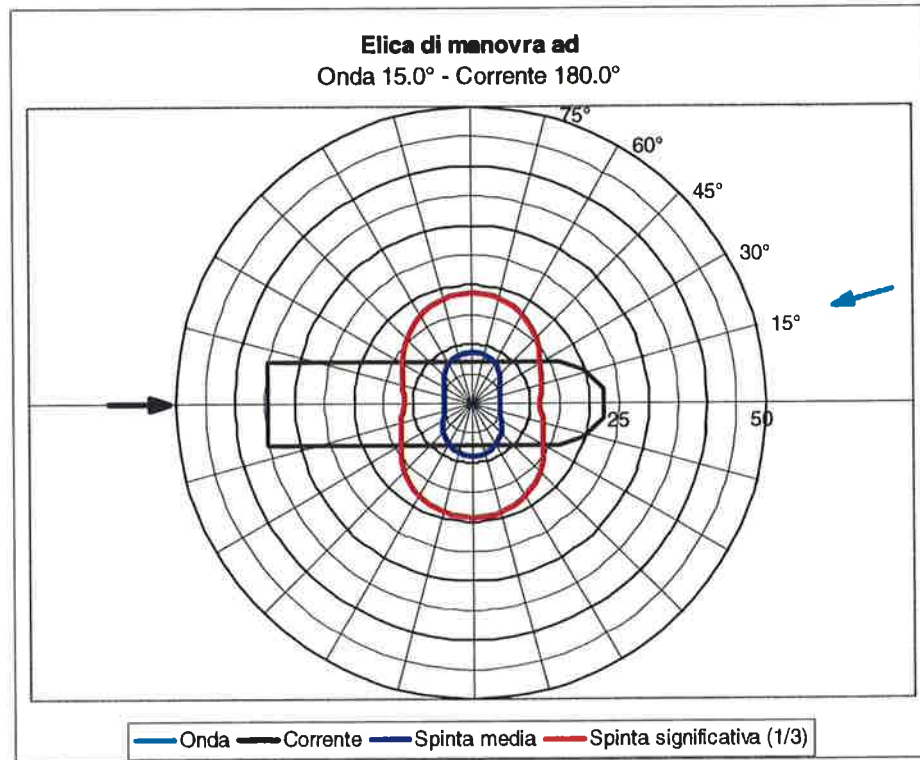


FIGURA 3.203: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

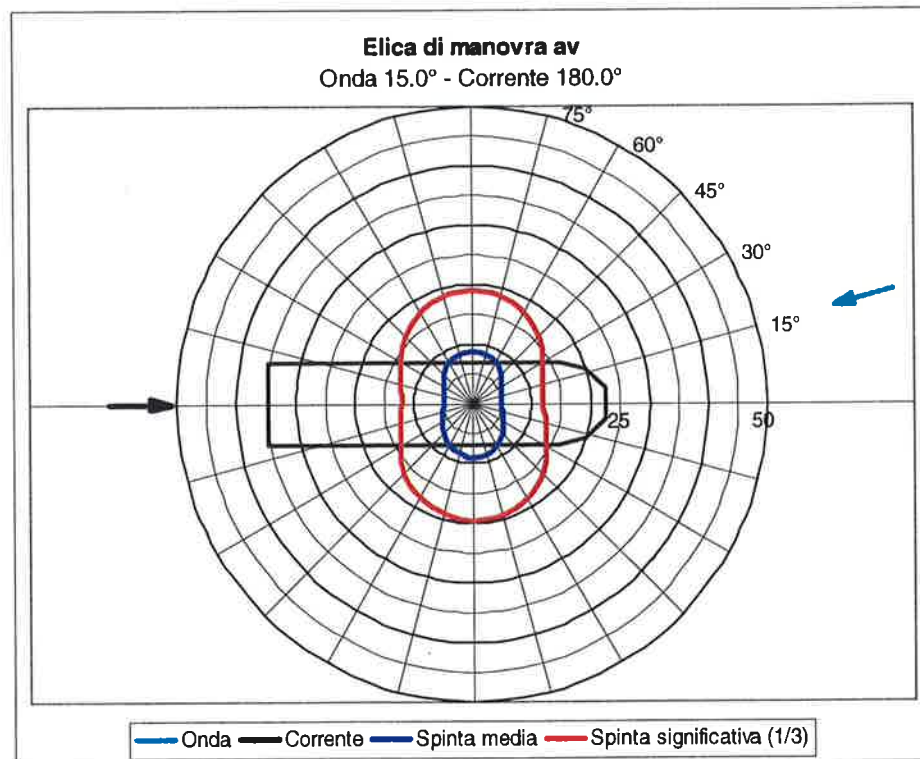


FIGURA 3.204: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



Con cassa agganciata sul fondo:

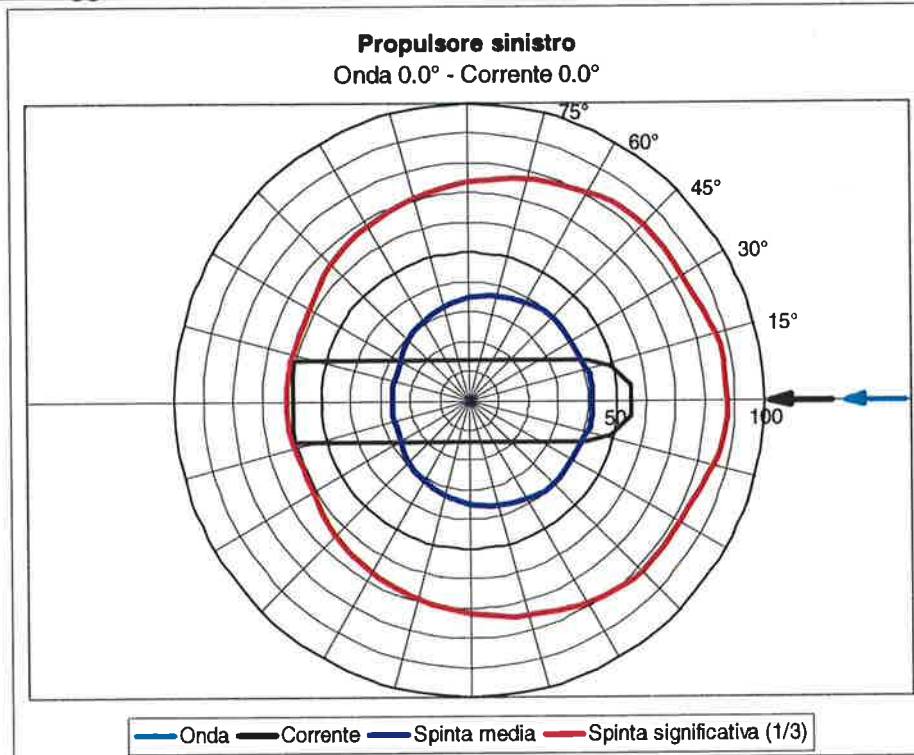


FIGURA 3.205: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

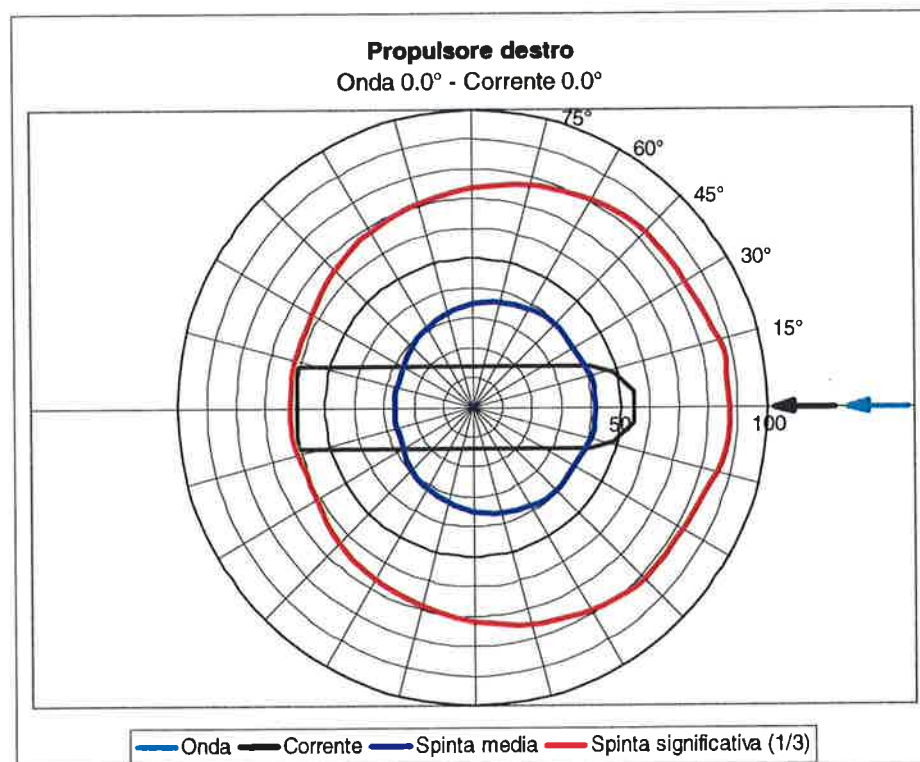


FIGURA 3.206: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

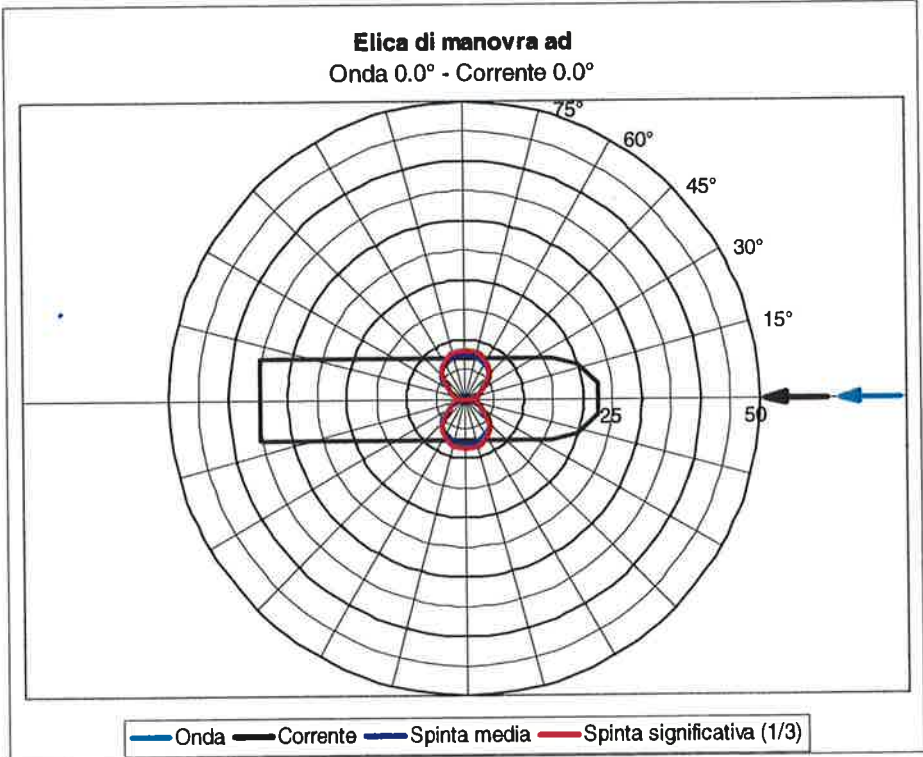


FIGURA 3.207: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

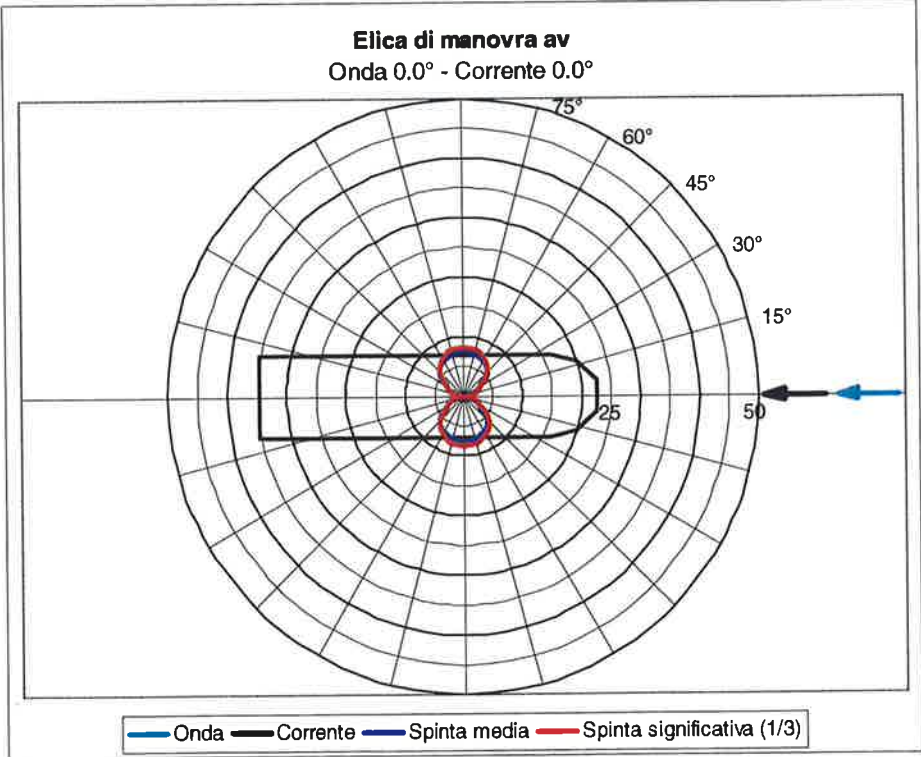


FIGURA 3.208: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

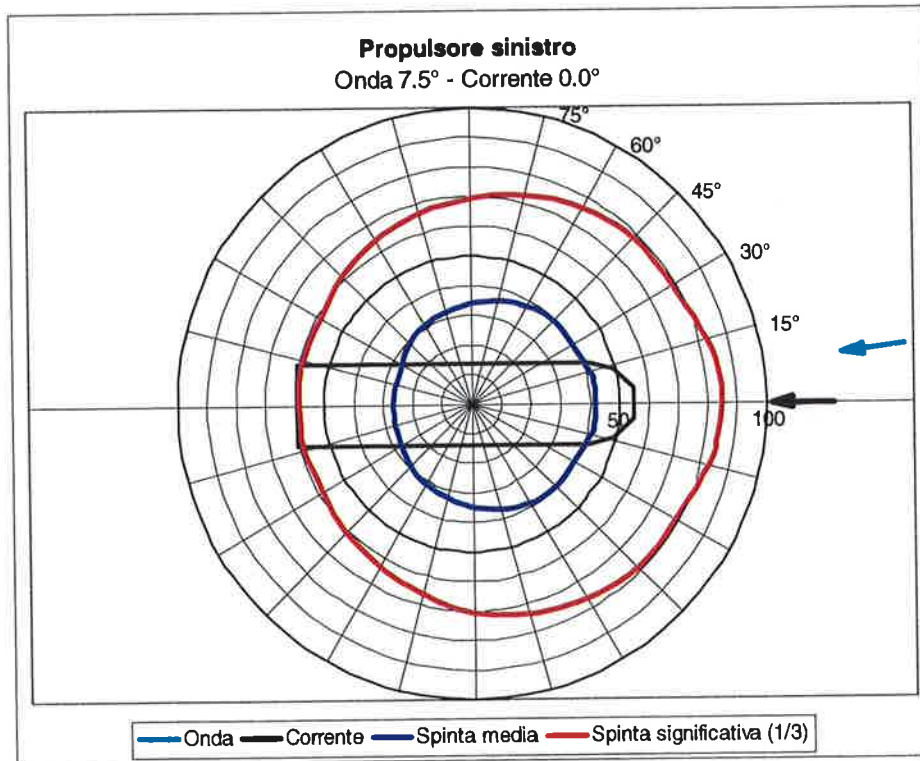


FIGURA 3.209: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

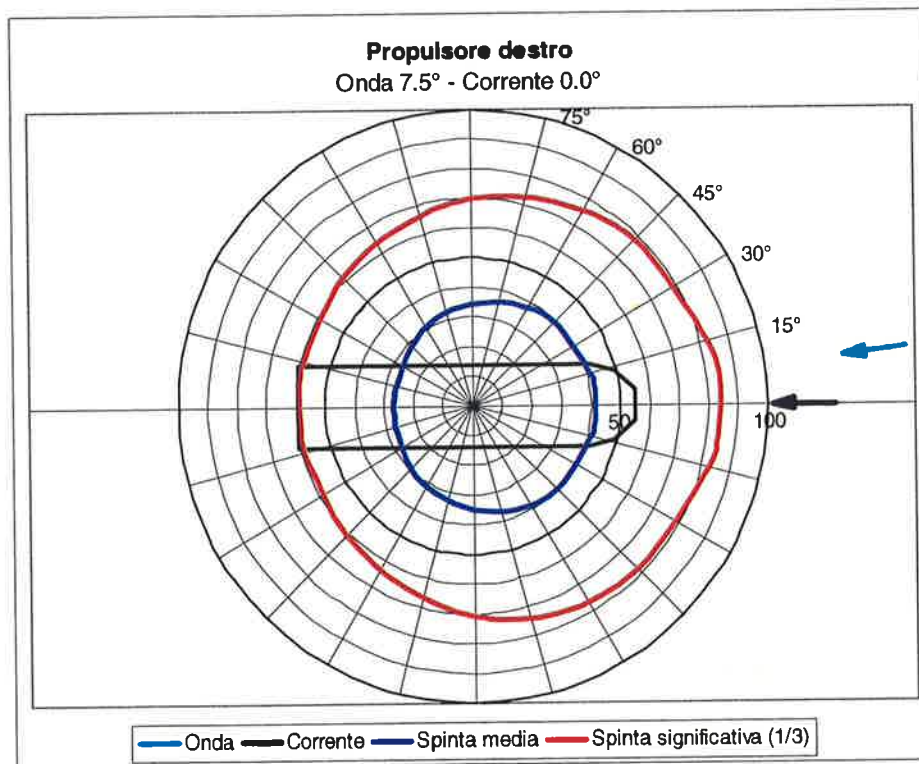


FIGURA 3.210: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



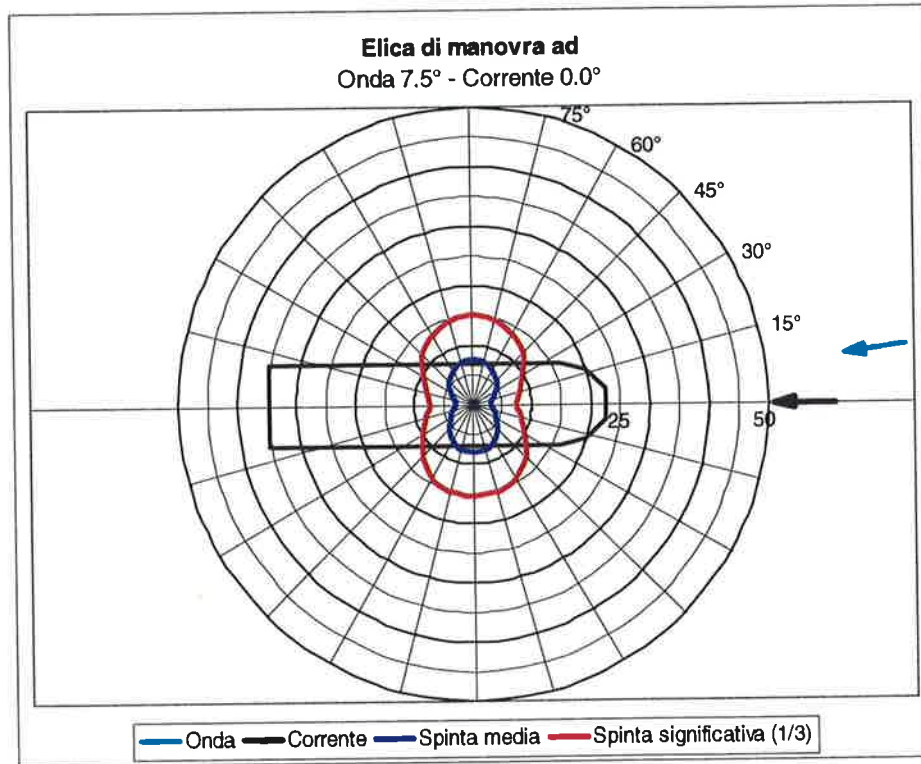


FIGURA 3.211: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

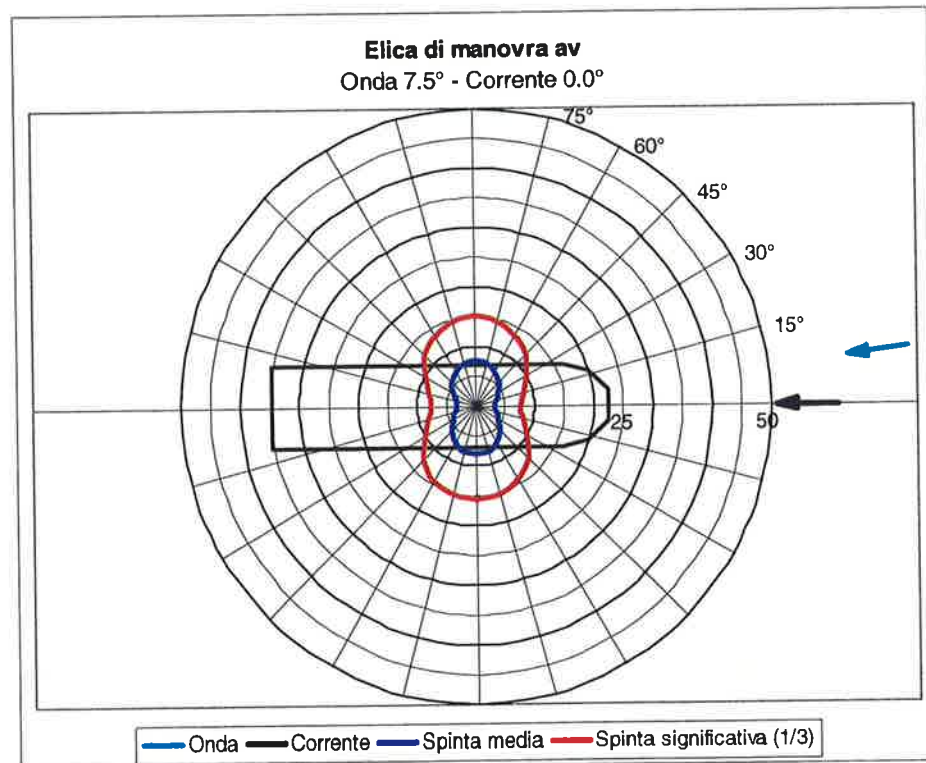


FIGURA 3.212: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



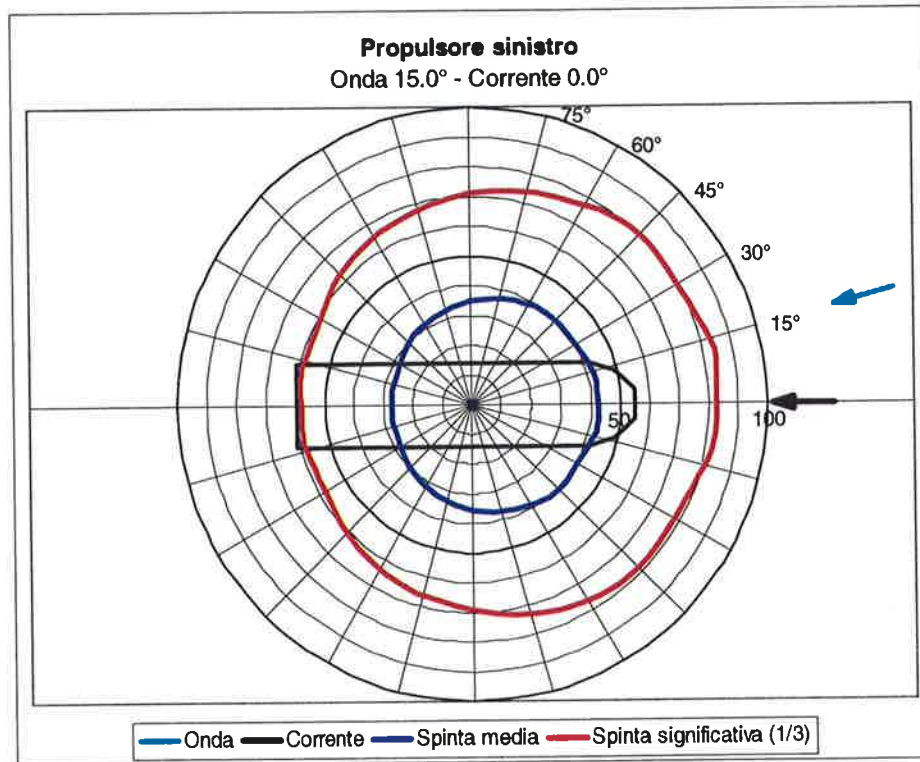


FIGURA 3.213: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

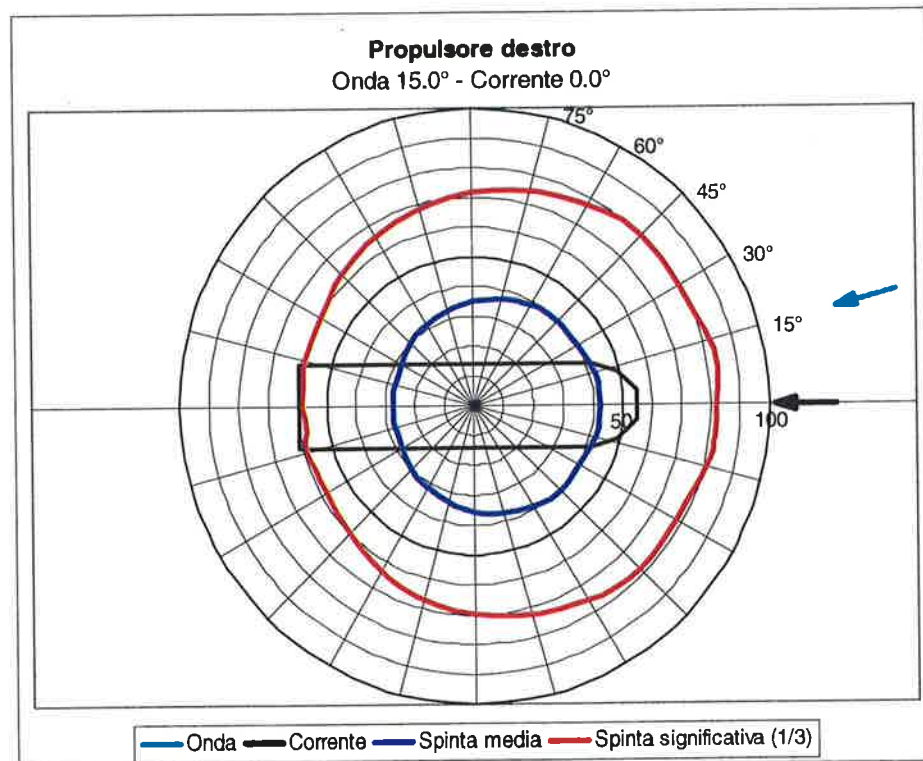


FIGURA 3.214: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

