



ESTABILIDAD Y ESTIBA

PRE LABORATORIO N° 2 - ACTIVIDADES PRE-LABORATORIO

ARQUÍMEDES & CENTROS DE FLOTACIÓN

Instrucciones:

1. Este prelaboratorio abarca la teoría que será utilizada experimentalmente en la ejecución práctica de laboratorio "Arquimedes & Centros de Flotación".
2. El pre-laboratorio debe ser completado y entregado antes de iniciar la ejecución del laboratorio.
3. Si puede, responda las preguntas sin consultar sus apuntes y sólo utilícelos cuando tenga dudas o no entienda un concepto. Esto le permitirá mejorar su comprensión de los conceptos que el laboratorio intentará reforzar.
4. Una vez que complete minuciosamente este pre-laboratorio, le será más fácil entender lo que el laboratorio intenta mostrarle y maximizará su rendimiento en su ejecución.
5. Para la evaluación de este trabajo debe entregar todas las hojas del mismo, incluyendo las ecuaciones utilizadas, la sustitución por números que realice en las ecuaciones, las unidades y sus respuestas finales.
 - a. La Ingeniería es comunicación.
 - b. Un trabajo limpio que muestra una progresión lógica es mucho más fácil de evaluar.

Información del Cadete

Nombre: Valeria Becker

Curso: 3° Lt

Fecha: _____



ESTABILIDAD Y ESTIBA

Equipamiento del laboratorio

Para la realización de este laboratorio, se usará un estanque metálico con un casco de buque como cuerpo flotante.

El estanque en el que flota el casco del modelo, ha sido equipado con un drenaje superior a través del cual rebalsará el agua desplazada, la que deberá ser recogida para ser medida. El drenaje permite mantener un nivel de agua constante en el estanque.

Se proporciona un recipiente adecuado para recoger el agua, una pesa para pesar el casco y el agua desplazada, una regla para mediciones y dos pesos de 1 kg cada uno.

Teoría

Principio de Arquímedes y equilibrio estático

En la primera parte del laboratorio, el desplazamiento (peso) del casco se determinará por tres medios diferentes:

- Pesar el casco en la pesa.
- Pesar el volumen de agua desplazada en la pesa.
- Calcular el volumen sumergido y utilizarlo para calcular la fuerza de empuje y el desplazamiento.

1. ¿Cuál de las técnicas indicadas será más exacta para determinar el peso?

Pesar el casco ¿Por qué? Porque se puede
obtener datos más precisos

2. ¿Cuál de las técnicas descritas es aplicable a un buque de tamaño real?

Calcular el vol. sumergido ¿Por qué? puesto que no existe
una balanza lo suficientemente grande para pesar
el casco, ni un recipiente para medir
el agua desplazada

El principio de Arquímedes establece que:

Un objeto parcialmente o totalmente sumergido en un fluido, experimentará una fuerza vertical resultante igual en magnitud al peso del volumen de fluido desplazado por el objeto.

Esta fuerza vertical se denomina "fuerza de boyantes" (fuerza de flotación) y recibe el símbolo F_B .

3. Escribir la relación matemática descrita por el Principio de Arquímedes que vincula F_B con el volumen sumergido (∇) de un cuerpo flotante.

$$F_B = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V_{\text{sumergido}}$$



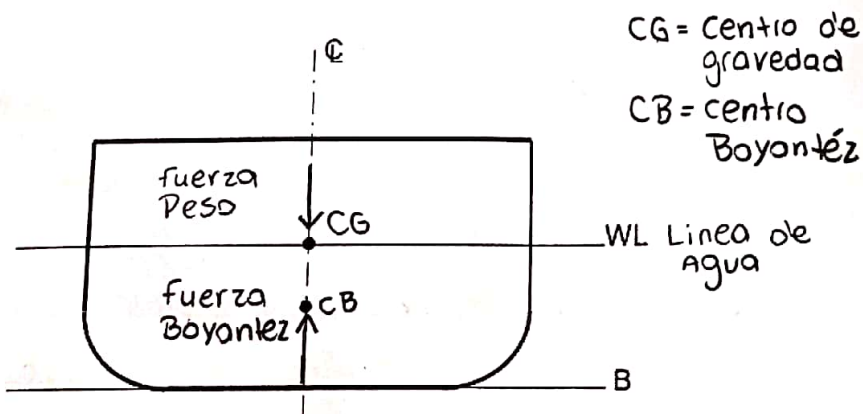
ESTABILIDAD Y ESTIBA

4. Si el modelo en el tanque de agua flota positivamente, ¿está en equilibrio estático?
Sí, se encuentra en equilibrio sin movimiento
5. ¿Cuáles son las dos condiciones necesarias para que un objeto esté en equilibrio estático?

