

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA  
(CP-EngNav/2012)

ENGENHARIA NAVAL

PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
INSTRUÇÕES GERAIS

- 1- A duração da prova será de 05 horas e não será prorrogada. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal, sem desgrampear nenhuma folha;
- 2- Responda as questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas da prova;
- 3- Só comece a responder a prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado;
- 4- O candidato deverá preencher os campos:  
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV;
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.  
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada;
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão;
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos;
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará na atribuição de nota zero;
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração, o candidato que:
  - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
  - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
  - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
  - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDO O USO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE <sub>ns</sub> M
	000 A 100		

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

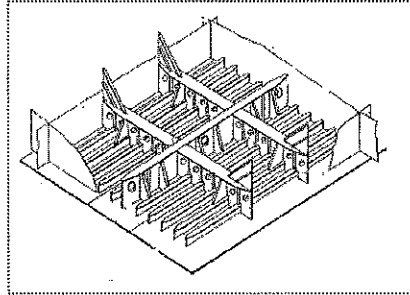
CONCURSO PÚBLICO: CP-EngNav/2012  
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE <sub>ns</sub> M
		000 A 100		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

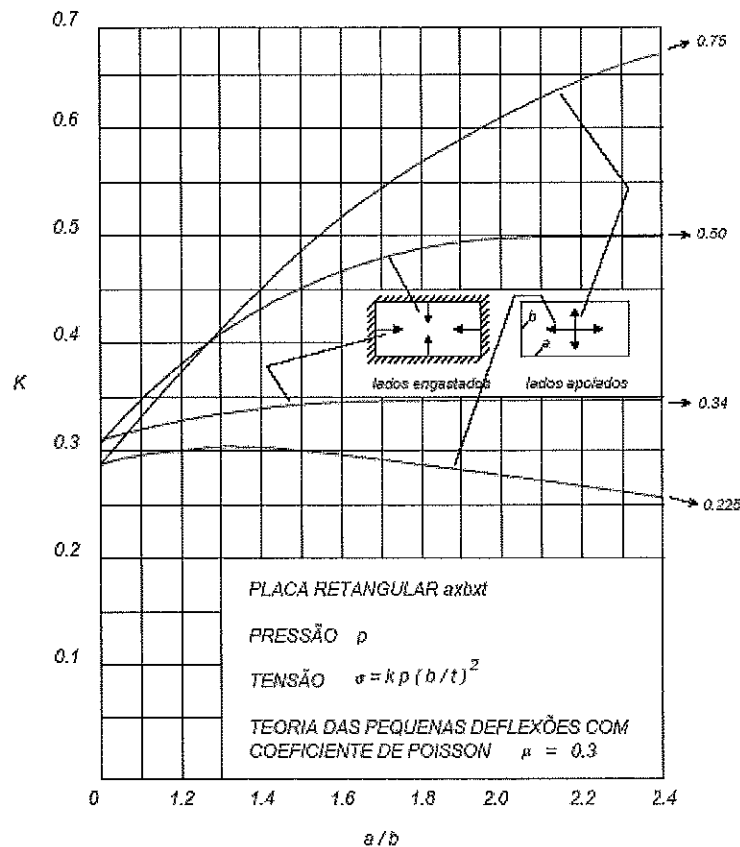
1ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura a seguir.



Na figura acima mostra-se um painel estrutural do fundo de um petroleiro que está submetido a uma pressão hidrostática de  $0.25 \text{ N / mm}^2$ . O chapeamento possui 20mm de espessura, o espaçamento entre hastilhas é de 4000mm e o de longitudinais leves é de 800mm. Utilizando o gráfico a seguir, determine:

- A condição de contorno para a análise do chapeamento de um navio. (4 pontos)
- A máxima tensão equivalente de von Mises existente no chapeamento do navio petroleiro. (4 pontos)



Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

**2ª QUESTÃO (8 pontos)**

A seleção do propulsor é uma parte importante do projeto da instalação propulsora de uma embarcação. O desempenho de um propulsor é determinado pelas características específicas de cada propulsor. Explícite e descreva 4 parâmetros importantes para a especificação de um propulsor.