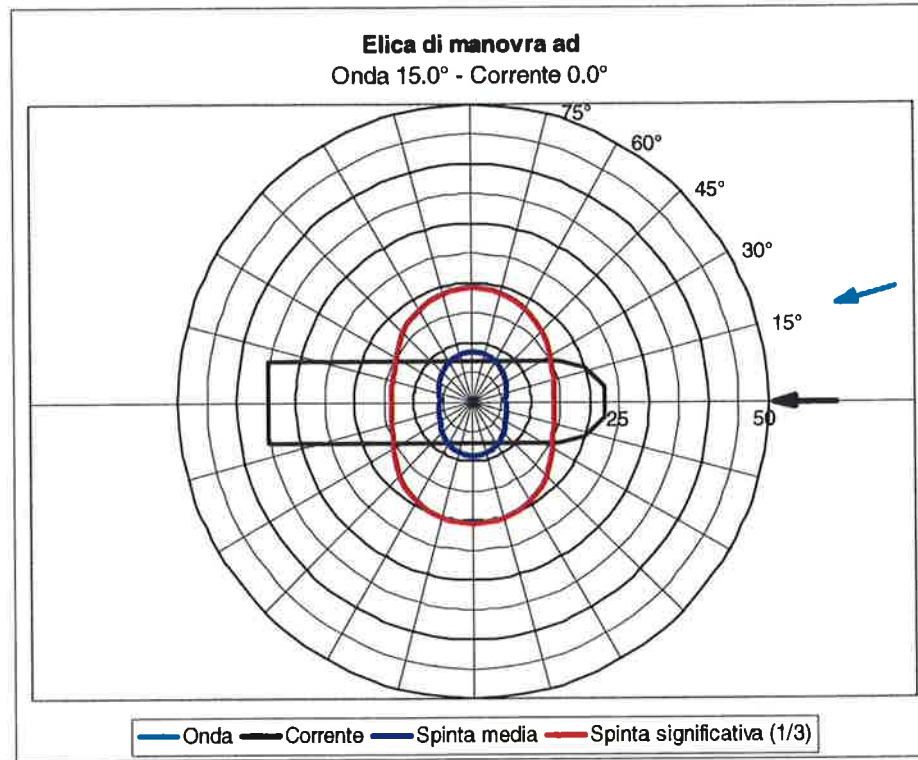


FIGURA 3.215: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

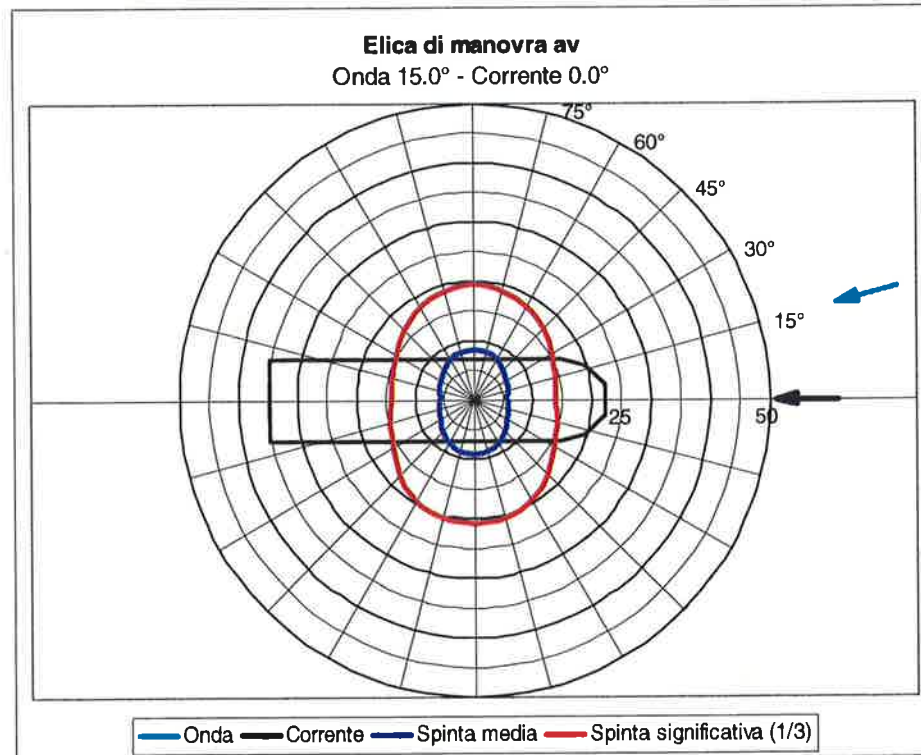


FIGURA 3.216: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

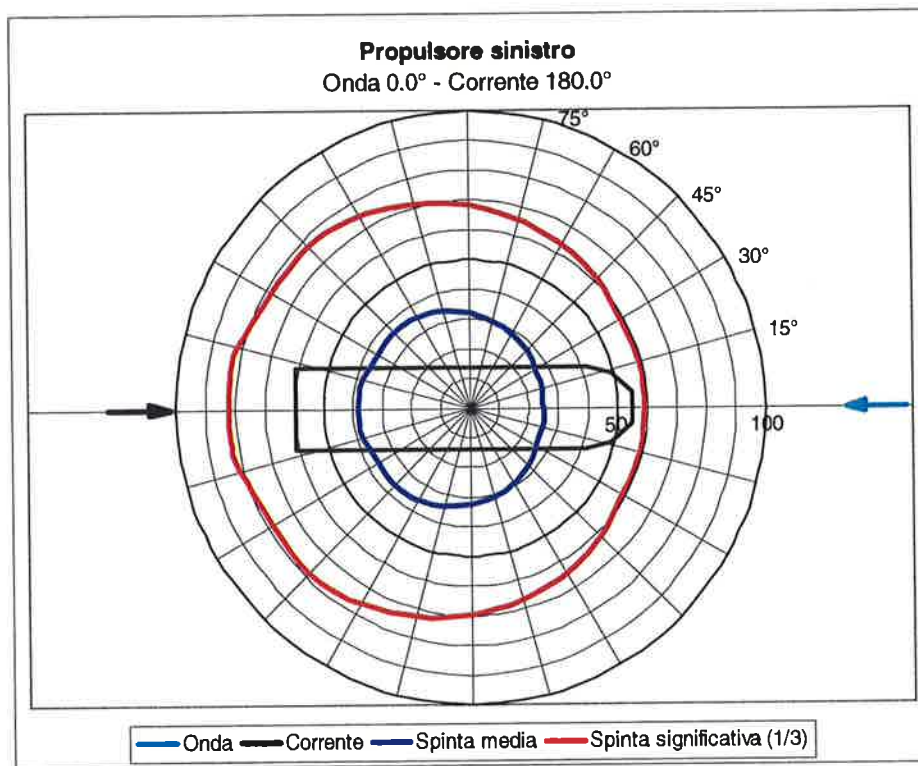


FIGURA 3.217: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

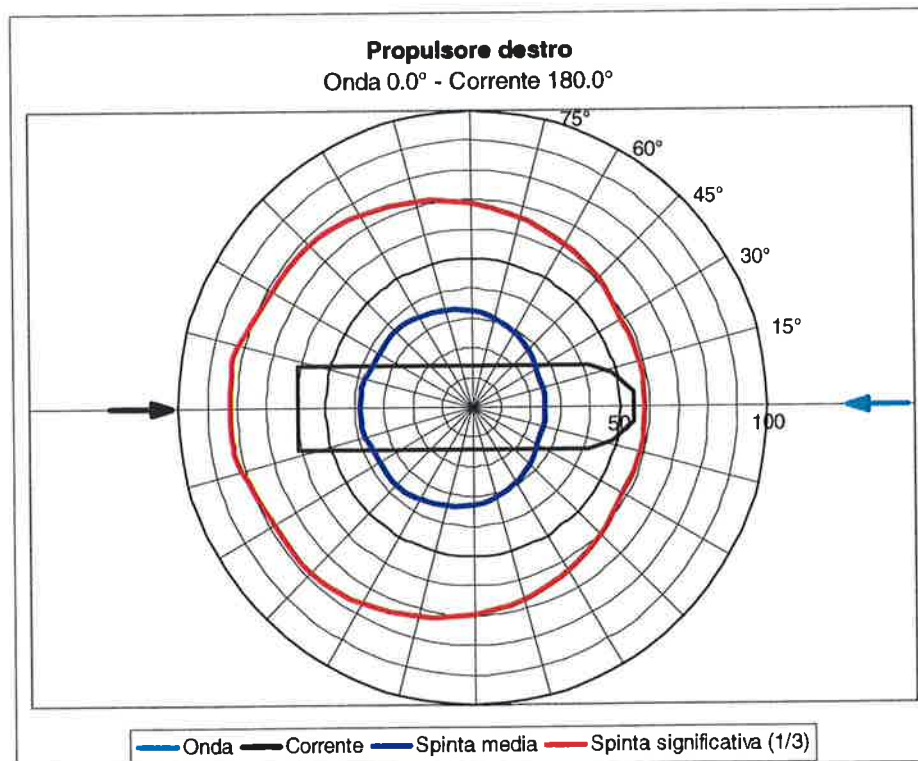
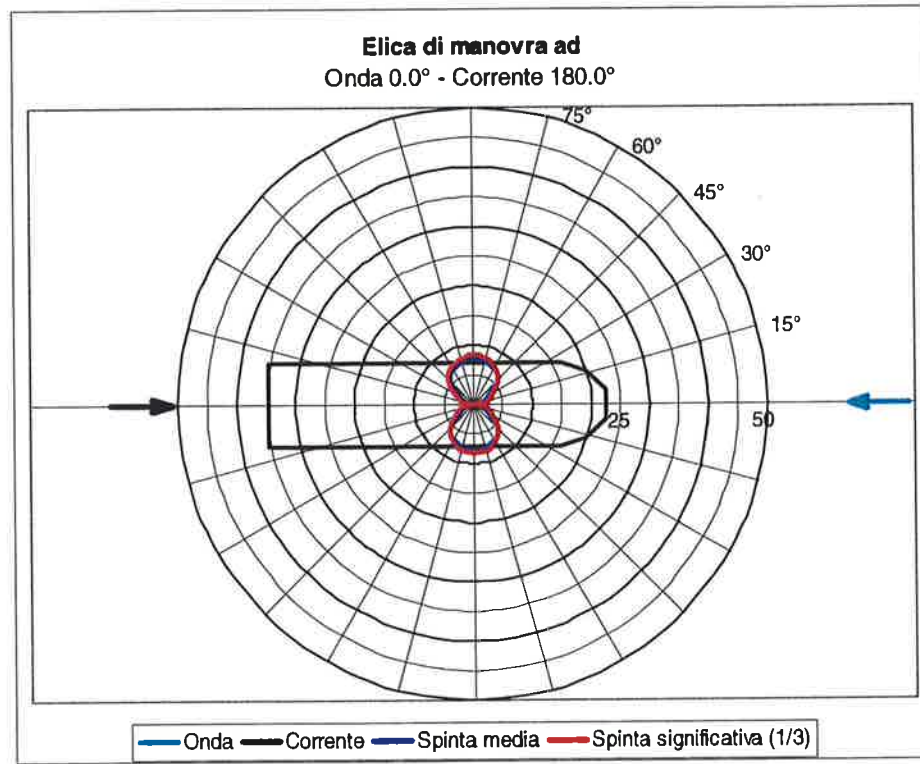
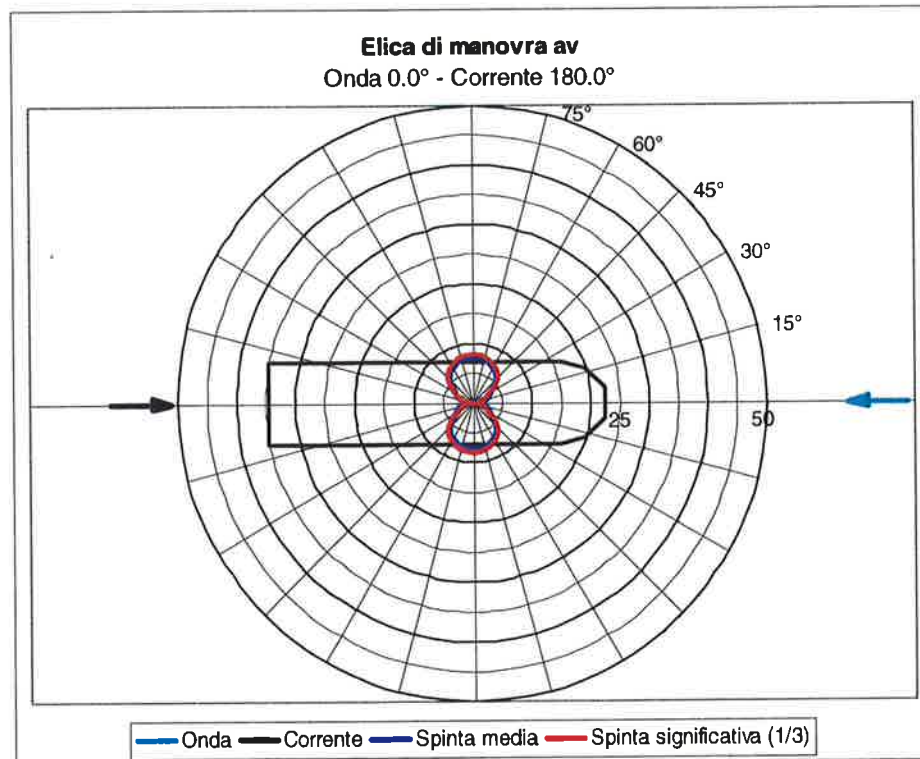


FIGURA 3.218: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO





**FIGURA 3.219: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO**



**FIGURA 3.220: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO**



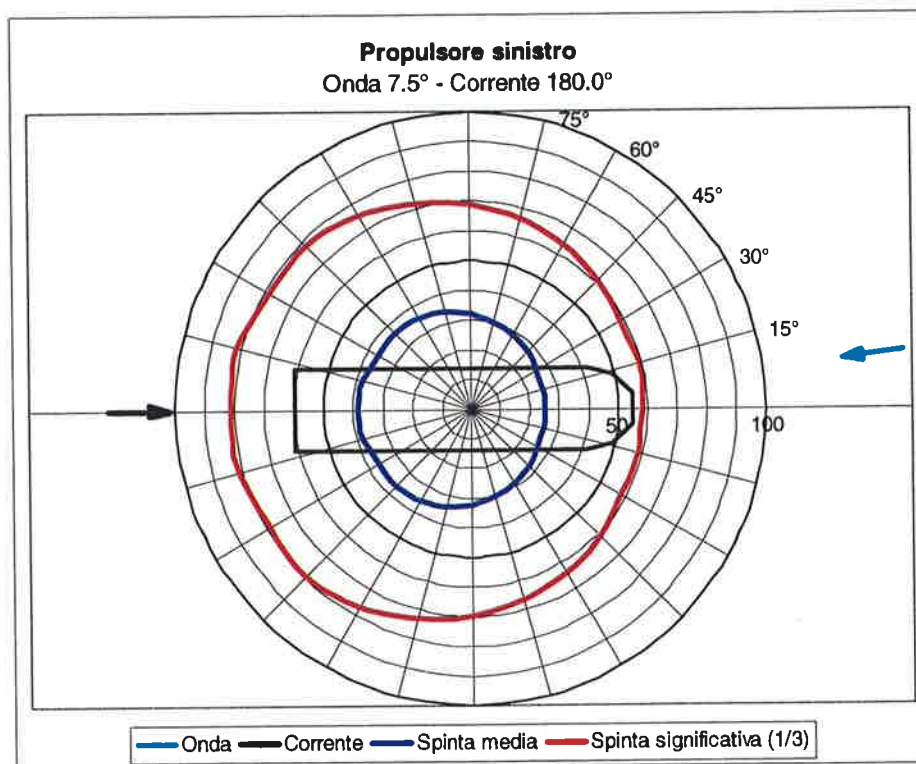


FIGURA 3.221: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

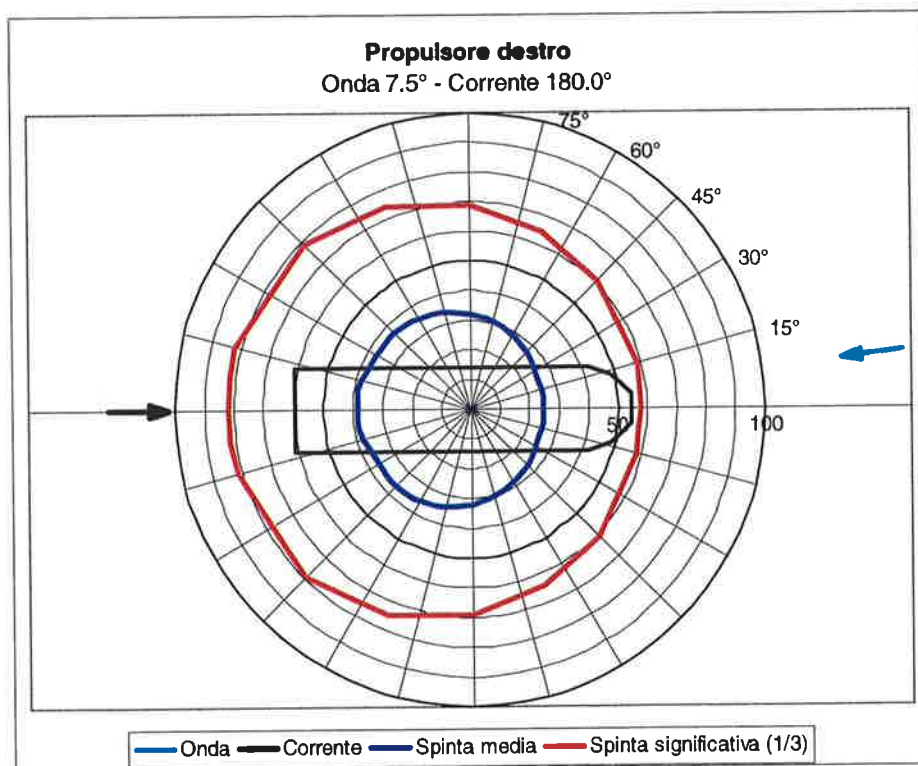


FIGURA 3.222: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

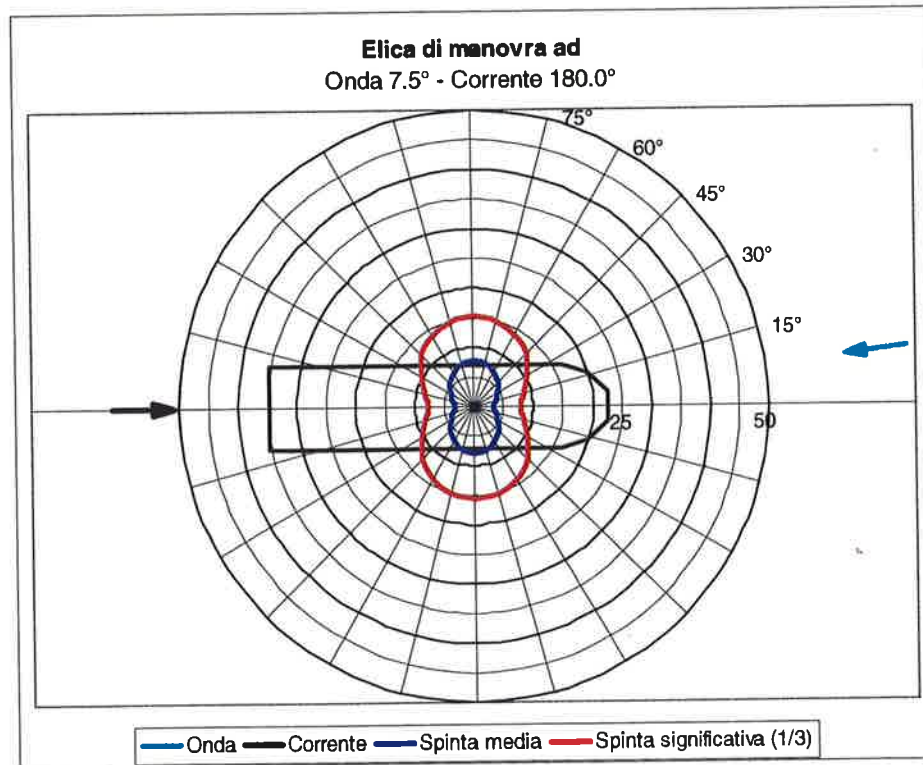


FIGURA 3.223: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

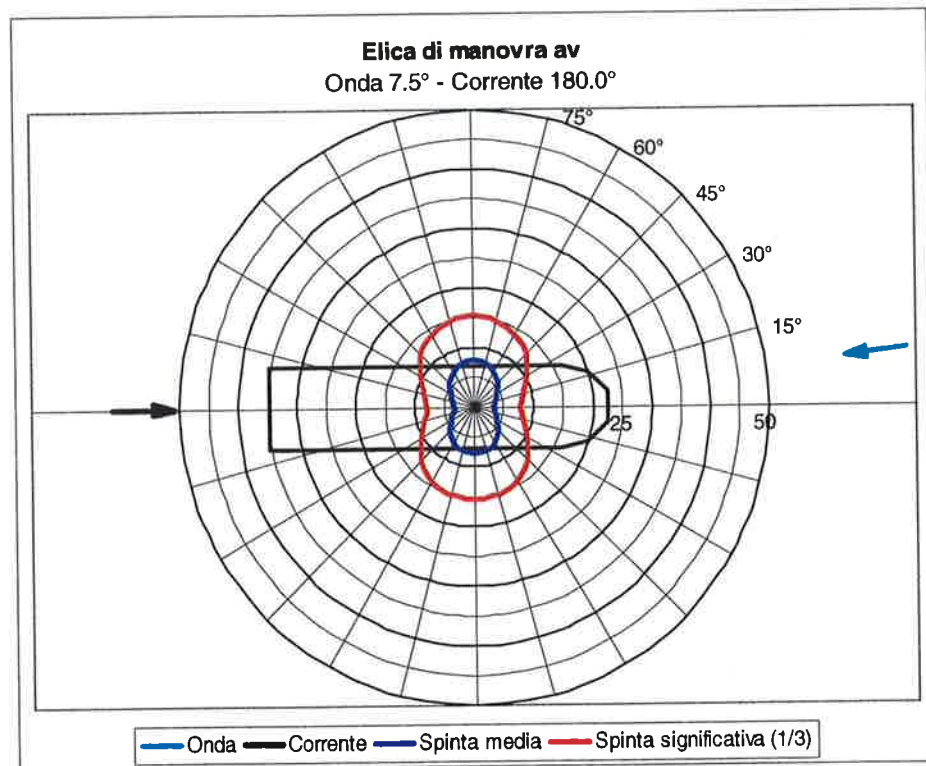
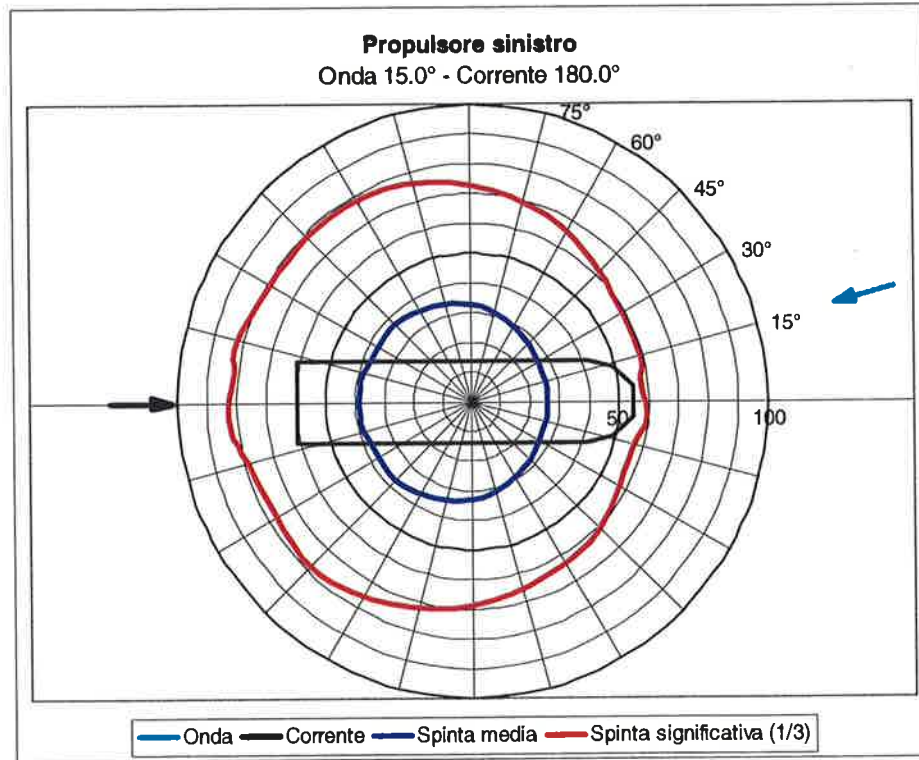
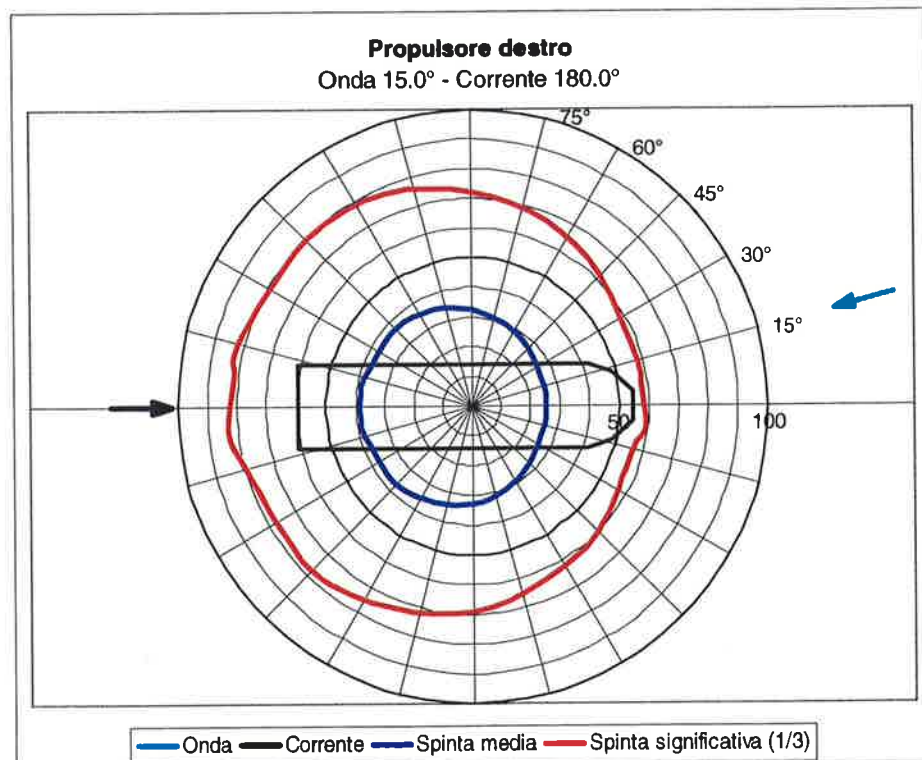