Condición 1: La suma de las fuerzas sea 0

Condición 2: La suma de los momentos sea 0

6. Utilizando las condiciones para el equilibrio estático, escriba la relación matemática que vincula la fuerza de flotación (F_B) experimentada por un cuerpo flotante y su peso o desplazamiento (Δ).
 $F_B - \Delta = 0 \rightarrow F_B = \Delta \quad \therefore \sum \vec{F} = 0$
7. Combine las expresiones dadas en (3) y (6) para dar la relación matemática que relacione el volumen sumergido de un objeto flotante (∇) con su desplazamiento (Δ).
 $F_b = \nabla \times \rho_{\text{agua}} \times g = \Delta = V \cdot \rho \times g$
8. En la sección de casco flotante a mostrada a continuación, dibuje los dos vectores de fuerza descritos anteriormente, y muestre y nombre claramente los centroides a través de los cuales actúan.



9. Describa cómo se ubican las posiciones de los dos centroides de la figura superior en un buque, completando la tabla siguiente.

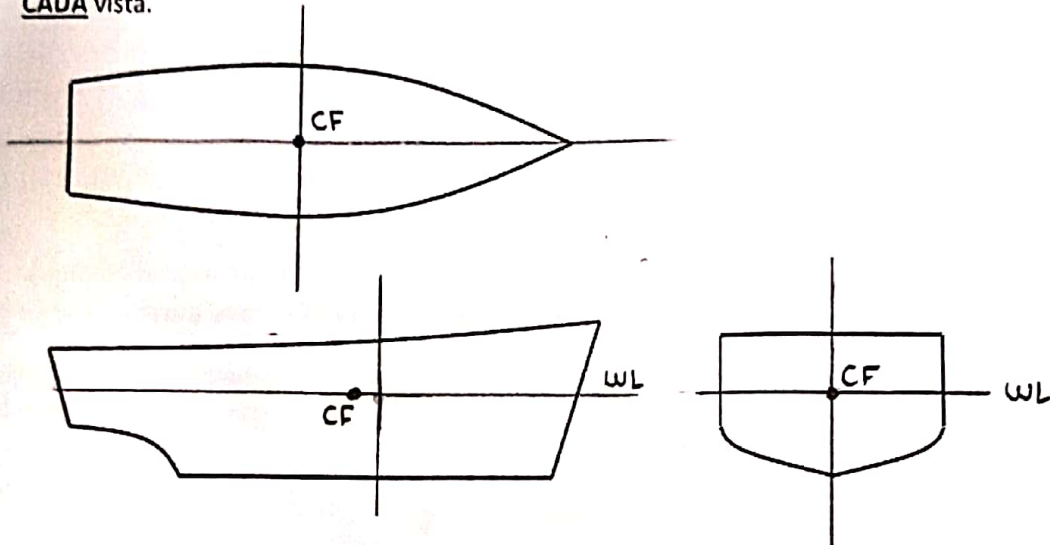
	Referenciado desde	Acrónimo	Nombre
Verticalmente	Quilla	KG	Centro de gravedad (vertical)
		Kb	centrio de boyantez (vertical)
Transversalmente	Línea de crujía	TCB	centrio de Boyantez (transversal)
		TCG	centrio de gravedad (transversal)
Longitudinalmente	Cuaderna Maestra	LCB	centrio de boyantez (longitudinal)
		LCG	centrio de gravedad (longitudinal)



ESTABILIDAD Y ESTIBA

Teoría de Centros de Flotación

10. En las tres vistas ortogonales de una forma de casco a continuación, dibuje en la línea de flotación, la línea central, el centro del barco, y muestre el centro de flotación en CADA vista.



