

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Análisis Estructural Naval II**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVF-1006

(Créditos) SATCA¹: **3-2-5**

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en dos competencias profesionales:

- Diseñar y evaluar vehículos y artefactos marinos mediante procesos de diseño e ingeniería naval así como las normas, reglamentos y códigos correspondientes.
- Inspeccionar vehículos y artefactos marinos, sus sistemas, maquinarias, equipos y materiales, en base a las normas, reglamentos y códigos que regulan su operación.

Este elemento de competencia se integra con otros en las dos unidades de competencia siguientes:

- ✓ Diseñar, analizar y evaluar la arquitectura naval de los productos navales de acuerdo con los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa.
- ✓ Distinguir el funcionamiento de la arquitectura, sus sistemas, maquinarias y equipos de embarcaciones y artefactos navales, de acuerdo con sus requerimientos de funcionalidad, ciencias de ingeniería y su normativa.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Analizar la resistencia estructural del casco o artefacto naval en base a criterios de arquitectura naval y normativa aplicable.

Su importancia es relevante en las áreas de desempeño de ingeniería y de inspección y certificación ya que es una herramienta esencial en el análisis, diseño y evaluación estructural de la arquitectura de vehículos y artefactos marinos.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

La asignatura consiste en un segundo curso de análisis estructural donde el énfasis se centra en los procedimientos de análisis de la resistencia longitudinal y transversal del casco modelado como una viga, y los procedimientos de análisis a las casetas y superestructuras modeladas como marcos (pórticos), a la cuaderna maestra y su placa asociada modelada como un marco cerrado, a las combinaciones placa-atiesador modeladas simplemente como una viga unida a una placa o como varias vigas unidas a placas formando emparrillados ortogonales, y a paneles de placa modelados como una placa rectangular soportada en los cuatro bordes sujeta a cargas en su plano o normales a él.

Tiene como pre-requisito Análisis Estructural Naval I, está relacionada hacia atrás con Calculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales y Mecánica de Fluidos, y hacia adelante es pre-requisito de Diseño Estructural Naval y de Diseño de Vehículos Marinos.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en tres unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis de resistencia estructural longitudinal y transversal, y de placa-atiesador y placa.

La primera unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce el modelo del casco como una viga y los cálculos a desarrollar conocidos coloquialmente como “cálculo estándar de resistencia longitudinal” donde se trata las curvas de peso y de empuje, las condiciones de arrufo y quebranto, la determinación de la curva de carga, la ecuación de la ola trocoidal, la distribución de peso, el empuje y el balance de fuerzas mediante las curvas de Bonjean y la ola trocoidal, la integración de la curva de carga para obtener las curvas de fuerza cortante, de momento flexionante, de pendiente y deflexión y, la determinación del módulo de sección, esfuerzos cortantes y flexionantes. El segundo subtema proporciona algunas extensiones y variaciones al cálculo estándar, como el efecto de añadir o quitar peso en la resistencia longitudinal (variar la condición supuesta para el cálculo estándar) mediante la técnica de líneas de influencia, los cambios al módulo de sección, el módulo de sección en posición inclinada (flexión asimétrica), la corrección por presión de ola (Smith correction) y, el cálculo estándar de resistencia longitudinal mediante reglas de construcción y clasificación aplicando la de alguna casa clasificadora. El tercer subtema trata sobre las discontinuidades más importantes del modelo del casco como una viga, las superestructuras y casetas, analizando los efectos de los extremos, el cortante longitudinal, la rigidez de soporte vertical, la discontinuidad de los lados de casetas, las uniones de expansión y las aleaciones de aluminio y, la determinación de los esfuerzos en fondo y cubierta superior del casco, así como el techo de la superestructura o caseta, mediante los parámetros de geometría de la sección Ω , de módulo de bancada ω , de rigidez de cortante J , y la eficiencia de superestructuras y casetas. El cuarto subtema discute la estimación de la probabilidad de que un buque exceda un valor de momento flexionante inducido por olas mediante la relación de la respuesta del buque a los

estados del mar que pudiera encontrarse durante su ciclo de vida, analizando el proceso de la determinación de las probabilidades de alcanzar algún nivel de momento flexionante por olas.