Continuação da 2ª questão

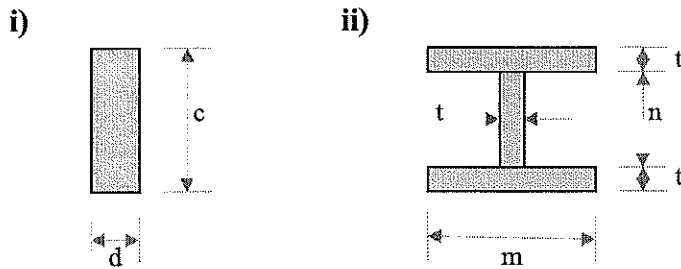
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

3ª QUESTÃO (8 pontos)

O projeto estrutural de embarcações deve enfatizar a eficiência, ou seja, maximizar a resistência estrutural com a menor quantidade de material possível. Os reforçadores estruturais podem apresentar diferentes secções. Considerando as duas secções representadas na figura e as hipóteses abaixo, determine:

- O valor de 't' em função de 'd'. (2 pontos)
- O valor da Inércia da Secção **ii** em relação à Inércia da Secção **i**, ambas calculadas em função da linha neutra transversal. (6 pontos)



Hipóteses:

- $c = 3 * d$
- $m = 0.5 * n$
- $n = c$
- $t^3 \approx 0$
- Ambas as secções possuem a mesma área

Continuação da 3ª questão

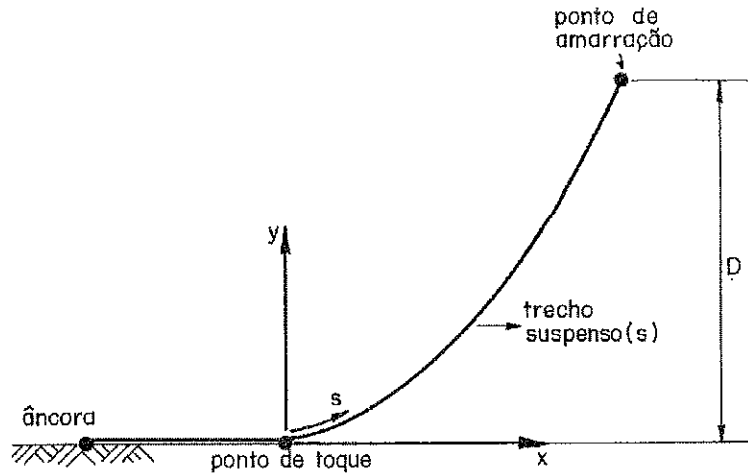
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12



4ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma linha de ancoragem inelástica apresenta uma curva característica denominada catenária, conforme representado na figura a seguir.



Determine o comprimento do trecho suspenso "S" de uma linha com peso linear "w" de 5N/m para uma plataforma localizada em uma lâmina d'água "D" de 1000m de profundidade para os seguintes casos:

- a) Quando "frouxa" (sem restauração no ponto de amarração). (4 pontos)
- b) Quando sujeita a 7500 N de restauração. (4 pontos)

$$\text{Dado: } S = D * \sqrt{1 + \frac{2 * H}{w * D}}$$

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

**5ª QUESTÃO (8 pontos)**

Recentemente um dos maiores navios do mundo utilizado para transporte de minério de ferro sofreu uma falha estrutural durante um procedimento de carregamento pouco após entrar em operação. O navio em questão possui um comprimento 20% superior à média dos outros navios, porém possui aproximadamente a mesma boca, calado e coeficiente de bloco.

Considerando um modelo de carregamento simplificado no qual a flutuação é assumida como uniformemente distribuída ao longo do comprimento e o deslocamento é todo concentrado a meia nau.

Pede-se:

- a) faça um diagrama de corpo livre representando as cargas atuantes na viga do navio. (2 pontos)
- b) determine o aumento percentual do momento fletor máximo em relação à média dos outros navios utilizados para o transporte de minério. (6 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Em 1872, William Froude desenvolveu um método para estimar a resistência ao avanço de uma embarcação através de testes de reboque de um modelo em escala reduzida em tanques de provas. Froude adotou a hipótese de que a resistência total ao avanço poderia ser decomposta em duas parcelas: uma devido ao arrasto de fricção e a outra em virtude do arrasto residual. Considerando-se as diferenças de escala, a parcela residual poderia ser extrapolada do modelo para o casco real.

A fim de se avaliar a resistência ao avanço de um navio prismático de comprimento  $L=60\text{m}$ , proa triangular e navegando com calado  $T=12\text{m}$  em água do mar (Fig. 1), foi construído um modelo em escala reduzida de 1:50. No tanque de provas, operando com água doce, a resistência total ao avanço do modelo foi medida em 12N pelo carro dinamométrico quando rebocado a 1,2m/s.