11. ¿Cuál es el significado del centro de flotación con respecto a la línea de agua?

Es el punto pivote del buque mientras flota y cambia de asiento.

12. Describa hundimiento paralelo:

Cuando el calado de proa y de popa se hunde la misma cantidad y así no se produzcan cambios de asiento.

13. ¿Dónde debiera agregarse un peso a un buque para logra un hundimiento paralelo?

En el centro de flotación

14. Completa la siguiente tabla para describir como se referencia la posición del Centro de Flotación en un buque.

	Referenciado desde	Acrónimo	Nombre
Transversalmente	centro de flotación a línea de crujía	TCF	centro transversal de flotación
Longitudinalmente	centro de flotación a cuaderna maestra	LCF	centro longitudinal de flotación



ESTABILIDAD Y ESTIBA

PRIMERA PARTE: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES Y DETERMINACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO

1. Pese el modelo en la báscula y a continuación registre su peso.

Peso del modelo a escala (kg)	12,284
-------------------------------	--------

Este peso corresponde al desplazamiento (Δ) del modelo. El resto de la Primera Parte del laboratorio verifica este peso usando dos técnicas diferentes.

Medición del desplazamiento mediante el peso del agua desplazada

Llene el tanque a un nivel justo por encima de la altura del drenaje y permita que el exceso de agua fluya al balde. Espere unos 5 minutos para que el agua deje de gotear. Vacíe el balde y asegúrese también de que la fuente metálica rectangular (bandeja) se encuentre vacía.

2. Pese la bandeja metálica y registre su peso en la tabla que se adjunta en el punto 3. a continuación.

Instale el trozo de manguera en el drenaje y coloque la bandeja sobre la pesa, de manera tal que toda el agua que se vierta por el drenaje sea recibido en la bandeja y pueda registrarse su peso sin desplazarla de lugar. Coloque lentamente el modelo dentro del tanque, utilizando las dos guías del estanque para mantener la posición de la proa y de la popa de modelo. Asegurándose de mantener el modelo en posición vertical.

En el caso de no poder colocar la pesa bajo la bandeja, considere que después del flujo inicial de agua, el agua remanente que gotee puede ser recibida en el balde plástico, mientras se coloca la bandeja metálica en la pesa.

Espere al menos 5 minutos para que el agua termine de gotear sobre la pesa. Mientras espera, complete los pasos (4) a (7).

3. Vierta el agua del balde plástico en la bandeja y complete la tabla que se adjunta a continuación. Esta tabla solo requiere datos recopilados hasta este punto y la aplicación de los principios del curso (Arquímedes y equilibrio estático)

Peso de la bandeja metálica (kg)	1,232 kg
Peso del agua y de la bandeja metálica (kg)	13,382 kg
Peso del agua recolectada en la bandeja (kg)	12,150 kg

Basándose en los datos recolectados, ¿cuáles serán los valores esperados para:

Magnitud de la Fuerza de Boyantes, F_b (kg)	12,150 Kg
Desplazamiento del modelo, Δ (kg)	12,150 Kg



ESTABILIDAD Y ESTIBA

4. Explique cómo llegó al valor del desplazamiento del modelo.

Se puede saber el desplazamiento a partir del principio de Arquímedes que afirma que "Un cuerpo en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado".

5. Lea cuidadosamente el calado de proa y el de popa a la altura de las respectivas perpendiculares, a ambas bandas. Retire el modelo del agua y asegurándose que el modelo está bien adrizado, mida la distancia desde la quilla a las marcas de proa y de popa. (Verifique con una regla que las marcas de calado coinciden con la quilla del modelo)

El calado medio (C_M) es el promedio entre el calado de proa y el calado de popa medidos en las respectivas perpendiculares. Use esta relación y sus observaciones del modelo flotando para completar los calados de la tabla continuación:

	Bb	Eb	
C Popa (cm)	8	8	[cm]
C Proa (cm)	9	9	[cm]
C Medio (cm)	8,5		[cm]
Asiento (cm)	1		[cm]

6. Retire el modelo del agua y utilizando el valor de C_M y asumiendo que el modelo es de una densidad uniforme, estime el valor y la posición de los siguientes centroides: Centro de Boyantéz (B) y Centro de Gravedad (G) para el modelo.