FIGURA 3.224: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



**FIGURA 3.225: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO**



**FIGURA 3.226: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO**



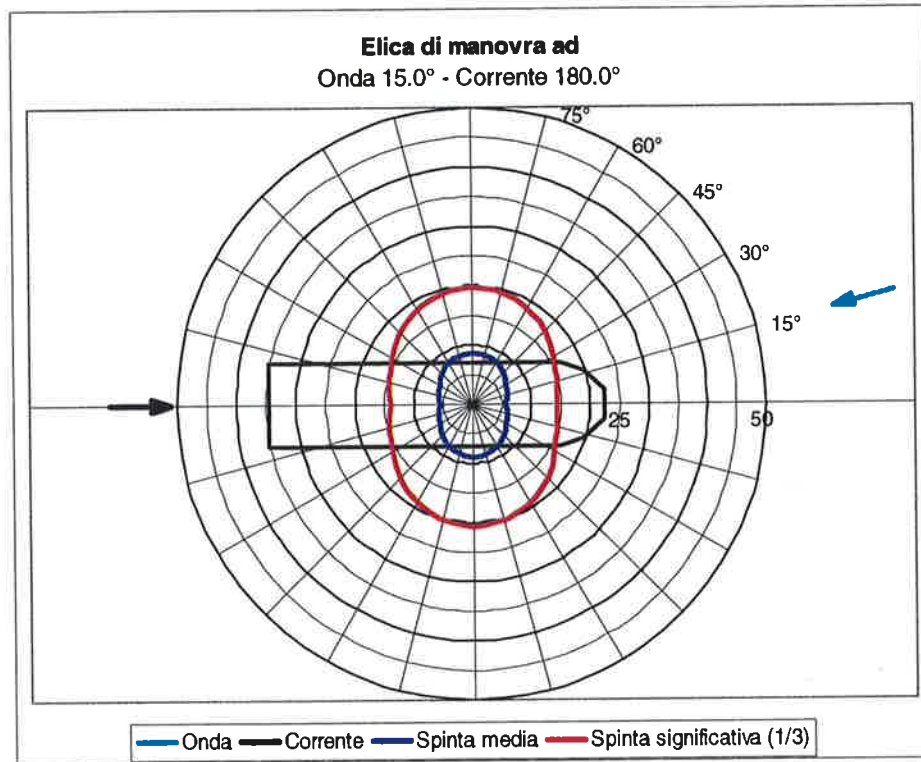


FIGURA 3.227: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

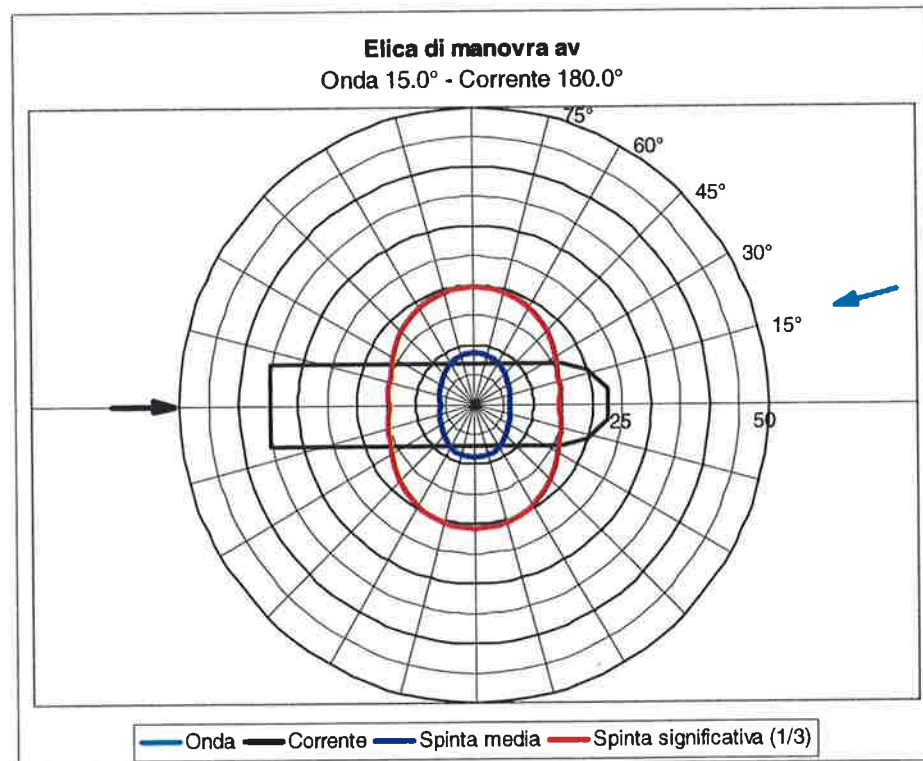


FIGURA 3.228: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



Con cassa rilasciata fra le paratoie:

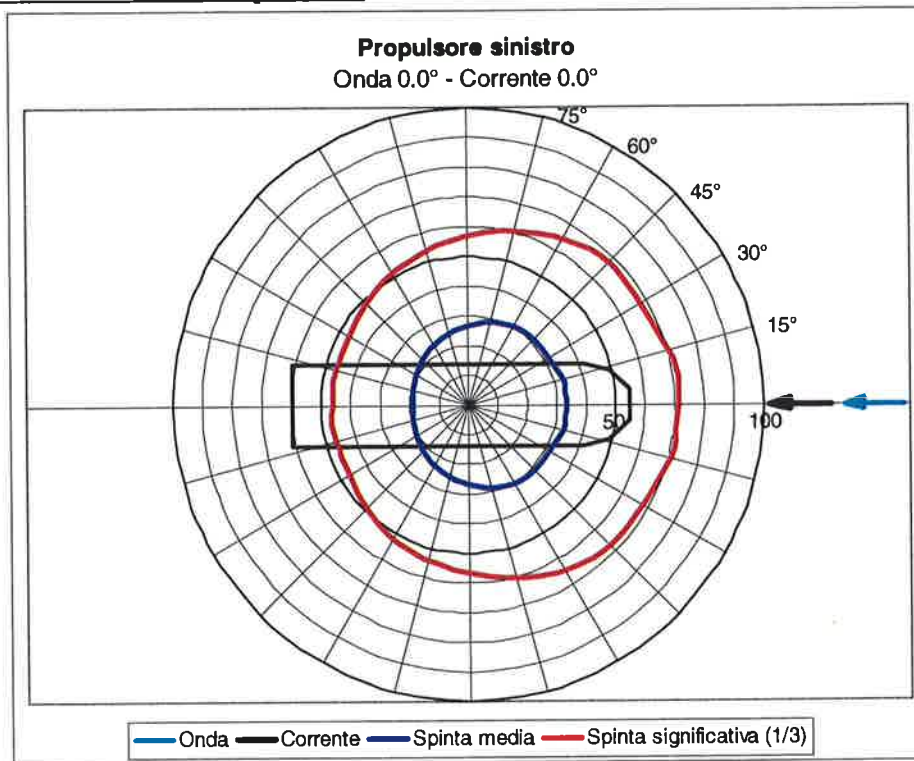


FIGURA 3.229: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

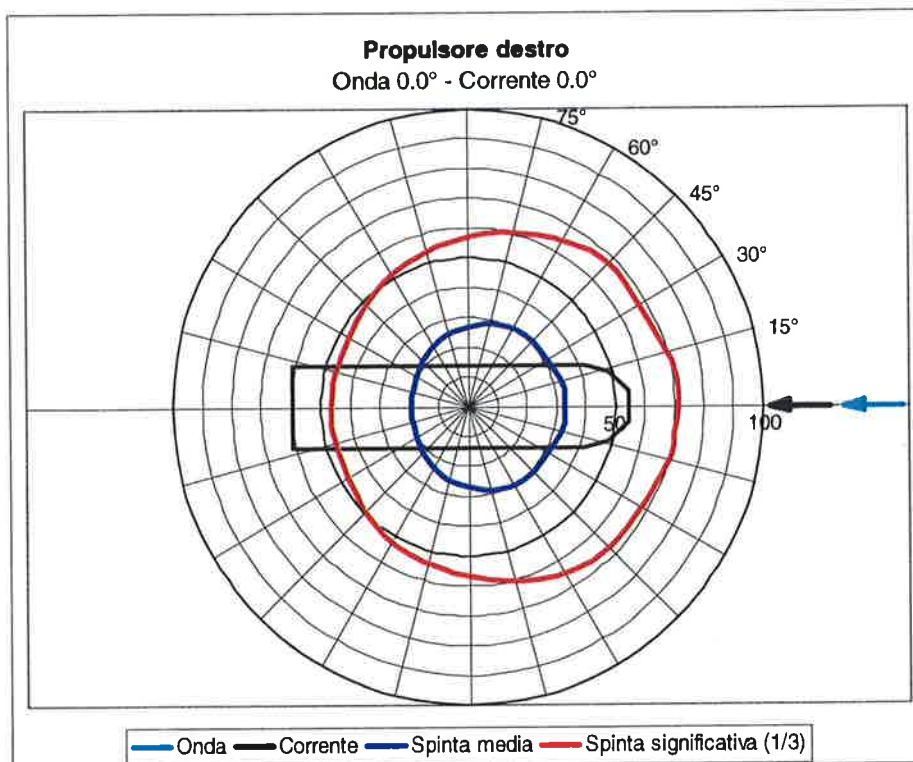


FIGURA 3.230: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

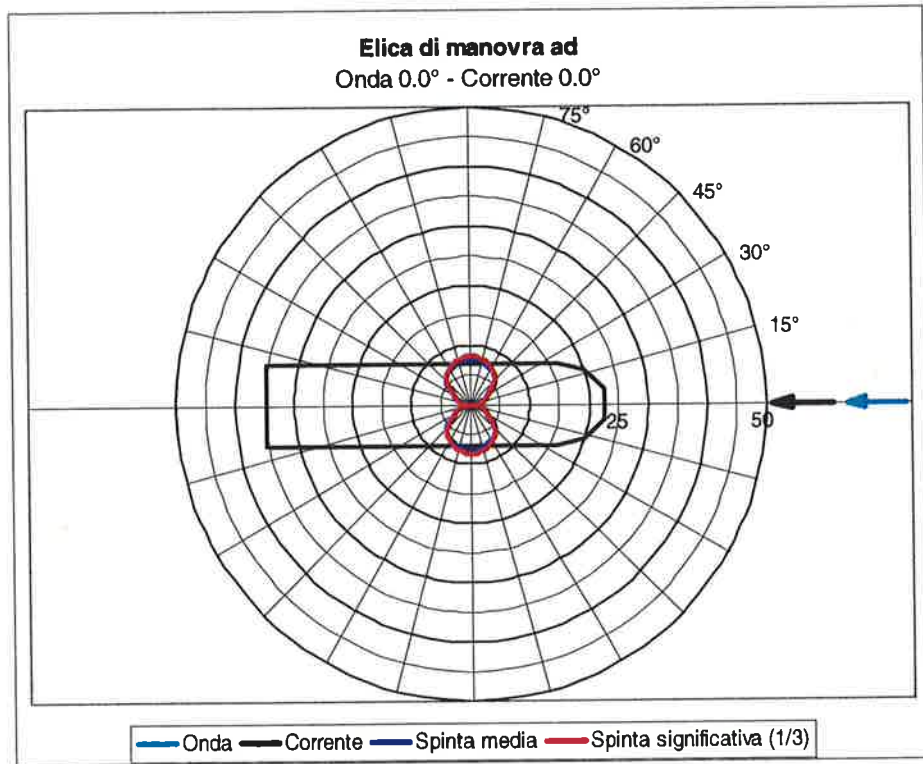


FIGURA 3.231: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

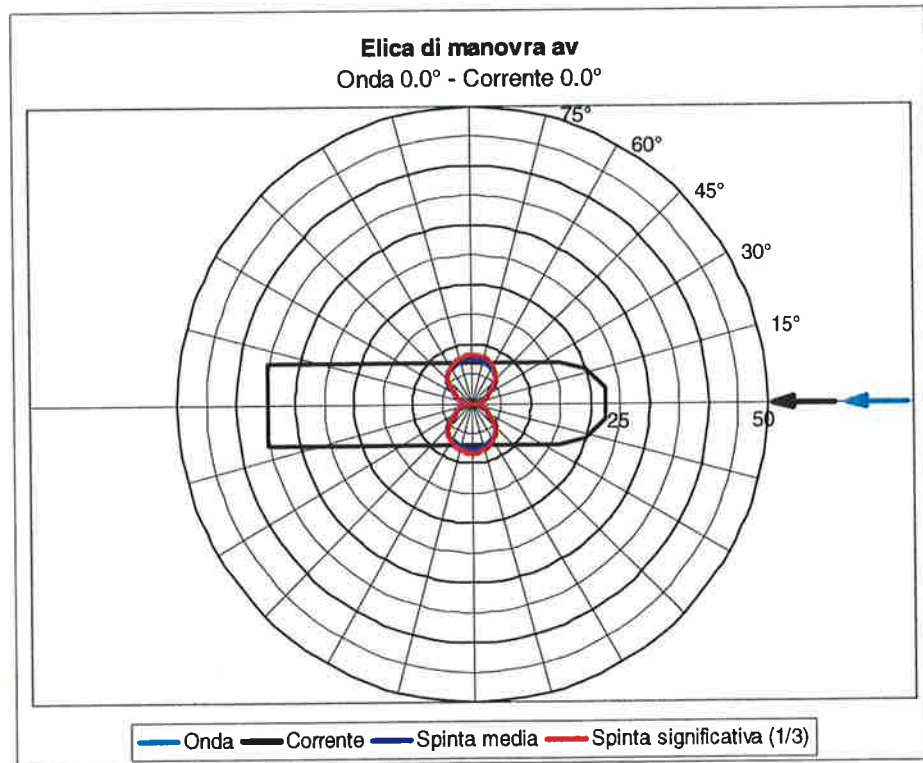


FIGURA 3.232: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA PRUA + VENTO

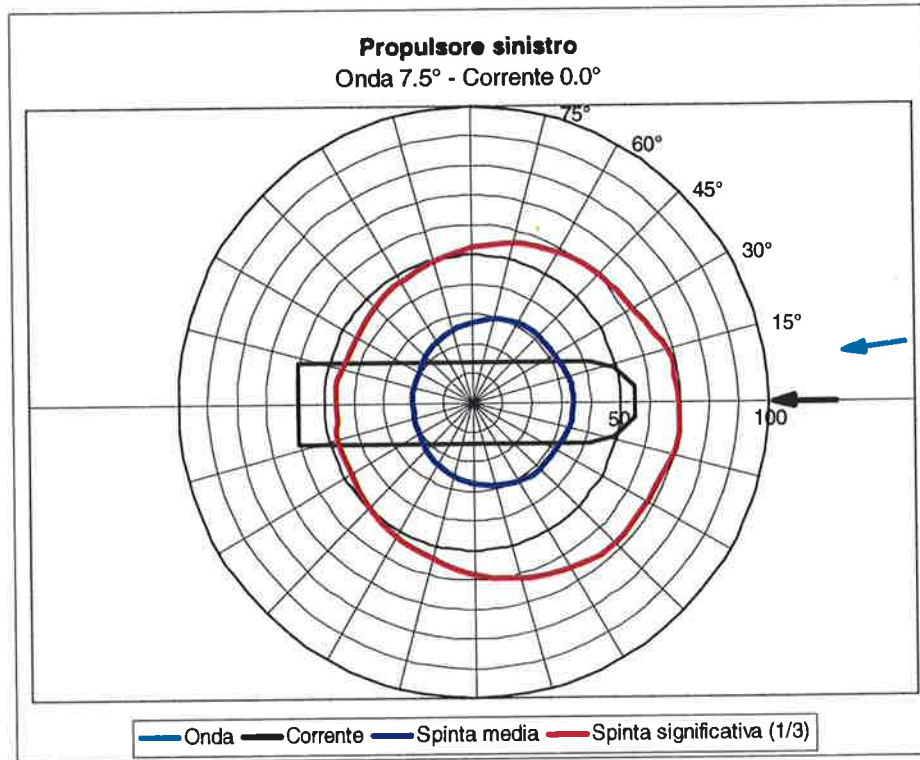


FIGURA 3.233: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

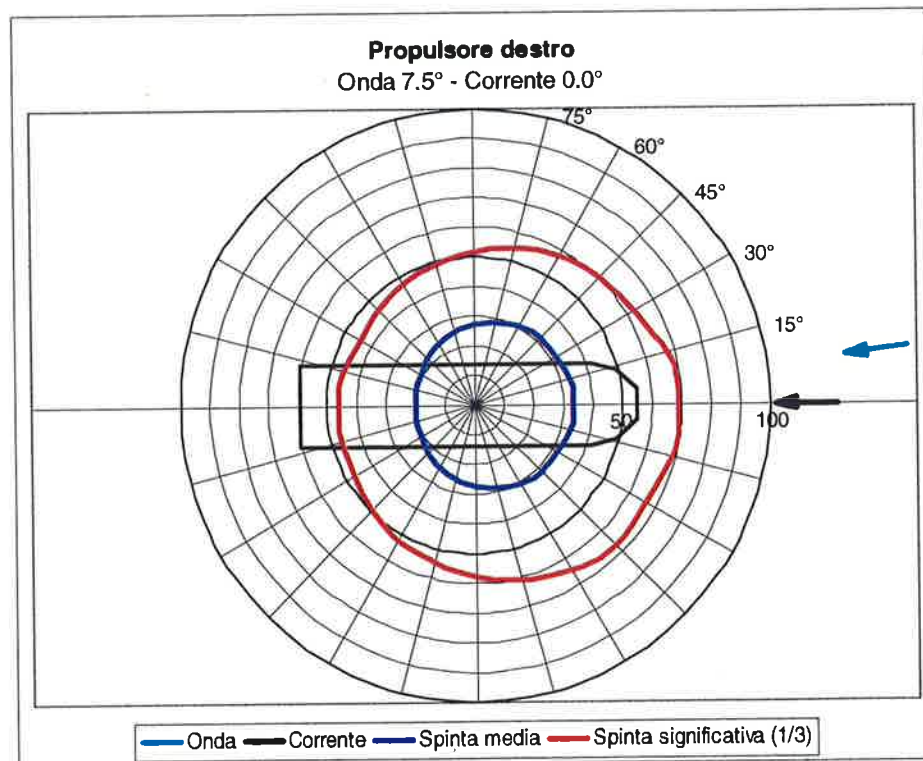


FIGURA 3.234: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



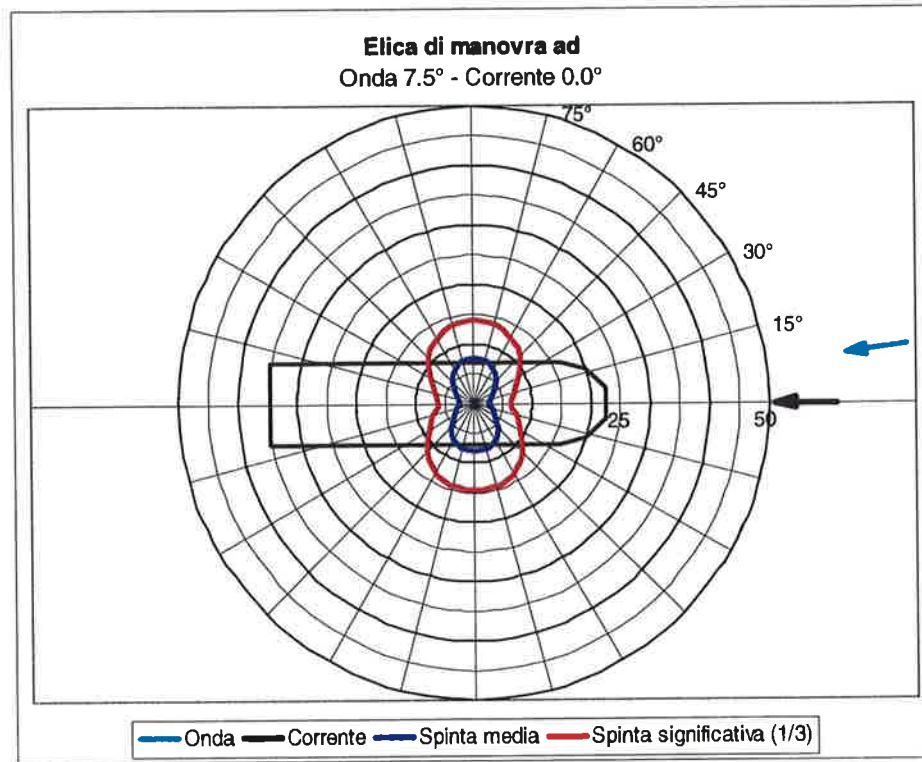


FIGURA 3.235: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

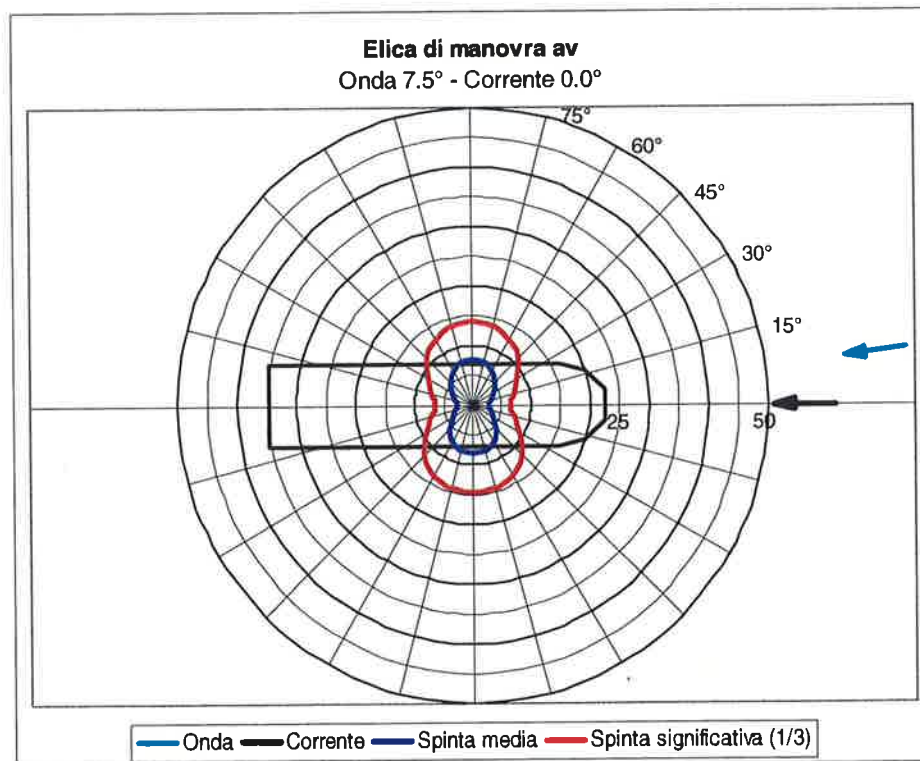


FIGURA 3.236: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



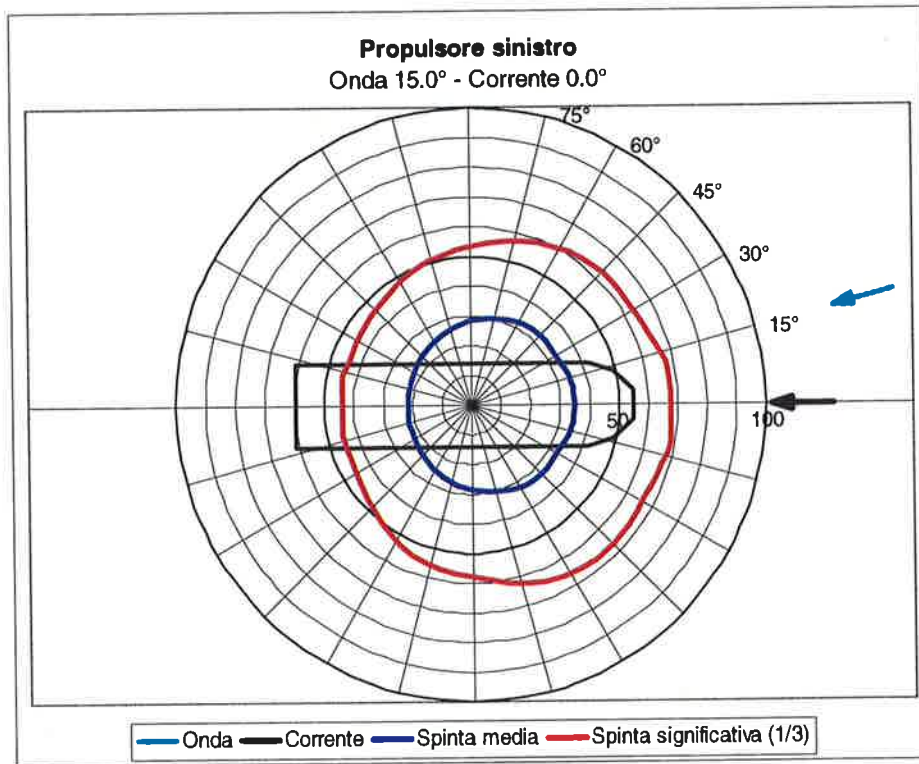


FIGURA 3.237: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

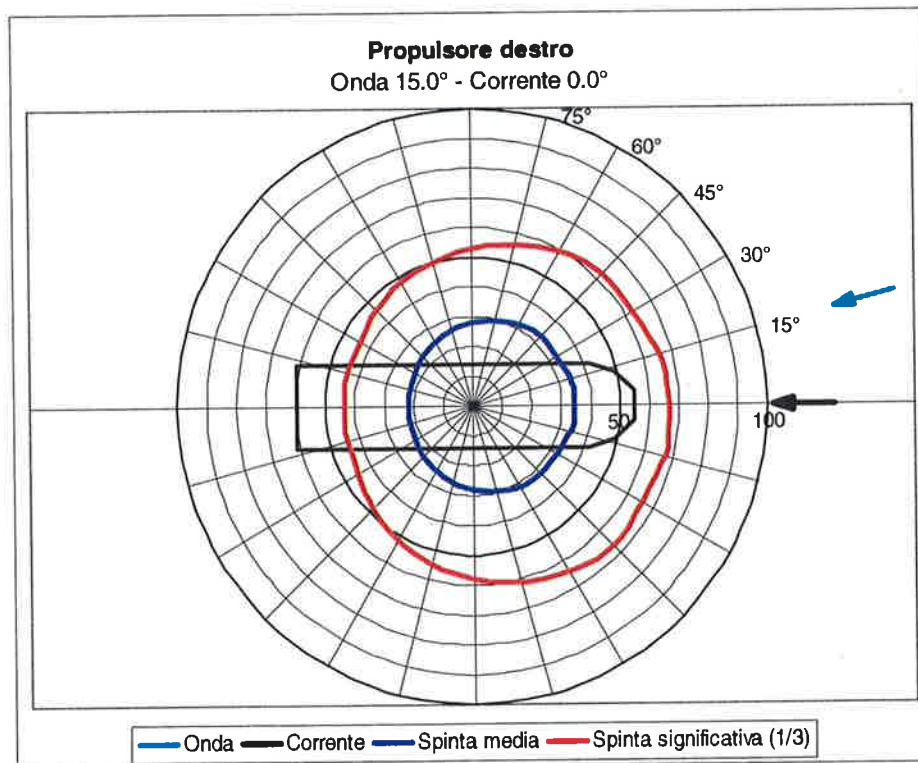


FIGURA 3.238: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

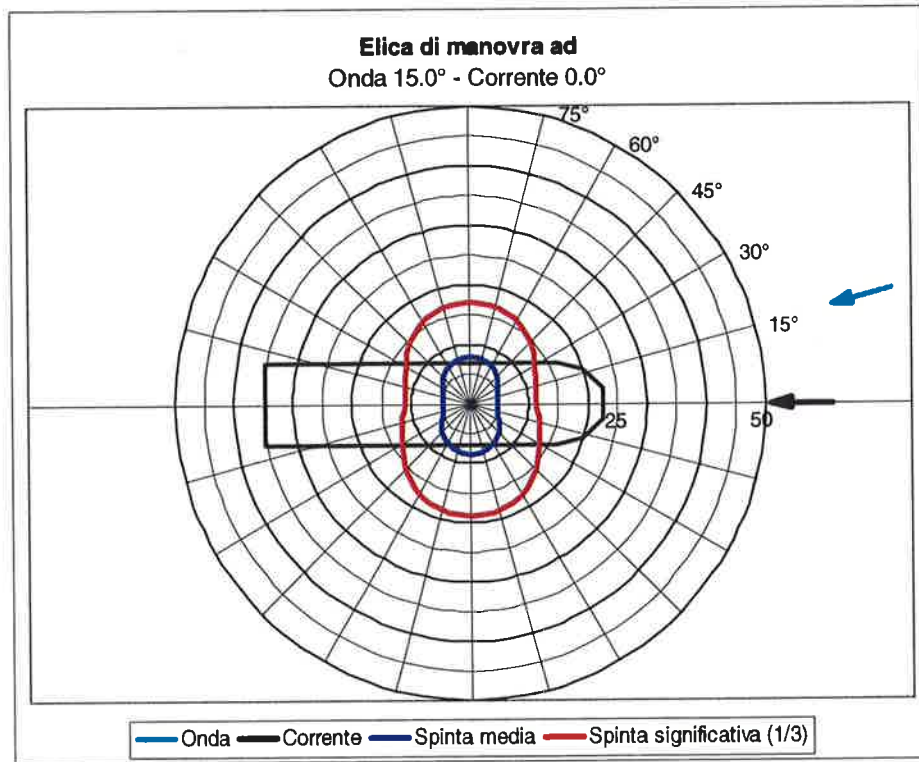


FIGURA 3.239: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO

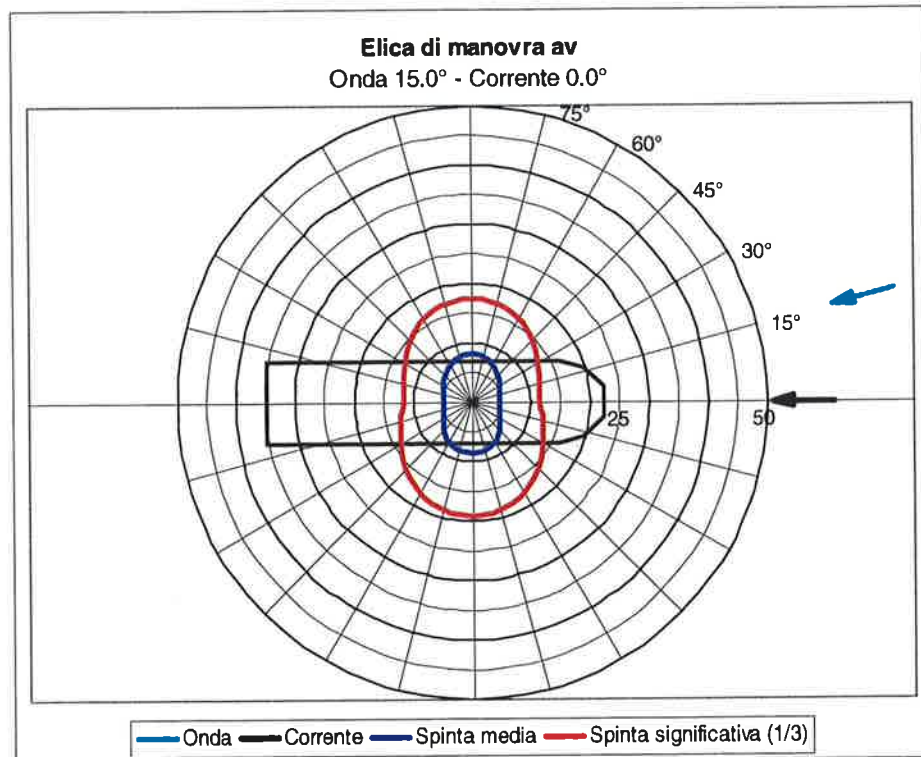
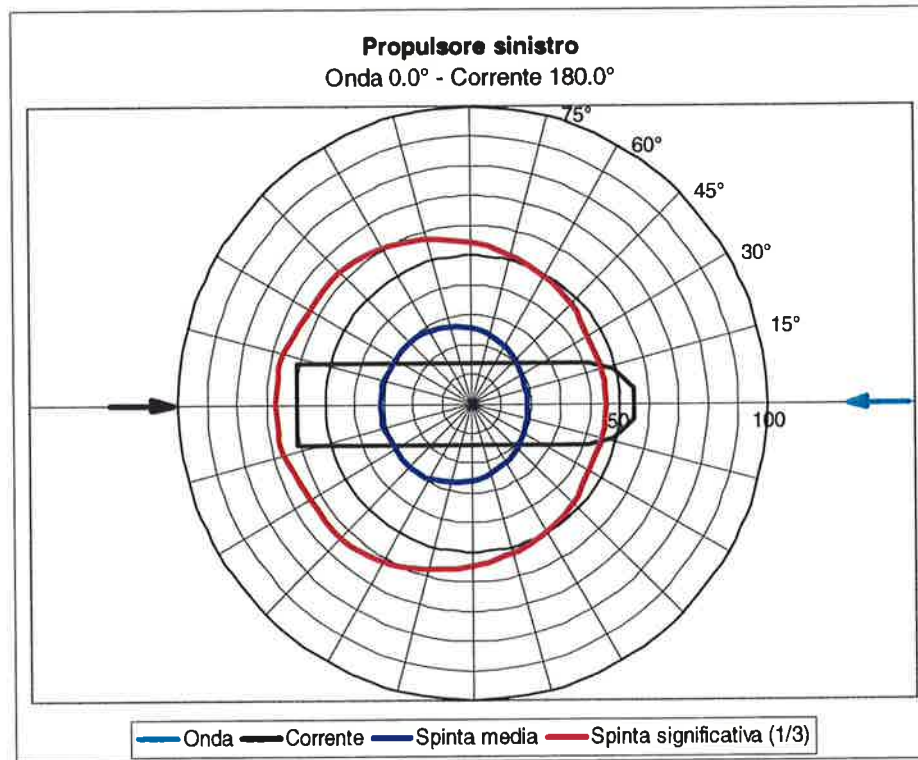
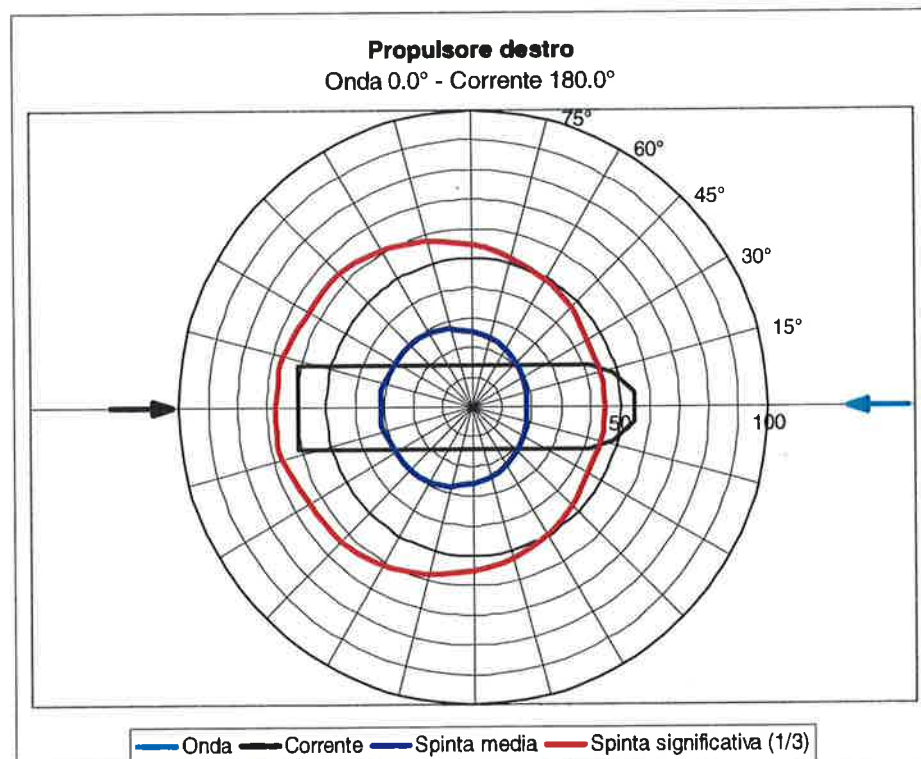