Empregando a mesma hipótese de Froude, determine:

- A velocidade do navio correspondente à velocidade ensaiada com o modelo. (2 pontos)
- A resistência ao avanço total do navio navegando nesta velocidade. (6 pontos)

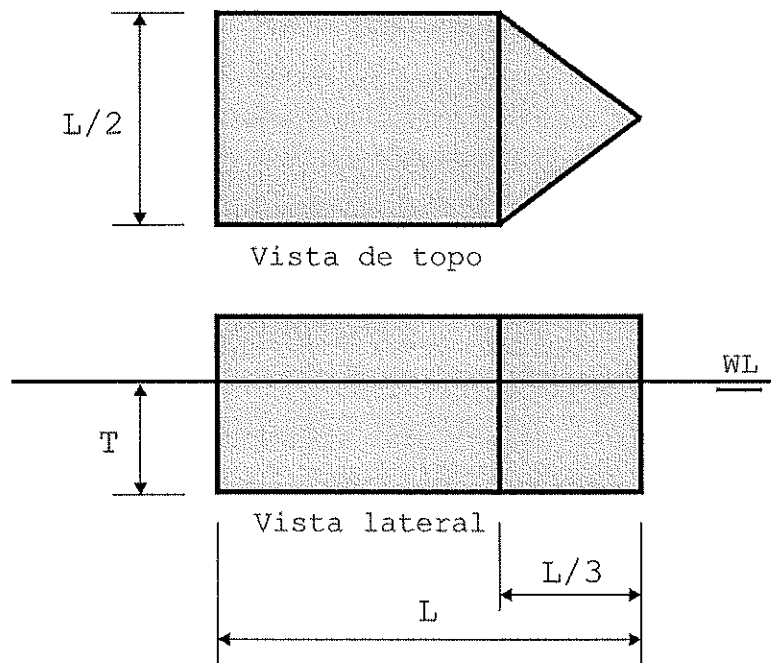


Fig. 1

Continuação da 6ª questão

Considere:

Densidade da água doce:  $\rho_{\text{doce}} = 1000 \text{Kg/m}^3$

Densidade da água do mar:  $\rho_{\text{mar}} = 1025 \text{Kg/m}^3$

Viscosidade cinemática

da água doce e da água do mar:  $\mu = 1 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$

Número de Froude:  $Fr = \frac{U}{\sqrt{gL}}$

Número de Reynolds:  $Re = \frac{\rho UL}{\mu}$

Estimativa do  $C_f$  na figura 2.