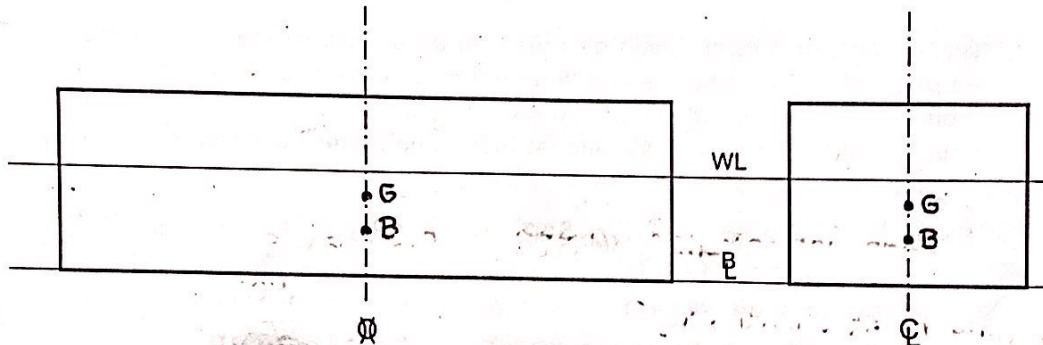
Nota: El centro de gravedad de un cuerpo homogéneo, como el del modelo utilizado, es el centro del volumen de ese objeto.

	Parámetro	Valor en Kg (Lb)
Desplazamiento	W (Δ)	12,150 Kg
Centroide	Parámetro	Valor en cm
Ubicación de la cuaderna maestra		45,9 cm
Centro de Boyantes	KB (VCB)	4,25 cm
	TCB	0 cm
	LCB	0 cm
Centro de Gravedad	KG	8,5 cm
	TCG	0 cm
	LCG	0 cm



ESTABILIDAD Y ESTIBA

7. Para confirmar que comprende estas cantidades, marque el Centro de Boyantes (B) y el Centro de Gravedad (G) en las vistas del plano lateral y en el de secciones del cuerpo homogéneo que se muestra a continuación. Asegúrese de ubicar con precisión estos centros respecto de la línea de flotación. (Asúmalo adrizado y sin asiento)



Determinación del desplazamiento mediante el cálculo del volumen sumergido

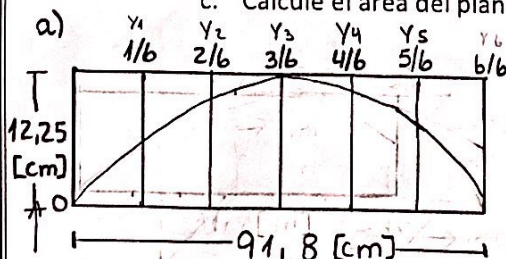
Calado medio: 8,5 cm

manga: 24,5 cm

Eslora: 91,8 cm

8. Pese a que aún no es materia pasada, en el espacio a continuación calcule el área del plano de flotación del modelo utilizando la primera regla de Simpson (Capítulo 2 - 2.8.1 Teoría de la Primera regla de Simpson- 2.8.2 Aplicación de la 1ra Regla de Simpson- y 2.9.1 Área de Plano de Flotación). Para obtener el puntaje completo, asegúrese de incluir los siguientes pasos:

- El dibujo (croquis a mano alzada) del área que está calculando.
- Escriba la ecuación general de la primera regla de Simpson.
- Calcule el área del plano de flotación y destaque su respuesta en un cuadrado.



Semi manga

Y	MULTIPLIO	Producto
12,25	1	12,25
12,25	4	49
12,25	2	24,5
12,25	4	49
12,25	2	24,5
12,25	4	49
12,25	1	12,25