FIGURA 3.240: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA PRUA + VENTO



**FIGURA 3.241: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO**



**FIGURA 3.242: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO**



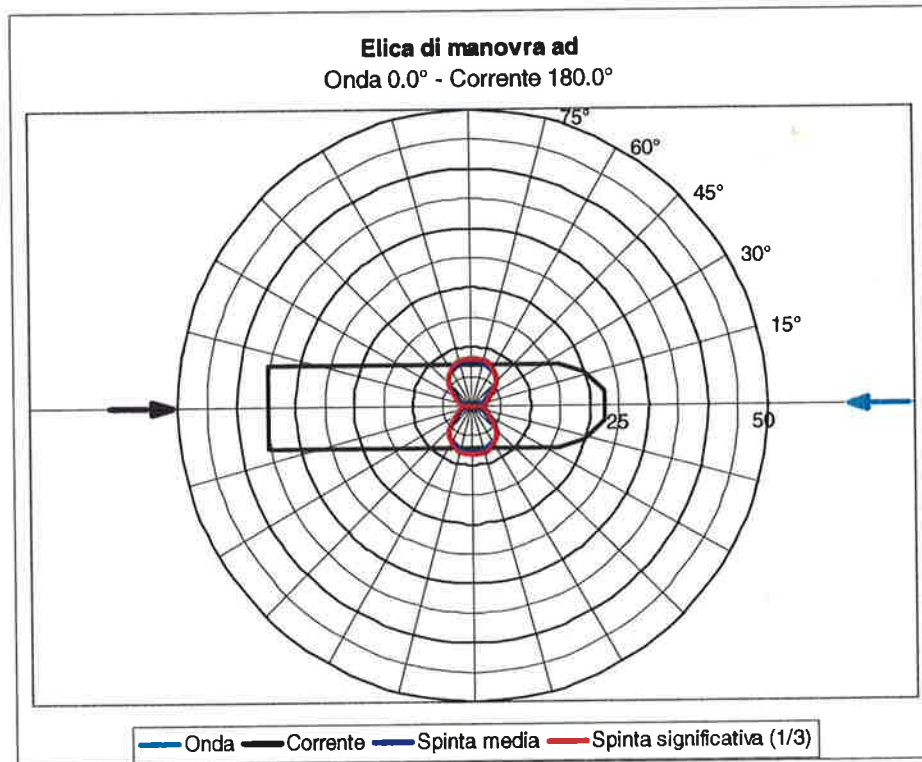


FIGURA 3.243: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO

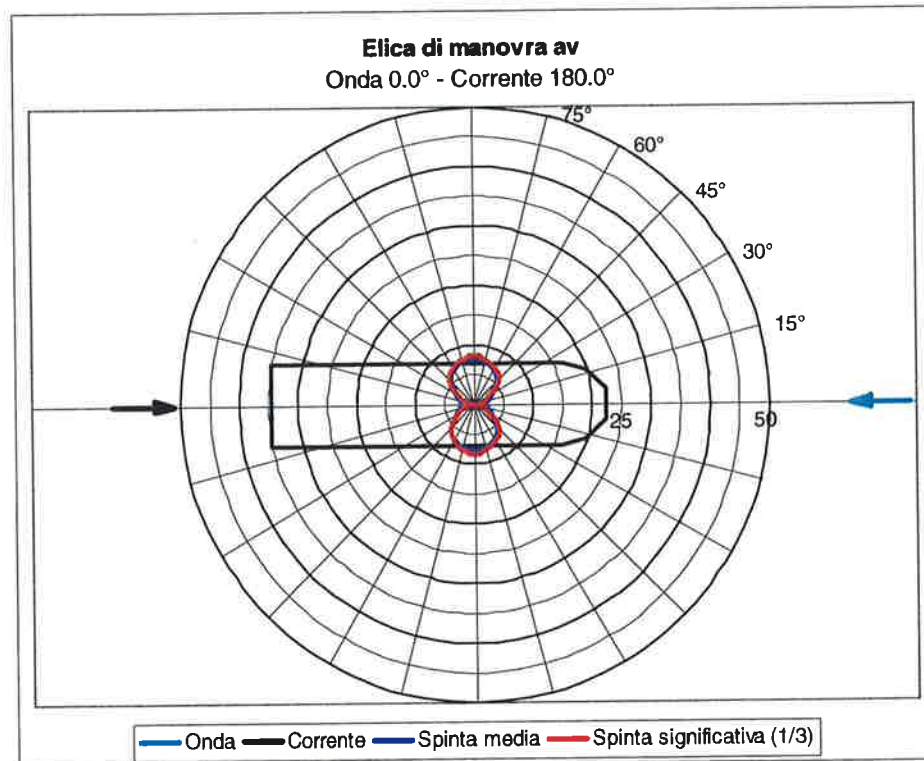


FIGURA 3.244: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA PRUA + CORRENTE DA POPPA + VENTO



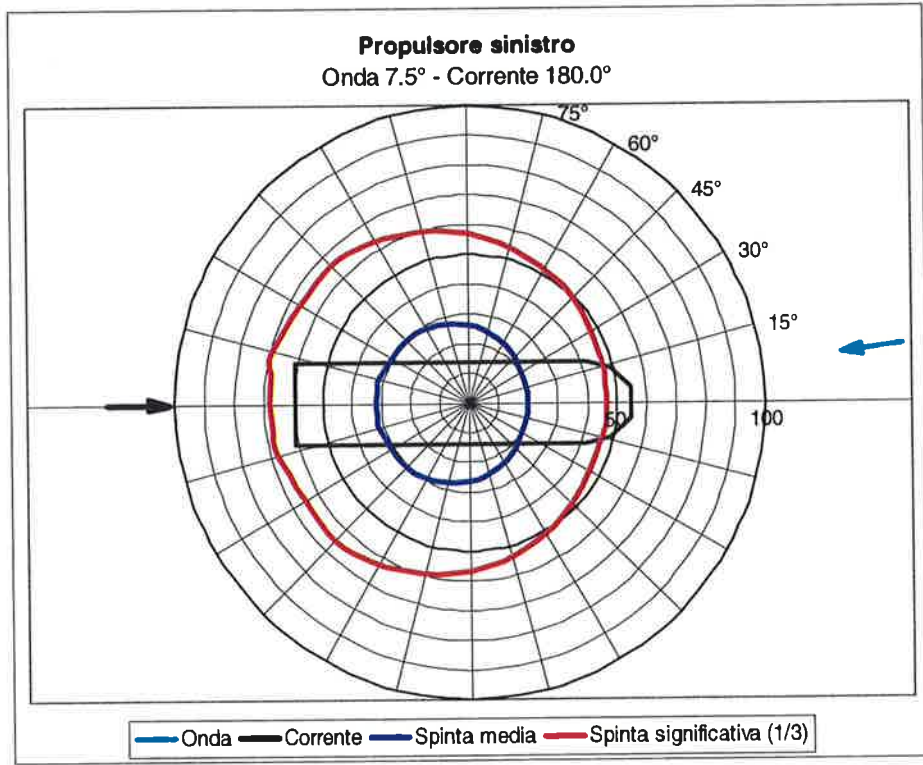


FIGURA 3.245: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

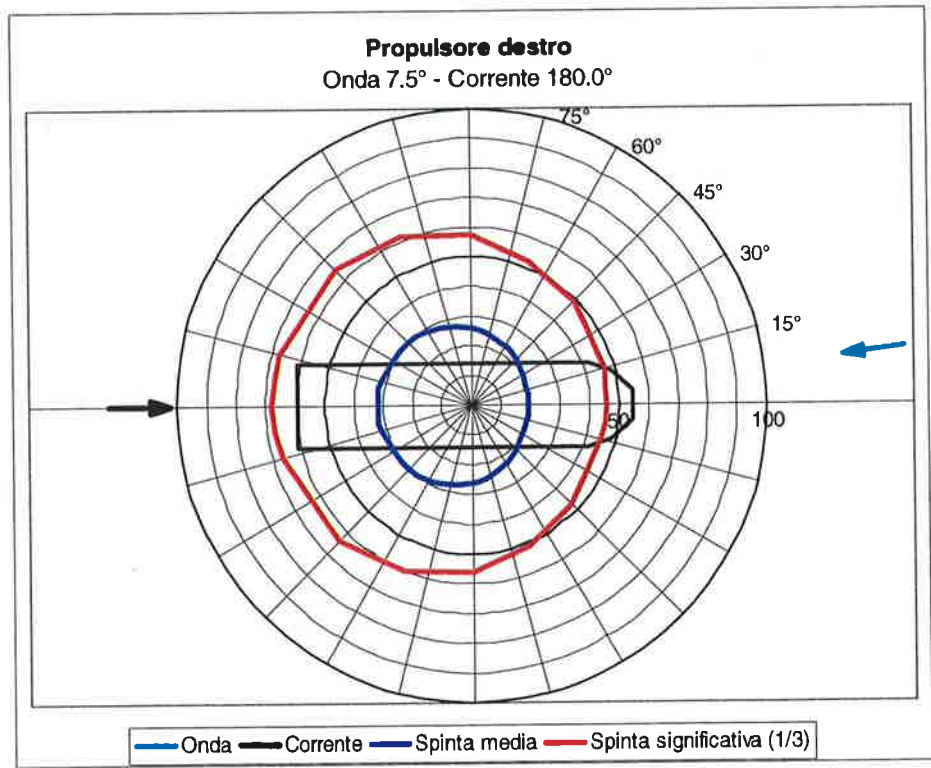


FIGURA 3.246: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

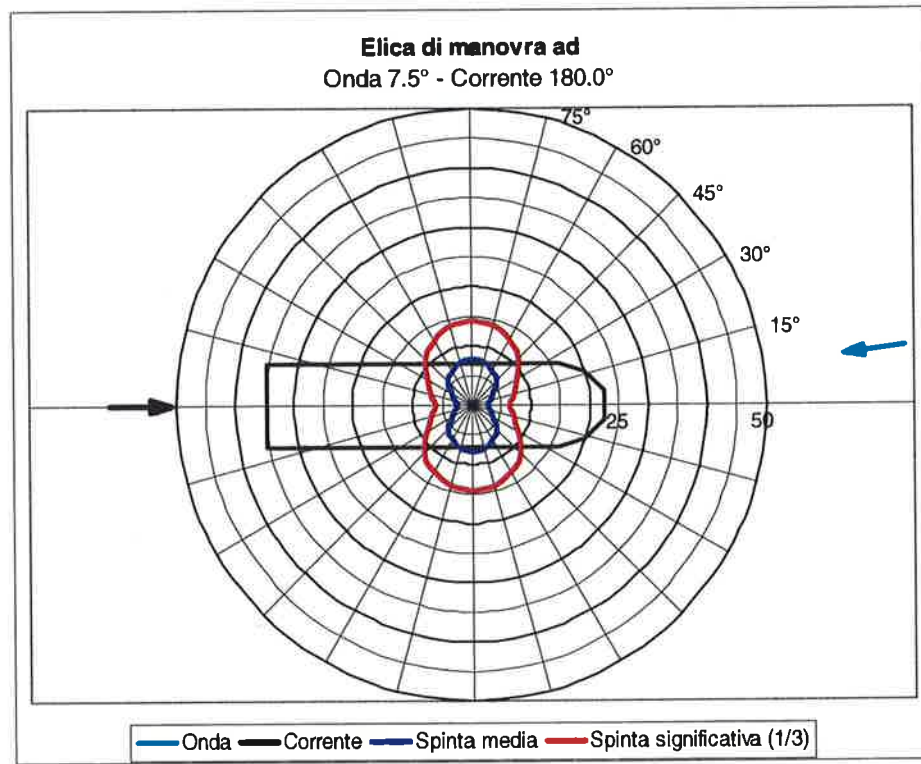


FIGURA 3.247: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

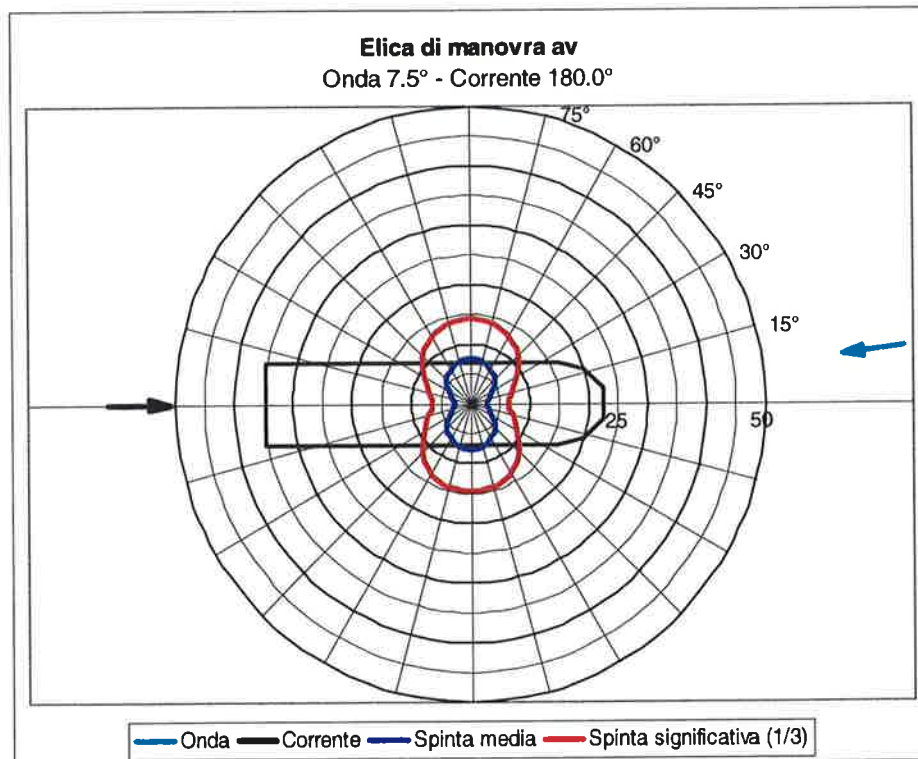


FIGURA 3.248: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 7.5° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

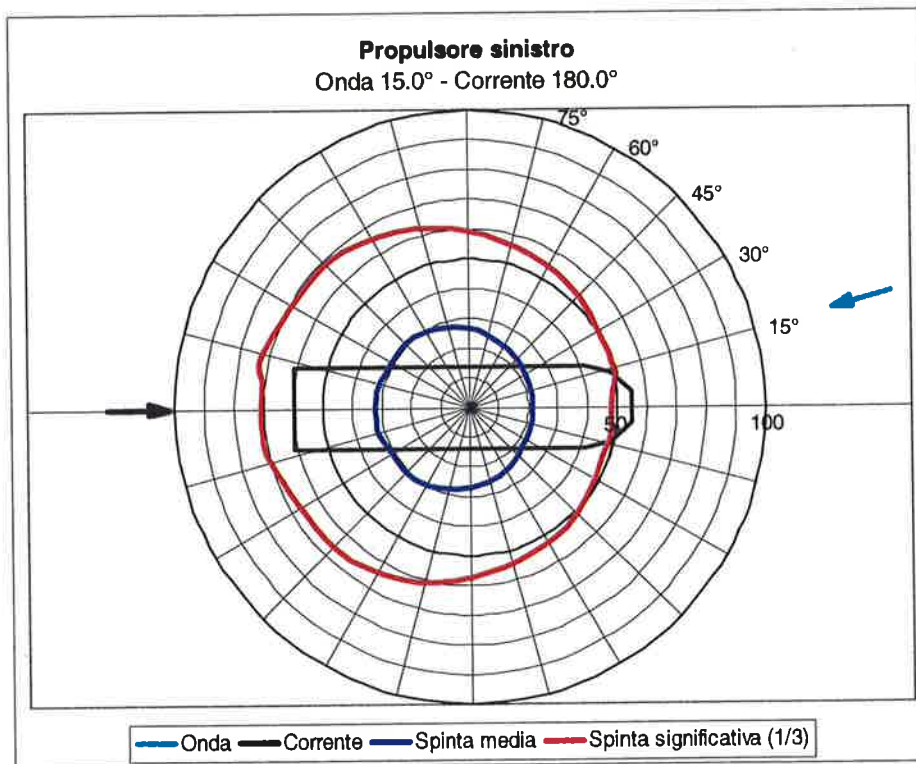


FIGURA 3.249: PROPULSORE SINISTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

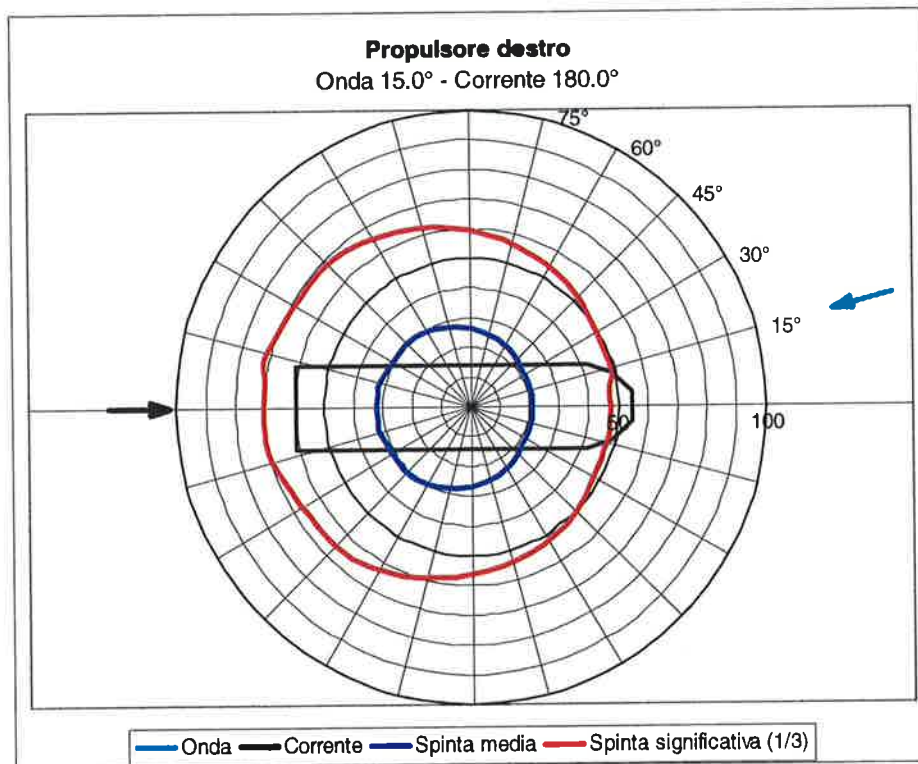


FIGURA 3.250: PROPULSORE DESTRO - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