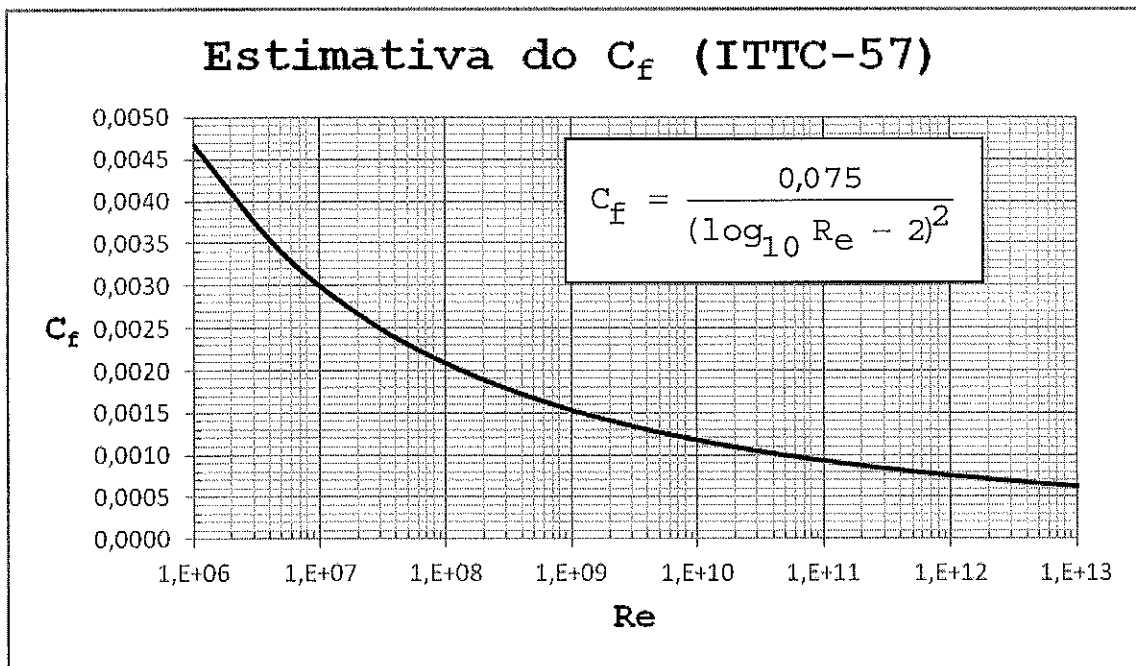


Fig. 2

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12



Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

7ª QUESTÃO (8 pontos)

A Fig. 1 apresenta duas seções mestras com os respectivos centros de gravidade localizados no ponto G. Ambas apresentam ângulo de banda na condição da linha d'água  $WL_1$ .

- Localize e esboce nas duas seções mestras: o ponto base da quilha K, o centro de carena B e o metacentro M, o vetor peso P e o vetor empuxo E. (3 pontos)
- Classifique as condições I e II com respeito ao estado de equilíbrio estável, instável ou indiferente em que se encontra a embarcação na  $WL_1$ . Justifique. (3 pontos)
- Em se tratando da estabilidade estática inicial, pode-se afirmar que quanto maior a altura metacêntrica de uma embarcação, mais estável ela será. Por quê? (2 pontos)

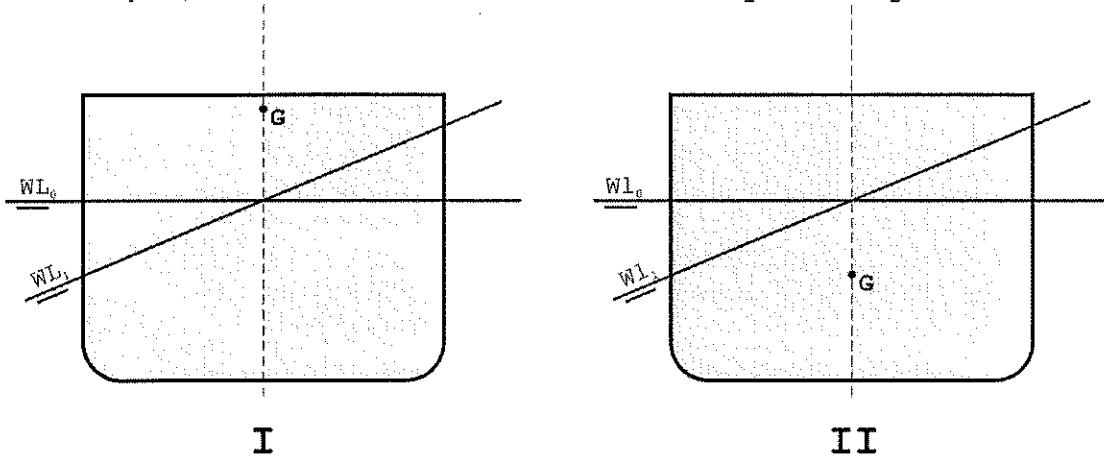


Fig. 1

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Em relação aos coeficientes de forma, responda às questões a seguir.

- a) Defina os seguintes coeficientes de forma de um casco: coeficiente de bloco e coeficiente prismático. Se necessário, faça uma ilustração. (4 pontos)
- b) Qual das embarcações possui maior coeficiente de bloco: um navio patrulha ou um navio tanque? Justifique sua resposta. (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma embarcação, cuja boca mede  $B=48\text{m}$ , navega sem banda e tem deslocamento de 12.000 toneladas quando está carregada (Fig. 1). O casco possui um flutuador instalado a bombordo, o que faz com que sua curva de estabilidade estática (CEE) não seja simétrica em relação à posição apumada.