+ 220,5 → mitad

441 = completo

$$h = \frac{\text{eslora}}{n^{\circ} \text{intervalo}}$$

$$h = \frac{91,8}{6}$$

$$h = 15,3$$

$$b) \text{ Área Flotación} =$$

$$Fb = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \text{sumatoria Producto}$$

$$c) \text{ Área} = \frac{1}{3} \cdot 15,3 \cdot 441$$

$$\text{Área} = 2249 \text{ cm}^2$$



ESTABILIDAD Y ESTIBA

$$r = 4,25 \text{ [cm]}$$

9. Ahora determine el volumen sumergido (∇) del modelo.

Nota: En el modelo asuma ambos costados verticales y calcule su volumen como si fuese un cilindro (Área x Altura), $V_B = \pi \cdot r^2 \cdot h$

$$r = 8,5 \text{ [cm]} \quad h = 91,8 \text{ [cm]} \quad V = 2249,1 \times 8,5 \text{ [cm]} = 19116,5 \text{ [cm}^3\text{]} = 0,0191 \text{ [m}^3\text{]} \quad \frac{1 \text{ [m}^3\text{]}}{1.000.000 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

10. ¿Por qué no se puede utilizar esta técnica para calcular el volumen sumergido de un casco de buque normal?

Porque el buque no tiene forma de cilindro, es de forma indefinida, por ende, los cálculos no son exactos.

11. Calcule la Fuerza de Boyantes del volumen sumergido y la densidad del agua en el estanque. $F_b = \nabla \times \rho \cdot g$

$$F_b = 0,0191 \text{ [m}^3\text{]} \times 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot 10 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$F_b = 191 \text{ [N]}$$

$$\rho = \frac{191 \text{ [N]}}{0,0191 \text{ [m}^3\text{]} \times 10 \text{ [m/s}^2\text{]}}$$

$$= 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Agua dulce.

$$191 \text{ [N]} = 0,0191 \text{ [m}^3\text{]} \times \rho \times 10 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

12. Ahora calcule el desplazamiento del cajón rectangular (Δ).
Modelo

$$\Delta = \nabla \times \rho \times g$$

$$F_b = \Delta$$

$$191 \text{ [N]} = \Delta$$

$$\Delta = \frac{191 \text{ [N]}}{10 \text{ [m/s}^2\text{]}}$$

$$\Delta = 19,1 \text{ [kg]}$$



ESTABILIDAD Y ESTIBA

Análisis de los resultados

13. A partir de las observaciones y cálculos que ha realizado, complete la siguiente tabla. Calcule el porcentaje de error en cada una de las alternativas de cálculo de desplazamiento.

Técnica	Desplazamiento (Δ) Kg	Porcentaje de error	Explicación del error
Peso del modelo obtenido con la pesa.	12,284 [kg]	N/A	N/A
Peso del agua desplazada por el modelo.	12,150 [kg]	1,09%	Por pérdida de agua en bandeja.
Desplazamiento obtenido por regla de Simpson.	14,1 [kg]	55,48%	Figura utilizada de un cilindro, no de un buque
Desplazamiento del modelo obtenido por C_M y Curvas de Forma.	10,43 [kg]	15,09%	gráfico hecho para agua salada $\neq$ densidad a agua dulce utilizada

$$\% \text{ error} = \frac{V_{\text{real}} - V_{\text{experim.}}}{\text{Valor real}} \times 100$$



ESTABILIDAD Y ESTIBA

14. Explique ¿Cómo estos valores obtenidos permiten validar el Principio de Arquímedes y el principio de equilibrio estático?

Estos valores permiten validar el principio de Arquímedes y equilibrio Estático puesto que según mediciones realizados el cuerpo en el fluido experimentó un empuje vertical y hacia arriba igual o muy parecido al fluido desalojado, demostrando así que el peso del agua desalojada es igual a la fza de empuje, del mismo modo, a raíz de esto, se produce un equilibrio que logra mantener a flote el buque, Las variaciones pudieron haber ocurrido con posibles pérdidas de agua, sin embargo, se puede demostrar de igual forma que el peso del buque es igual o cercano al peso del agua desalojada.



ESTABILIDAD Y ESTIBA

SEGUNDA PARTE: POSICIÓN LONGITUDINAL DEL CENTRO DE FLOTACIÓN

15. Repita los datos obtenidos en la parte 1, párrafo 6.

Condición SIN carga		
C Popa (cm)	Bb 8	Eb 8
C Proa (cm)	bB 9	eB 9
C Medio (cm)	8,5	
Asiento (cm)	1	

16. Estime cualitativamente la posición del Centro de Flotación (F) del modelo a escala.

Encierre en un círculo una de las respuestas a continuación.