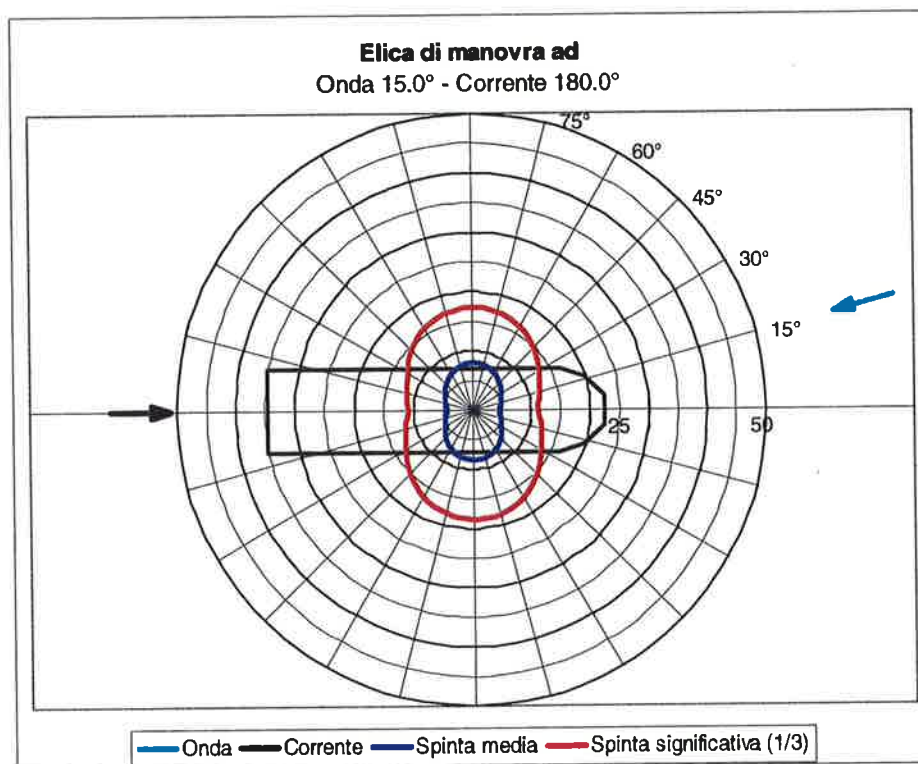


FIGURA 3.251: ELICA DI MANOVRA AD - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO

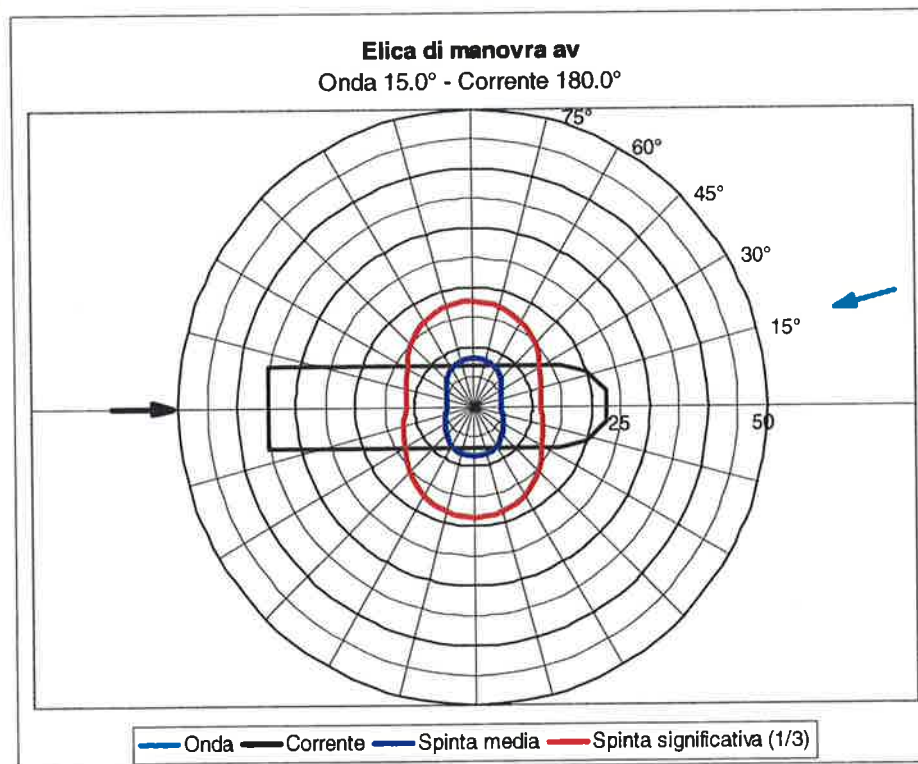
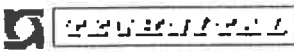


FIGURA 3.252: ELICA DI MANOVRA AV - ONDA DA 15.0° + CORRENTE DA POPPA + VENTO



	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 143
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

### 3.6 Sommario e conclusioni


Nelle tabelle seguenti vengono riportati i risultati delle massime spinte richieste dalle varie eliche nelle condizioni analizzate.

#### Propulsore sinistro

Condizione	Spinta massima [kN]	
	Malamoco	Treporti
Barriera		
Sola corrente	30.7	25.9
Vento e corrente	57.4	50.6
Onda e corrente	78.8	81.8
Onda, vento e corrente	79.8	87.7

#### Propulsore destro

Condizione	Spinta massima [kN]	
	Malamoco	Treporti
Barriera		
Sola corrente	30.7	25.9
Vento e corrente	57.4	50.6
Onda e corrente	77.1	81.8
Onda, vento e corrente	80.0	87.1

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 144
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

#### Elica di manovra ad

Condizione	Spinta massima [kN]	
	Malamoco	Treporti
Barriera		
Sola corrente	0.0	0.0
Vento e corrente	8.5	8.5
Onda e corrente	12.0	14.7
Onda, vento e corrente	19.6	20.6

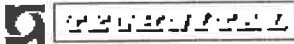
#### Elica di manovra av

Condizione	Spinta massima [kN]	
	Malamoco	Treporti
Barriera		
Sola corrente	0.0	0.0
Vento e corrente	8.5	8.5
Onda e corrente	12.3	14.7
Onda, vento e corrente	19.9	20.7

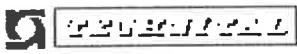
Riassumendo le eliche di propulsione devono poter dare una spinta di 87.7 kN mentre le eliche di manovra 20.7 kN.

Le eliche utilizzate per i sistemi di propulsione e manovra necessitano di 7.0 kW ogni kN di spinta erogato quindi si ottengono i seguenti risultati:

Elemento	Spinta [kN]	Potenza [kW]
Propulsori	87.7	614
Eliche di manovra	20.7	145

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 145
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

Per i propulsori sono stati scelti motori con potenza massima 650 kW ciascuno, e per le eliche di manovra motori con potenza massima 250 kW ciascuna.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 146
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

## 4. FASE DI TRASFERIMENTO

### 4.1 Generalità

Nel seguito viene illustrato il calcolo di previsione della potenza da applicare ai propulsori azimutali per ottenere una velocità di 8.0 nodi su un fondale di almeno 11.0 m, in condizioni meteomarine favorevoli (assenza di vento e di onda), con il mezzo all'immersione di progetto (3.25 m) e con assetto longitudinale dritto.

Il risultato del calcolo è approssimato in quanto basato su metodi empirico-statistici relativi a carene di forma avviata e non, come nel caso attuale, dove la superficie della carena è costituita da pannelli piani e spigoli.

### 4.2 Metodologia

La previsione di potenza, su fondale illimitato, è stata eseguita valutando quanto segue (vedere Paragrafi seguenti):

- Resistenza all'avanzamento a varie velocità (su fondale illimitato)
- Rendimento elica isolata
- Coefficienti propulsivi
- Potenza motori propulsori


La riduzione di velocità per fondale limitato è stata valutata con il metodo di SCHLICHTING (vedere Paragrafo 4.2.5) che consente di stimare la riduzione percentuale della velocità su fondale illimitato in funzione dell'area massima della sezione trasversale immersa e della profondità.

#### 4.2.1 Resistenza

La resistenza all'avanzamento è stata valutata con il metodo di HOLTROP (1984), basato su analisi di regressione di risultati di prove in vasca e di prove in mare di navi mono-elica e bi-elica.

I parametri principali della carena, senza appendici, presi in considerazione da tale metodo sono i seguenti (viene riportata, come per altre grandezze citate nel seguito, anche la simbologia utilizzata nei risultati di dettaglio):



	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 147
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

- Lunghezza al galleggiamento	Lwl
- Lunghezza tra le perpendicolari	Lpp
- Larghezza massima linea d'acqua al galleggiamento di riferimento	Bwl
- Immersione di prua	Tf
- Immersione di poppa	Ta
- Volume di carena fuori ossatura	Disv
- Posizione longitudinale centro di carena	Lcb
- Superficie bagnata carena	S
- Area trasversale bulbo di prua	Abt
- Altezza centro area trasversale bulbo da linea di costruzione	Hb
- Area trasversale specchio di poppa	Atrans
- Semiangolo di entrata linea d'acqua al galleggiamento di riferimento	Enta
- Coefficiente di finezza totale (riferito a Lpp)	Cb
- Coefficiente di finezza sezione maestra	Cm
- Coefficiente di finezza prismatico	Cp
- Coefficiente di finezza figura di galleggiamento	Cwp
- Fattore di forma	K1


Vengono inoltre prese in esame le seguenti grandezze:

- Area trasversale esposta al vento	Wal
- Coefficiente di resistenza frontale al vento	Wcx
- Coefficiente di forma poppiera	Cstern
- Rugosità media scafo	Ksahr

Alla resistenza della cosiddetta carena nuda viene aggiunta la resistenza delle appendici di carena introducendo un fattore di resistenza secondo il tipo di appendice.

Le appendici di carena considerate nel calcolo sono le seguenti:

- Pinna poppiera e prodiera	SKEG
- Mantelli eliche propulsori	RUDDER
- Alette di rollio	BILGEKEEL
- Tunnel eliche di manovra di prua	BOW_THRUSTER1/2

 <b>PPPTT</b>	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 148
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

#### 4.2.2 Rendimento elica isolata

Il rendimento dell'elica isolata (ETAO) è stato valutato con riferimento alle serie sistematiche K (eliche in mantello) della vasca di WAGENINGEN.

#### 4.2.3 Coefficienti propulsivi

I seguenti coefficienti propulsivi, necessari per passare dalla resistenza all'avanzamento alla potenza assorbita dalle eliche, sono stati valutati con il metodo di HOLTROP (1984):

- Coefficiente di scia Wts  
(tiene conto del fatto che l'elica si trova ad avanzare in un flusso con velocità inferiore a quella di avanzamento del mezzo)
- Coefficiente di deduzione di spinta Thds  
(tiene conto del fatto che l'elica, accoppiata alla carena, perde parte della sua spinta, rispetto al caso in cui agisca isolatamente, per compensare l'incremento di resistenza all'avanzamento dovuto alla depressione da essa creata a monte)
- Coefficiente rotativo ETAR  
(tiene conto del fatto che l'elica, accoppiata alla carena, è investita da filetti fluidi dotati di moto vorticoso e non paralleli, come nel caso in cui agisca isolatamente)

#### 4.2.4 Potenza motori propulsori

La potenza complessiva dei motori (MW) è data da:

$$P_{bt} = \frac{R_t \times V_s}{\text{ETAH} \times \text{ETAR} \times \text{ETAO} \times \text{ETAS}}$$

dove:

- Rt = resistenza all'avanzamento (MN)
- Vs = velocità del mezzo (m/s)

$$\text{ETAH} = \text{efficienza scafo} = \frac{1 - \text{Thds}}{1 - \text{Wts}}$$

$$\text{ETAS} = \text{rendimento trasmissione meccanica} = 0.96$$

#### 4.2.5 Velocità su fondale limitato

Il diagramma di SCHLICHTING (Figura 4.1) consente di valutare la riduzione percentuale della velocità su fondale illimitato in funzione delle seguenti grandezze:

- $A_x$  Area massima sezione trasversale immersa ( $\text{m}^2$ )
- $h$  Profondità (m)
- $V_\infty$  Velocità su fondale illimitato (m/s)
- $g$  Accelerazione di gravità = 9.81 ( $\text{m/s}^2$ )

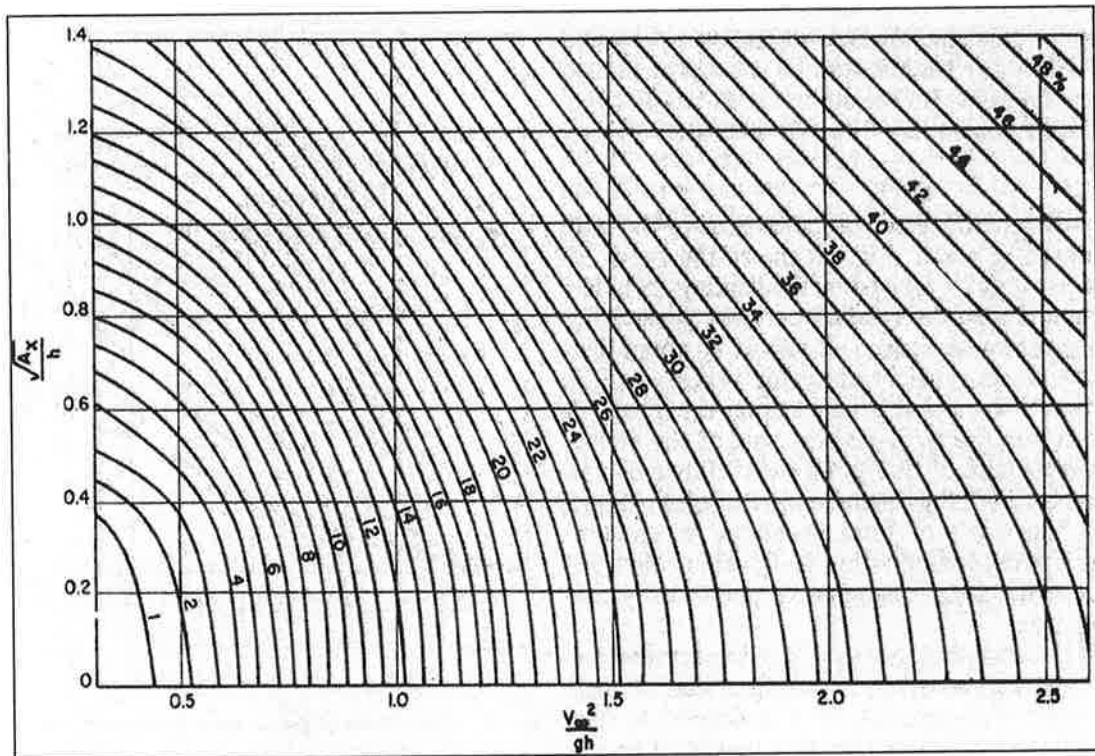


FIGURA 4.1: DIAGRAMMA DI SCHLICHTING

Dal diagramma precedente si ottiene, con  $A_x = 44.86 \text{ m}^2$ , che per avere una velocità di 8.0 nodi su fondale di 11.0 m, la velocità da considerare su fondale illimitato è pari a 8.3 nodi.

I seguenti grafici (Figura 4.2) riportano la riduzione di velocità per vari fondali:

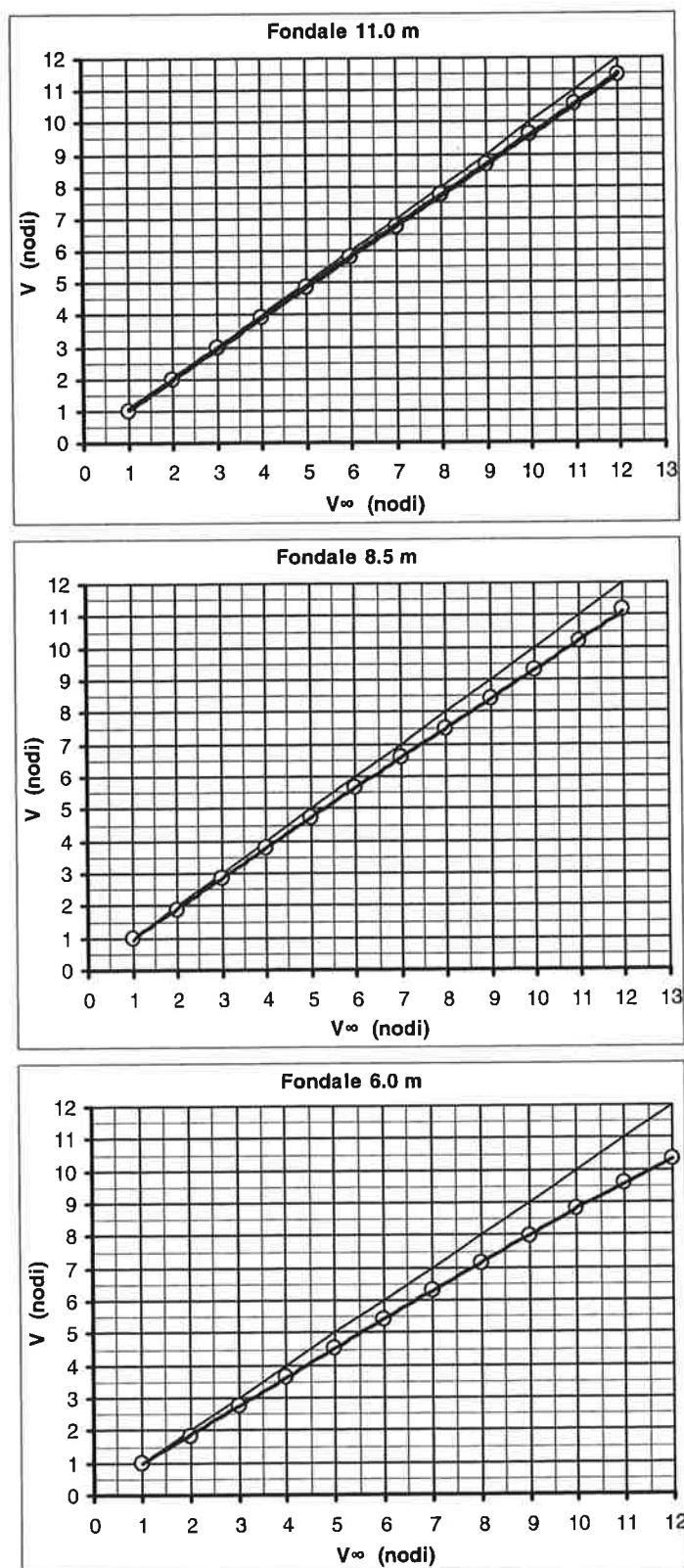


FIGURA 4.2: DIAGRAMMI RIDUZIONE DI VELOCITÀ



Dai grafici precedenti si possono ottenere i tre punti riportati nel grafico seguente (Figura 4.3) e, con una regressione polinomiale del 2° ordine, la curva di previsione di velocità per fondali inferiori a 6.0 m, quando la velocità su fondale illimitato è pari a 8.3 nodi:

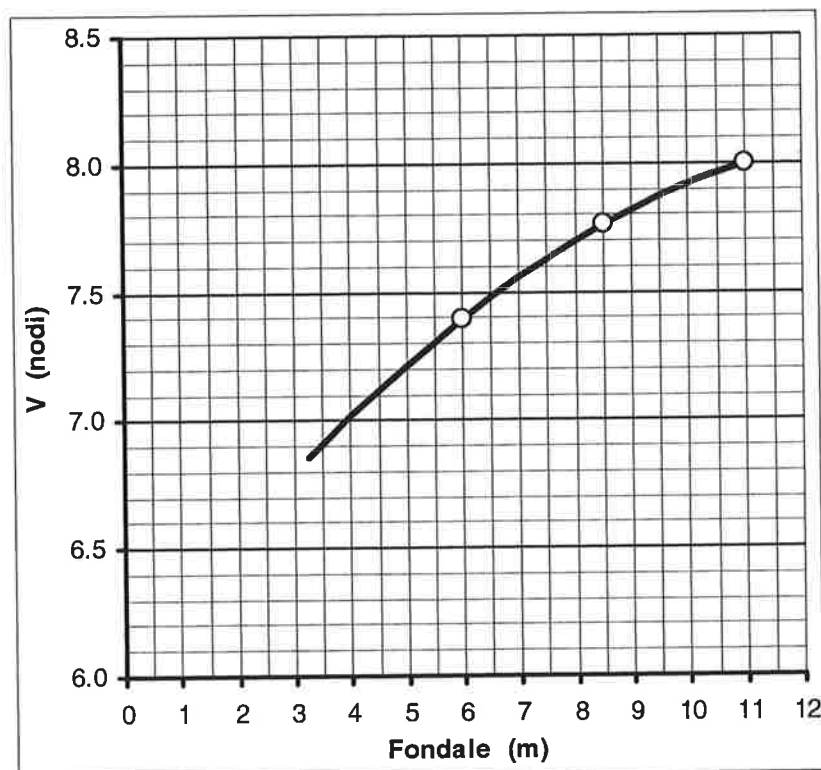


FIGURA 4.3: DIAGRAMMA RIDUZIONE DI VELOCITÀ PER FONDALE

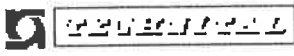
Dal grafico precedente si ottiene una velocità di circa 7.0 nodi (13 km/h) in corrispondenza di un fondale minimo di 4.0 m, considerato nel progetto del mezzo.

### 4.3 Risultati

Nelle pagine seguenti sono riportati i risultati di dettaglio, con ottimizzazione dell'elica per una velocità su fondale illimitato di 8.3 nodi e in assenza di vento, la Figura 4.4 riporta il grafico della potenza  $P_{bt}$  in funzione della velocità.

Le varie grandezze, in aggiunta a quelle già spiegate sopra, hanno il seguente significato:

- $N_p$       numero di eliche
- $N_{pb}$      Numero pale elica

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 152
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

- Dp Diametro elica
- Hubr Rapporto Diametro mozzo/Diametro elica
- Pblc Distanza minima punta pala elica da linea di costruzione
- Rkp Rugosità pala elica
- Pr Rapporto Passo elica/Diametro elica
- Ear Rapporto Area sviluppata elica/Area disco elica
- Pe Potenza effettiva =  $R_t \times V_s$
- ETAD Rendimento propulsivo =  $ETAH \times ETAR \times ETAO$
- Thr Spinta elica
- N Giri elica
- Pdt Potenza assorbita dall'elica
- Resr Resistenza residua
- Rfric Resistenza attrito
- Rapp Resistenza appendici
- Rwind Resistenza vento
- Rscale Resistenza passaggio vasca-mare
- Rvisc Resistenza viscosa
- Rwave Resistenza onda
- Rtrans Resistenza specchio di poppa
- Rbulb Resistenza bklbo di prua
- Rhull Resistenza scafo

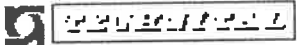
Le varie componenti di resistenza sono legate tra loro dalle seguenti relazioni:

$$R_t = R_{visc} + R_{app} + R_{wind} + R_{wave} + R_{trans} + R_{scale} + R_{bulb}$$

$$R_{visc} = R_{fric} (1 + k_1)$$

$$Resr = R_t - (R_{fric} + R_{app} + R_{wind} + R_{trans} + R_{scale})$$

$$Rhull = R_t - (R_{wind} + R_{app})$$

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 153
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

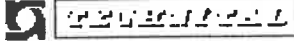
Symbol	Value	Description
Lwl	56.76 m	Length of waterline
Lpp	55.37 m	Length between perpendiculars
Bwl	14.00 m	Breadth of waterline
Ta	3.25 m	Draught after
Tf	3.25 m	Draught fore
Disv	2095 m <sup>3</sup>	Moulded displacement volume
Lcb	-0.79 m	Longitudinal center of buoyancy forward of Lpp/2
S	1063.64 m <sup>2</sup>	Wetted surface area
Abt	0.000 m <sup>2</sup>	Transversal area of bulb
Hb	0.00 m	Hight of bulb area Abt
Atrans	3.16 m <sup>2</sup>	Area of tramson
Wal	208 m <sup>2</sup>	Wind area
Wcx	0.750	Wind drag coefficient fore
Vwi	0.000 m/s	Wind velocity
Enta	50.000 degree	Half angle of entrance
Cstern	-25.000	Stern shape coefficient
Ksahr	150 micron	Average hull roughness
Cb	0.832	Block coefficient referred to Lpp
Cm	0.986	Midship section coefficient
Cp	0.844	Prismatic coefficient referred to Lpp
Cwp	0.993	Waterplane area coefficient referred to Lpp
K1	1.313	Hull form factor

TAB Appendages:

Appendage	Area (m <sup>2</sup> )	R.factor	Opening	Diameter (m)	R.fact.
SKEG	66.5	2.00	BOW_TRUSTER1	1.01	0.003
RUDDER	8.0	2.80	BOW_TRUSTER2	1.01	0.003
BILGEKEEL	17.7	1.40			

PROPELLER DATA:

Symbol	Value	Description
Np	2	Number of propellers
Npb	4	Number of propeller blades
Dp	1.450 m	Diameter of propeller
Hubr	0.20	Hub ratio
Pblc	0.25 m	Propeller tip base line clearance
Rkp	3 micron	Propeller blade roughness
Etas	0.960	Shafting efficiency
Pr	1.186	Pitch ratio of propeller
Ear	0.750	Expanded blade area ratio

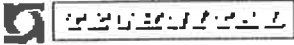
	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 154
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

RESISTANCE COMPONENTS

Vs knots	Resr MN	Rfric MN	Rapp MN	Rwind MN	Rscale MN	Rt MN
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
2.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003
3.000	0.002	0.003	0.001	0.000	0.001	0.006
4.000	0.003	0.005	0.001	0.000	0.001	0.010
5.000	0.004	0.007	0.001	0.001	0.002	0.015
6.000	0.005	0.010	0.002	0.001	0.003	0.022
7.000	0.007	0.014	0.003	0.001	0.004	0.029
8.000	0.010	0.017	0.003	0.002	0.006	0.039
9.000	0.016	0.022	0.004	0.002	0.007	0.052
10.000	0.028	0.027	0.005	0.003	0.009	0.071
11.000	0.049	0.032	0.006	0.003	0.011	0.101
12.000	0.089	0.037	0.007	0.004	0.013	0.150

Vs knots	RVisc MN	Rwave MN	Rtrans MN	Rbulb MN	RHull MN
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
2.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002
3.000	0.004	0.000	0.001	0.000	0.005
4.000	0.006	0.000	0.001	0.000	0.009
5.000	0.010	0.000	0.001	0.000	0.013
6.000	0.013	0.000	0.002	0.000	0.019
7.000	0.018	0.000	0.002	0.000	0.025
8.000	0.023	0.002	0.002	0.000	0.034
9.000	0.029	0.006	0.003	0.000	0.045
10.000	0.035	0.016	0.003	0.000	0.064
11.000	0.042	0.036	0.003	0.000	0.092
12.000	0.049	0.075	0.002	0.000	0.140



	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2017-C0	Pag. n. 155
	Rev.	Data:	RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI	

RESISTANCE AND PROPULSION RESULTS

Vs knots	Rt MN	Pe MW	Wts	Thds	EtaH	ETAR	EtaO	EtaD
1.000	0.001	0.000	0.233	0.223	1.012	0.990	0.552	0.553
2.000	0.003	0.003	0.233	0.223	1.012	0.990	0.560	0.562
3.000	0.006	0.009	0.231	0.223	1.010	0.990	0.566	0.566
4.000	0.010	0.021	0.230	0.223	1.009	0.990	0.570	0.569
5.000	0.015	0.040	0.229	0.223	1.008	0.990	0.573	0.572
6.000	0.022	0.067	0.229	0.223	1.007	0.990	0.575	0.574
7.000	0.029	0.105	0.228	0.223	1.007	0.990	0.577	0.575
8.000	0.039	0.159	0.228	0.223	1.006	0.990	0.576	0.574
9.000	0.052	0.239	0.228	0.223	1.006	0.990	0.571	0.569
10.000	0.071	0.366	0.227	0.223	1.005	0.990	0.560	0.558
11.000	0.101	0.571	0.227	0.223	1.005	0.990	0.544	0.541
12.000	0.150	0.929	0.227	0.223	1.005	0.990	0.518	0.515

Vs knots	Thr MN	N rpm	Pdt MW	Pbt MW
1.000	0.000	32.01	0.001	0.001
2.000	0.002	62.11	0.005	0.005
3.000	0.004	91.57	0.016	0.017
4.000	0.007	120.55	0.037	0.038
5.000	0.010	149.13	0.070	0.072
6.000	0.014	177.47	0.117	0.122
7.000	0.019	206.15	0.183	0.190
8.000	0.025	236.58	0.276	0.288
9.000	0.033	271.22	0.420	0.437
10.000	0.046	313.19	0.657	0.685
11.000	0.065	364.20	1.055	1.099
12.000	0.097	431.58	1.803	1.878

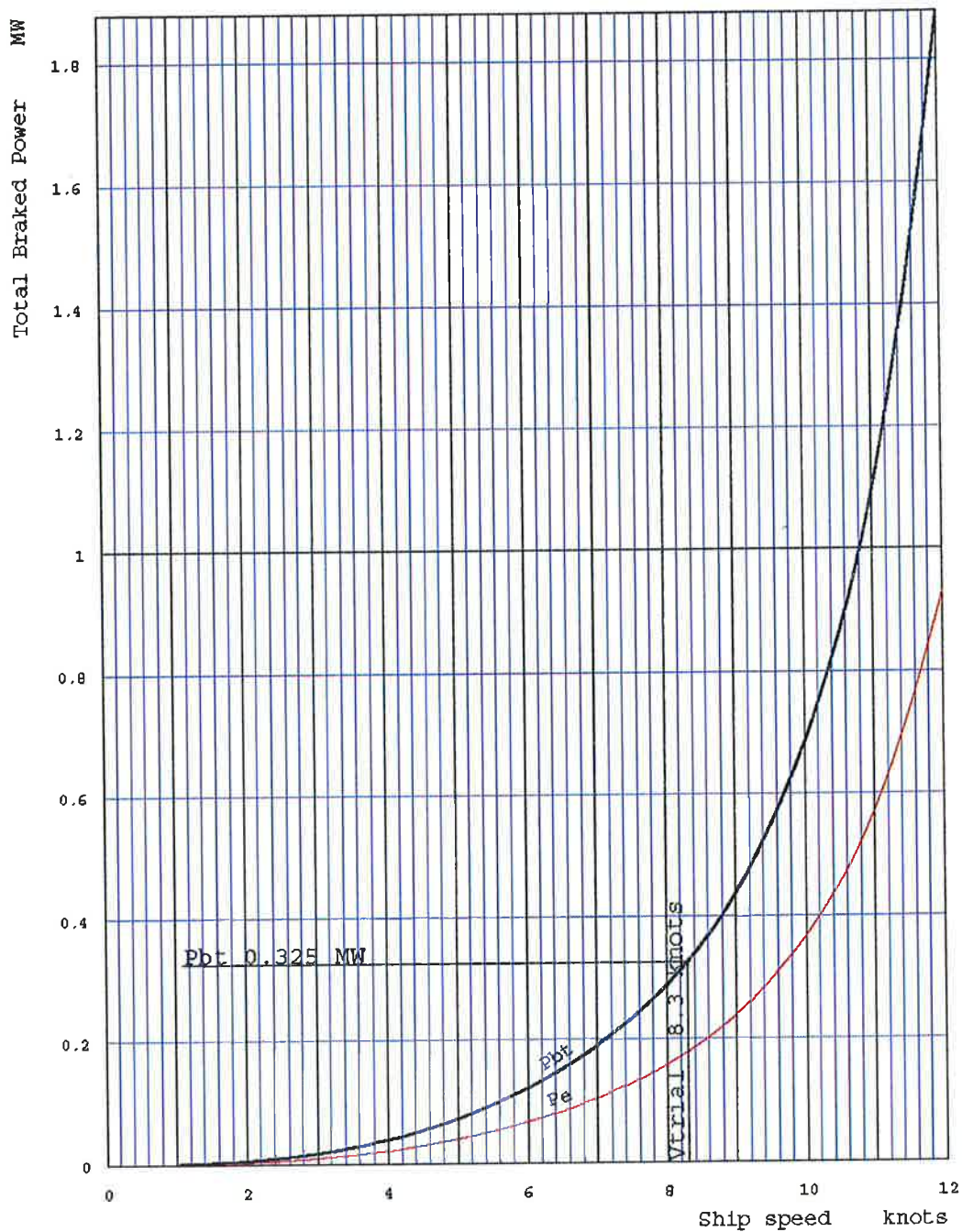


FIGURA 4.4: GRAFICO POTENZA/VELOCITÀ (IN ASSENZA DI VENTO)

#### 4.4 Conclusioni

La potenza totale richiesta ai propulsori per una velocità di 8.3 nodi (325 kW) è inferiore a quella necessaria per il posizionamento dinamico (2 x 614 kW), con un carico elettrico su un solo generatore del 63% nella condizione di navigazione. Inoltre la potenza totale installata dei propulsori (2 x 650 kW) fornisce margine anche nel caso di avanzamento con vento da 20.0 m/s in prua; infatti, ripetendo quanto eseguito sopra considerando tale vento, la potenza totale richiesta è pari a 919 kW, come da grafico seguente, con un carico elettrico su due generatori del 71% nella condizione di navigazione.

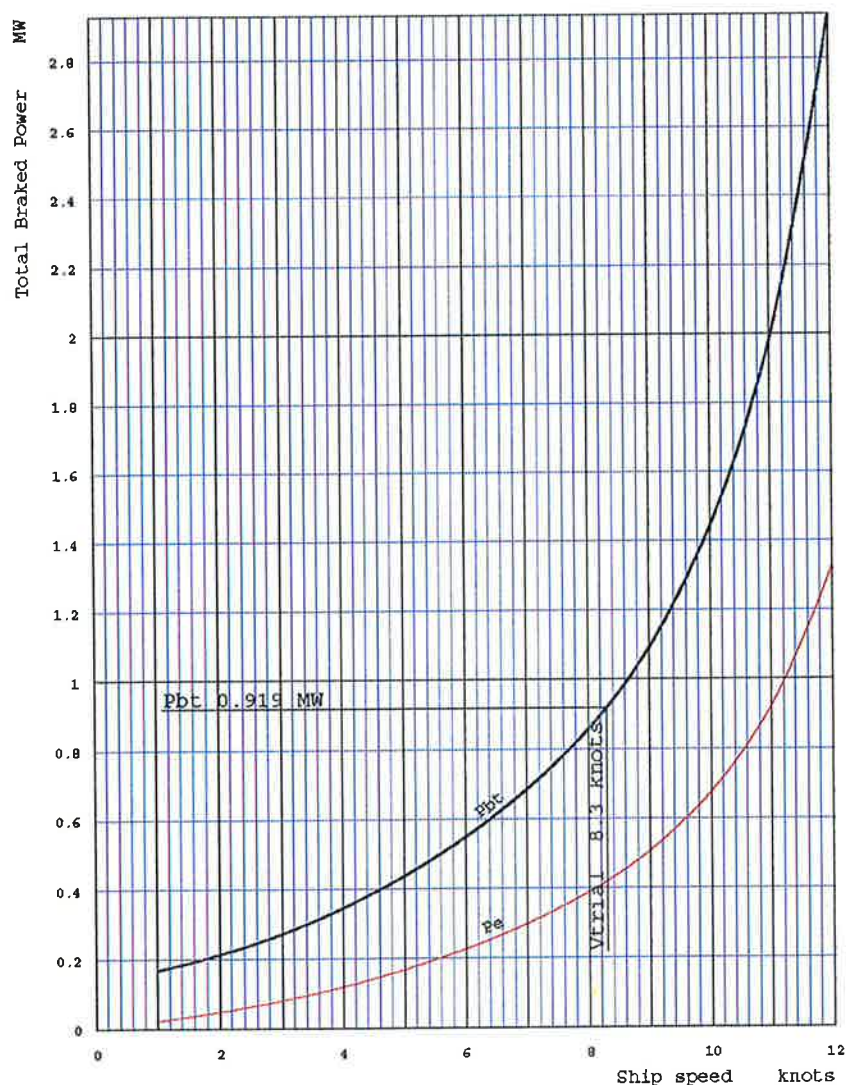


FIGURA 4.5: GRAFICO POTENZA/VELOCITÀ (VELOCITÀ VENTO 20 M/S)