- a) De maneira quase estática, um módulo de carga pesando  $w=600\text{ton}$  se desloca no convés a partir da linha de centro em direção a boreste. Quando a carga chega à posição limite, a uma distância de  $B/2$  da linha de centro, a embarcação atinge seu maior ângulo de banda  $\theta$  (positivo). Utilizando a CEE apresentada na Fig. 2, determine o valor deste ângulo de banda estático. (4 pontos)
- b) De repente, a carga se desprende do convés e cai ao mar. Considerando que o peso da carga é muito menor que o deslocamento total da embarcação, estime o máximo ângulo de jogo dinâmico  $\theta_{\text{din}}$  que a embarcação deve atingir quando oscilar em direção a bombordo (ângulo negativo). Utilize a CEE da Fig. 2 e desconsidere perdas de energia. (4 pontos)

Se necessário, considere:

	sen	cos	tan
15 graus	0,26	0,97	0,27
30 graus	0,50	0,87	0,58
45 graus	0,71	0,71	1,00

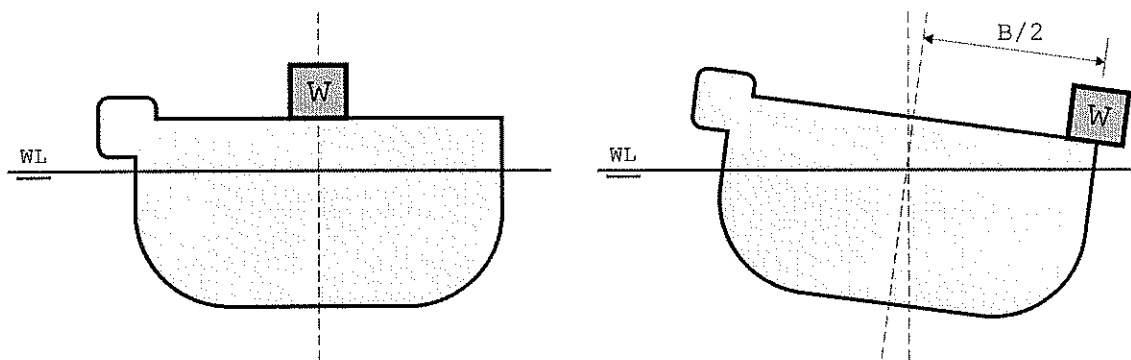


Fig. 1



Continuação da 9ª questão

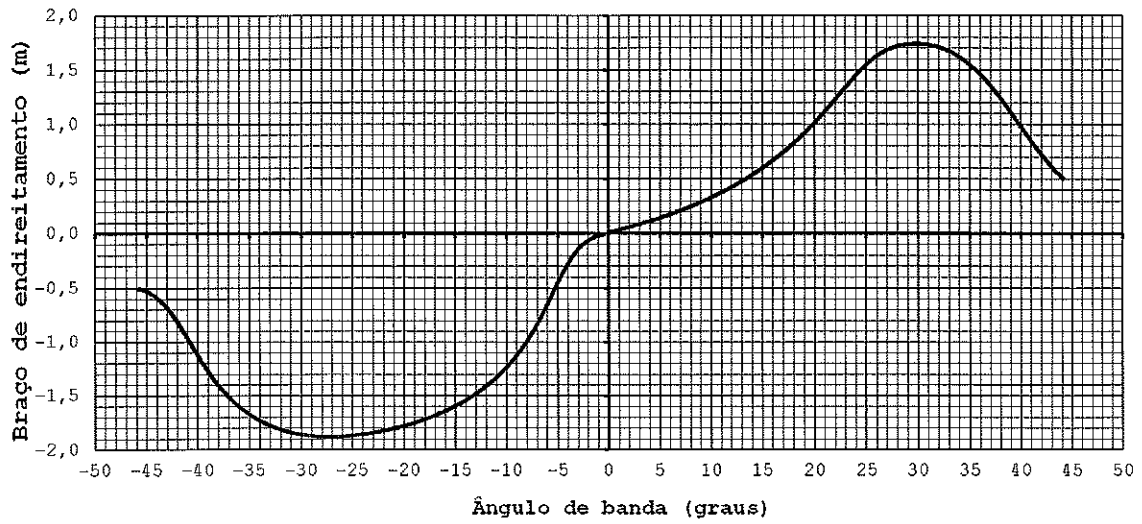


Fig. 2: CEE para um deslocamento de 12.000 toneladas.