A proa de la cuaderna ☐ en la cuaderna ☐ a. popa de la cuaderna ☒

Asegurándose de que tiene el balde listo para recibir el agua desplazada que salga del drenaje, agregue cuidadosamente un peso de 1 Kg al modelo en línea de crujía representada por el tornillo central de más a popa. Si el modelo se coloca inestable, utilice pesos más livianos que le serán proporcionados durante el laboratorio y registre como dato este nuevo peso.

17. Registre los nuevos calados en la tabla a continuación

		BB	Eb	1,32 [kg]	507 [g]
Condición CON carga					
C Popa (cm)	9	9	9	9	9
C Proa (cm)	9	8,75	8,5	9	9
C Medio (cm)	9	8,875	8,75	9	9
Asiento (cm)	0	-0,25	0,5	0	0

18. Comparando los datos obtenidos del modelo antes y después de colocar el peso, ¿Cuál fue el cambio experimentado en el asiento?

$$\delta \text{ asiento} = (-1 + 0,25) = +0,75$$

¿Por qué ha pasado esto? (Explíquelo en términos de fuerza y momento)

Se debe a la fuerza que se aplica respecto al pivote,
ahí se puede apreciar los cambios de Asiento.

19. ¿Cómo se llama el punto donde después de agregar el peso en el modelo, no hubiese experimentado un cambio de asiento? ($\delta \text{ asiento} = 0 \text{ cm}$)

centro de flotación



ESTABILIDAD Y ESTIBA

20. Mediante "prueba y error", mueva el peso hasta lograr un "hundimiento paralelo", sin asiento.

Cuando lo haya logrado, complete la siguiente tabla

CON carga y sin asiento			
C Popa (cm)	BB 9	Eb 9	[cm]
C Proa (cm)	BB 9	Eb 9	[cm]
C Medio (cm)	BB 9	Eb 9	[cm]
Asiento (cm)		0	[cm]

21. Mida la posición del peso respecto de la cuaderna maestra $\mathcal{X}$ para determinar la posición longitudinal del Centro de Flotación en el modelo.

$$LCF = \underline{0 \text{ [cm]}} \rightarrow \text{cuaderna maestra.}$$

22. Con los datos obtenidos de calado y peso, calcule los Kg por cm de inmersión (KPC) en el modelo.

$$KPC = \underline{1,014 \text{ [Kg/cm]}}$$

$0,507 \text{ kg} \rightarrow 9 \text{ cm}$
 $\frac{0,507}{0,5} \text{ slp.} = \frac{0,507}{0,5} \times \frac{1 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 1,014$

23. Obtenga el valor de Libras por pulgada de inmersión (PPI) de las curvas de forma del modelo, reemplace sus unidades por Kg y cm y compárela con el valor calculado.

Si existen diferencias, explique a qué puede deberse según Ud.

$$8,5 \left[\frac{\text{lb}}{\text{cm}} \right] \times \frac{0,139}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ [kg]}}{2,2 \text{ [lb]}} = 1,506 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right]$$

24. Utilizando los datos obtenidos, determine el momento para cambiar el asiento del modelo en 1 cm (MCA 1cm)

$$P_{\text{asiento}} = \frac{1,32 \text{ [kg]} \times 1 \text{ [cm]}}{3,2 \text{ [kg]}} = 0,412 \text{ [cm]}$$

25. Obtenga el momento para el cambio de asiento en 1 pulgada de las Curvas de Forma del Modelo, reemplace sus unidades por Kg y cm y compárela con el valor calculado.

Si existen diferencias, explique a qué puede deberse según Ud.

$$P_{\text{asiento}} = \frac{W_{\text{agregado}} \times \text{dist}}{M_{\text{total}}} =$$

$$P_{\text{a.}} = \frac{1,32 \text{ [kg]} \times 2,54 \text{ [cm]}}{15,24 \text{ [kg]}} = 0,22 \text{ [cm]}$$

$$1 \text{ pulgada} = 2,54 \text{ cm.}$$

$$W = \text{Estimado} \approx 0,6 \text{ kg.}$$

→ diferencias pueden ser por la pérdida de agua



ESTABILIDAD Y ESTIBA
Curvas de Forma del Modelo

