

Disciplina: EST-1

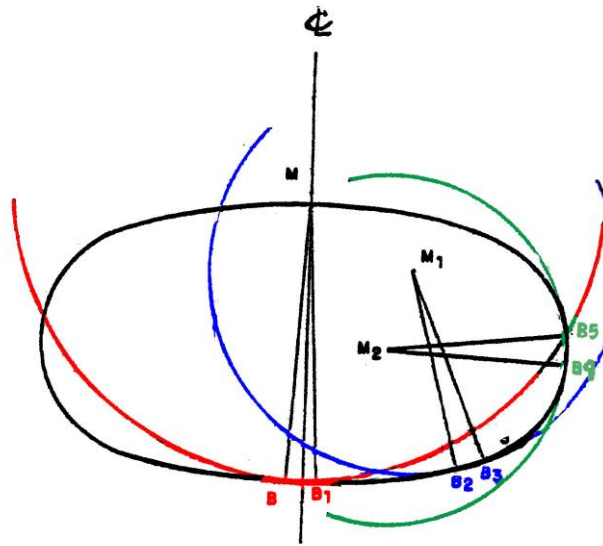
Professor: Quintana

TÓPICO 08: CÁLCULO DA COTA DO METACENTRO, DO CENTRO DE CARENA E DO RAI0 METACÊNTRICO

1) METACENTRO TRANSVERSAL (M)

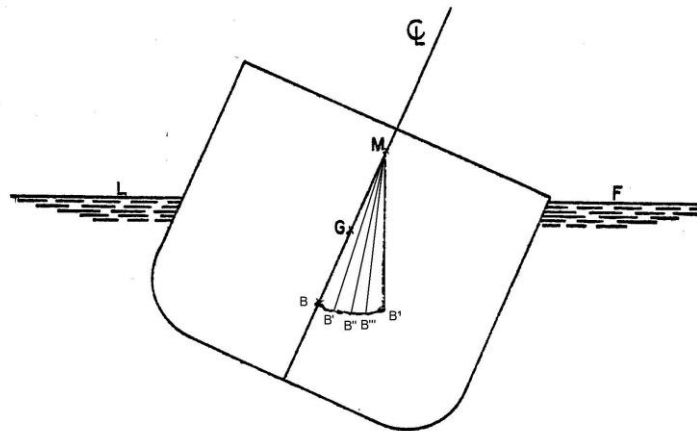
⇒ Quando o navio se inclina, as posições do centro de carena B que correspondem às diferentes inclinações (bandas) determinam uma curva (elipsóide), figura 1.

Figura 1:



⇒ O centro de curvatura desta curva para uma inclinação infinitamente pequena do navio é chamado metacentro, ou, neste caso, metacentro transversal, e coincide com o ponto M (figura 2).

Figura 2:



1.2) Determinar a cota do metacentro (KM)

⇒ A cota do metacentro (KM) é calculada, durante o projeto, para vários calados, e pode ser obtida nas tabelas hidrostáticas.

Exemplo 1: Determine a cota do metacentro do navio SD-14 “Comandante Valgas”, sabendo-se que o calado a vante vale 8,80 m e a ré, 8,40 m.

1.3) Causas da mudança de posição do metacentro (M)

⇒ Para um deslocamento fixo, quando o ângulo de inclinação do navio é próximo de zero, a posição limite do metacentro é um ponto fixo, chamado de METACENTRO INICIAL. Na prática, se considera invariável este ponto para inclinações **até 12 graus**, nos navios mercantes de forma usual.

⇒ Para grandes inclinações, o metacentro não é um ponto fixo, a sua posição se altera à medida que o navio se inclina, se afastando, inclusive, do plano diametral.

⇒ A curva gerada pelas posições do metacentro é chamada de “**evoluta metacêntrica**”, figura 3.

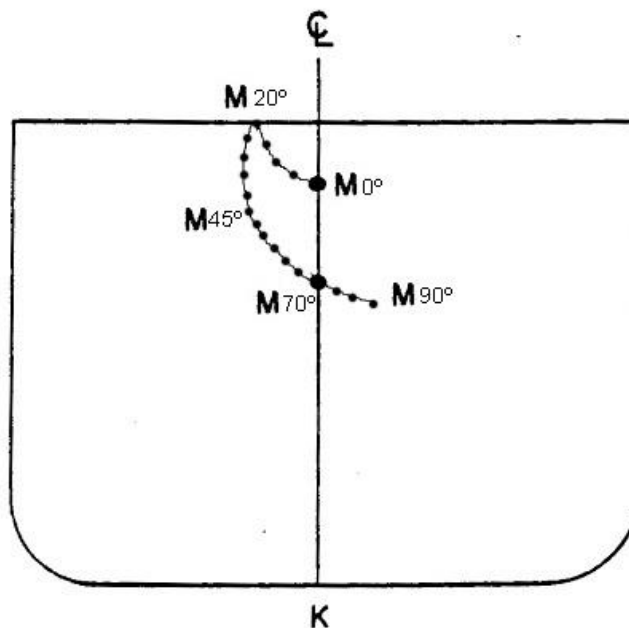


Figura 3:

IMPORTANTE:

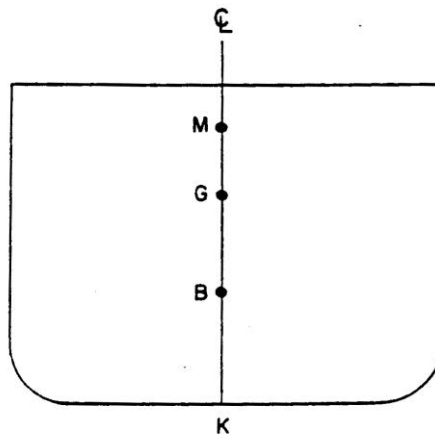
INCLINAÇÃO	POSIÇÃO DE M	DENOMINAÇÃO	
0° ATÉ 12°	FIXA METACENTRO INICIAL	PEQUENAS INCLINAÇÕES	ESTABILIDADE INICIAL
ACIMA DE 12°	VARIÁVEL	GRANDES INCLINAÇÕES	ESTABILIDADE DE GRANDES INCLINAÇÕES

2) CENTRO DE EMPUXO OU DE CARENA (B)

⇒ É o “centro geométrico” do volume da água deslocada, ou seja, é o ponto de aplicação do empuxo (CC ou B).

⇒ É contido no plano diametral, se o navio estiver sem banda. Sendo que está sempre abaixo da linha-d’água (figura 4).

Figura 4:



2.1) Determinação da cota do centro de carena (KB)

2.1.1) Tabelas Hidrostáticas.

⇒ Usualmente, o valor de KB é calculado, durante o projeto, para vários calados e pode ser obtido nas tabelas hidrostáticas.

Exemplo 2: determine a cota do metacentro do navio SD-14 “Comandante André”, sabendo-se que o calado a vante vale 7,40 m e a ré, 7,80 m.

2.1.2) Fórmula de Morrish:

$$KB = 1/6 (5.hm - 2. \nabla / Af)$$

ou

$$KB = 1/6 (5.hm - 2.\alpha.hm / \gamma)$$

Sendo: $\alpha = \nabla / Lpp.B.hm$ (coeficiente de bloco)

$\gamma = Af / Lpp.B$ (coeficiente da área de flutuação)

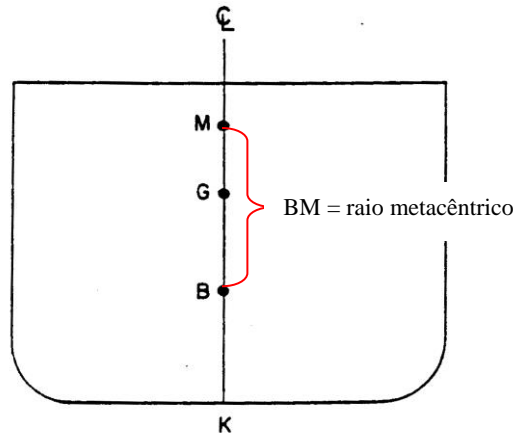
Exemplo 3: Determinar a cota do centro de carena do navio “Comandante Conde”, sabendo-se que para o calado médio de 3,45 m, apresenta coeficiente de bloco = 0,844 e coeficiente da área de flutuação = 0,870.

Exemplo 4: Determinar a cota do centro de carena do navio Comte. Charles, sabendo-se que para o calado médio de 4,05 m, apresenta coeficiente de bloco = 0,718 e coeficiente da área de flutuação = 0,732.

3) CÁLCULO DO RAIÃO METACÊNTRICO (BM)

⇒ O raio metacêntrico é a distância vertical entre o centro de carena e o metacetro, na figura 5, \overline{BM} .

Figura 5: \overline{BM} = raio metacêntrico.



3.1) Através da tabela de dados hidrostáticos.

⇒ Obtemos pela subtração: $BM = KM - KB$

Exemplo 5: determine o raio metacêntrico do navio SD-14 “Comandante Sidney”, sabendo-se que o calado a vante vale 5,40 m e a ré, 5,80 m.

3.2) Pela fórmula:

$$BM = I_t / \nabla$$

Onde: I_t é o momento de inércia transversal para um plano de flutuação formado por curvas irregulares.

3.3) Pelas Fórmulas empíricas:

$$I_t = n \cdot L_{pp} \cdot B^3$$

⇒ Onde: n é um coeficiente, em geral, menor que 0,1

⇒ Temos que: $\nabla = cb \cdot Lpp \cdot B \cdot hm$

⇒ Substituindo: $BM = n \cdot Lpp \cdot B^3 / cb \cdot Lpp \cdot hm = (n/cb) \cdot B^2 / hm$,

⇒ Fazendo $a = n/cb$

⇒ Onde a é um coeficiente empírico que varia de 0,08 a 0,1. Sendo o valor usual para os navios mercantes 0,09.

⇒ Obtemos: $BM = a \cdot B^2 / hm$

Exemplo 6: Determinar o raio metacêntrico de uma embarcação, sabendo-se que: $a = 0,087$; boca = 19,42 m e o calado médio = 4,56 m.

Exemplo 7: Determinar o raio metacêntrico de uma embarcação, sabendo-se que: $a = 0,090$; boca = 22,23 m e calado médio = 5,02 m.

3.4) Numa embarcação de forma retangular

Temos: $BM = It / \nabla$; sendo: $It = L \cdot B^3 / 12$ e $\nabla = L \cdot B \cdot hm$

Substituindo: $BM = L \cdot B^3 / 12 \cdot L \cdot B \cdot hm \Rightarrow BM = B^2 / 12 \cdot hm$

Exemplo 8: Determinar o raio metacêntrico de uma embarcação de forma retangular, sabendo-se que apresenta calado médio de 2,88 m e uma boca no valor de 14,40 m.

Exemplo 9: Determinar o raio metacêntrico de uma embarcação de forma retangular, sabendo-se que apresenta calado médio de 4,25 m e uma boca no valor de 15,45 m.