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

**10ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um catamarã foi construído para transportar a turbina de uma usina hidrelétrica que pesa 35 toneladas. A embarcação é composta de dois cascos prismáticos com seção retangular com dimensões  $L=15\text{m}$ ,  $B=2\text{m}$ ,  $D=2\text{m}$  e  $C=10\text{m}$  (Fig. 1). Sobre os cascos foi montada uma plataforma para fixar a carga em seu centro. Sabe-se que o catamarã sem carga pesa 15 toneladas e flutua sem banda nem trim. Em uma primeira tentativa de carregamento, verificou-se que a embarcação apresentou um ângulo de trim de 2 graus quando a carga foi colocada 0,5m a vante da posição central. A carga foi então retirada e os engenheiros decidiram avaliar a estabilidade da embarcação ao adernamento antes de fazer um novo carregamento. Para evitar um acidente, qual deve ser a distância transversal máxima, a partir da linha de centro em direção a um dos bordos, que a carga pode ser deslocada para que o ângulo de banda seja menor que 3 graus?

**Considere:**

Densidade da água doce:  $\rho_{\text{doce}} = 1000\text{Kg/m}^3$

Se necessário, considere as aproximações trigonométricas abaixo:

	sen	cos	tan
<b>2 graus</b>	0,035	0,999	0,035
<b>3 graus</b>	0,052	0,998	0,052

Continuação da 10ª questão

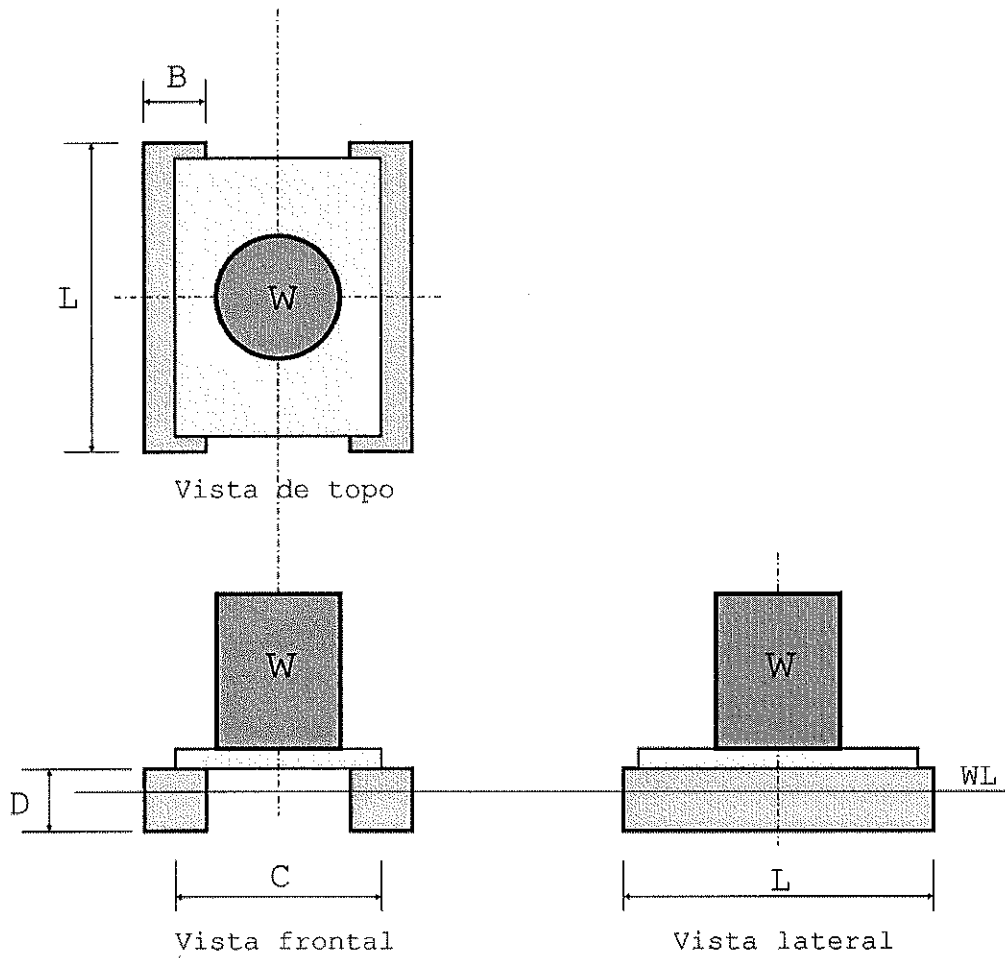


Fig. 1: Catamarã carregado com a turbina na posição central.

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-EngNav/12