La segunda unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema discute el esfuerzo cortante en secciones abiertas, en secciones multiceldas, el flujo cortante en secciones que contienen diferentes módulos de elasticidad, el efecto del retraso del cortante (shear lag) y, las modificaciones de la curva de fuerza cortante debido al doble fondo. El segundo subtema analiza los momentos transversales aplicados por el movimiento en el mar a la estructura del buque que causan un torcimiento de la estructura con respecto a algún eje longitudinal, siendo el momento neto causante de la torcedura el momento de torsión que produce esfuerzos cortantes en el plano de torsión. El tercer subtema desarrolla un análisis estructural de la cuaderna maestra típica de un buque de carga con doble fondo mediante el método de análisis de la distribución de momentos, modelando la cuaderna maestra como un marco cerrado y, mediante el método del elemento finito.

La tercera unidad se subdivide en dos subtemas. El primer subtema introduce la teoría de placas y laminas estableciendo el análisis general para placas rectangulares simplemente apoyadas y con diversas condiciones de borde y, el uso generalizado de gráficas para el análisis de placas con distintas condiciones de borde y de cargas. El segundo subtema discute las combinaciones placa-atiesador, introduce el análisis general y establece el uso general de gráficas para realizar el análisis de diferentes condiciones de borde y de cargas. En ambos subtemas, el énfasis se hace en la aplicación de las gráficas al análisis de placas y de combinación placa-atiesador.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de

ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <p>Analizar la resistencia estructural del casco o artefacto naval en base a criterios de arquitectura naval y normativa aplicable.</p>	<p>Competencias genéricas</p> <p><i>Competencias instrumentales</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de análisis y síntesis▪ Capacidad de organizar y planificar▪ Conocimientos generales básicos▪ Conocimientos básicos de la carrera▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua▪ Conocimiento de una segunda lengua▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora▪ Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas▪ Solución de problemas▪ Toma de decisiones.
---	---

	<p><i>Competencias interpersonales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Apreciación de la diversidad y multiculturalidad • Habilidad para trabajar en un ambiente laboral • Compromiso ético <p><i>Competencias sistémicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Conocimiento de culturas y costumbres de otros países • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro
--	---

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de: Boca del Río y Mazatlán del 30 de noviembre del 2009 al 23 de abril del 2010	Representantes de la academia de ingeniería naval	Análisis y enriquecimiento

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar la resistencia estructural de vehículos y artefactos marinos por medio de los procedimientos de análisis estructural, teoría de placas y de arquitectura naval.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar los principios y métodos de Análisis Estructural Naval I para el análisis de la resistencia de armaduras, marcos y vigas hiperestáticas
- Utilizar los principios y métodos de Mecánica de Fluidos para el análisis del comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento y su interacción con sólidos o con otros fluidos

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Resistencia longitudinal	1.1 Cálculo estándar de la resistencia longitudinal 1.2 Extensiones al cálculo estándar 1.3 Superestructuras y casetas 1.4 Determinación estadística del momento flexionante por olas
2	Resistencia transversal	2.1 Análisis de esfuerzo cortante 2.2 Análisis de torsión 2.3 Análisis de la cuaderna maestra
3	Resistencia de placa-	3.1 Análisis de paneles de placa

	atiesador y de placa	3.2 Análisis de combinaciones placa-atiesador
--	----------------------	---

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo, y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Facilitar el contacto directo con materiales, instrumentos y software, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.

- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requiera, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, paquetes de software, etc)

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Solución de casos prácticos, con participación individual o en grupo.
- Participación en proyectos y ensayos.
- Formulación de estrategias para resolver problemas.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Prácticas de laboratorio o simulación con paquetes de software.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Utilización de principios en la solución de problemas.
- Participación activa y crítica en clases.
- Asistencia a tutorías.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Resistencia longitudinal.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar la resistencia longitudinal del casco o artefacto naval mediante procedimientos de	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las relaciones básicas de carga cortante y momento flexionante

arquitectura naval

- Examinar las relaciones básicas mediante funciones de singularidad
- Identificar los requerimientos de resistencia longitudinal
- Calcular las curvas de resistencia longitudinal en agua sin y con olas
- Calcular el módulo de sección
- Examinar el módulo de sección estándar requerido y el esfuerzo estándar nominal
- Analizar el módulo de sección en condición escorada
- Examinar el módulo de sección con varios materiales
- Calcular la deflexión de la viga-casco
- Aplicar el cálculo estándar de la resistencia longitudinal en vehículos marinos
- Explicar el efecto de superestructuras y casetas en el modelo de la viga-casco
- Discutir el cortante longitudinal, la rigidez de soporte vertical, y la discontinuidad de los lados de superestructuras y casetas
- Investigar las uniones de expansión y las aleaciones de aluminio
- Explicar cómo se analiza el casco con la superestructura por medio de parámetros de las propiedades de la superestructura
- Examinar los parámetros de eficiencia de la superestructura ψ , geometría de la

	<p>sección Ω, módulo de soporte de superestructura ω, longitud media de superestructura λ, y rigidez de cortante J</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular los esfuerzos de flexión del fondo y cubierta del casco, y del techo de la superestructura o caseta • Analizar el proceso de estimación estadística del momento flexionante por olas
--	---

Unidad 2: Resistencia transversal.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar la resistencia transversal del casco o artefacto naval mediante procedimientos de arquitectura naval</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la violación de la suposición de flexión pura • Analizar el esfuerzo cortante en el buque • Examinar la influencia del esfuerzo cortante en el esfuerzo flexionante • Identificar torsión, momento de torsión, y esfuerzo cortante • Analizar la torsión en secciones cerradas huecas de pared delgada • Examinar la torsión en secciones abiertas de pared delgada • Calcular el flujo cortante en secciones abiertas, en secciones multiceldas, y en secciones con diferentes módulos elásticos • Identificar los conceptos de el efecto del retraso del cortante y de el ancho efectivo

	<p>asociado al efecto del retraso del cortante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar el ancho efectivo en placas atiesadas, y el efecto del retraso del cortante en placas de cubierta, en zonas de cubierta entre escotillas, y en el fondo • Examinar la modificación de la curva de fuerza cortante debido al doble fondo • Describir la cuaderna maestra y su relación con la resistencia transversal • Explicar la modelación de la cuaderna maestra como un marco cerrado • Examinar el procedimiento de análisis de la cuaderna maestra como un marco cerrado • Desarrollar los cálculos del análisis estructural de la cuaderna maestra
--	---

Unidad 3: Resistencia de placa-atiesador y de placa.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar la resistencia de placas y de combinaciones placa-atiesador del casco o artefacto naval mediante procedimientos de arquitectura naval</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar cuáles son las consideraciones generales de la teoría de placas • Describir el método de análisis de resistencia de placas mediante ecuaciones diferenciales • Desarrollar el análisis de resistencia de placas en casos sencillos de carga mediante ecuaciones diferenciales

	<ul style="list-style-type: none"> • Describir el método de análisis gráfico de resistencia de placa y de combinación placa-atiesador mediante diagramas • Identificar los diagramas Design Data Sheets, Department of The Navy, Bureau of Ships, U.S., y de otras fuentes de información • Explicar cómo se utilizan los diagramas de resistencia de placas • Calcular la resistencia de placa y de combinación placa-atiesador mediante el método gráfico
--	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Rawson, K. J., & Tupper, E. C., Basic Ship Theory (Vol. 1) 3nd. edition, Ed. LONGMAN
2. Lewis, Edward V. (Editor), Principles of Naval Architecture (Vol. 1), Ed. SNAME

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Hughes, Owen F., Ship Structural Design, Ed. SNAME
2. Comstock, John P. (Editor), Principles of Naval Architecture, Ed. SNAME
3. Evans, J. Harvey, Ship Structural Design Concepts, Ed. CMP
4. Chalmers, D. W., Design of Ships' Structures, Ed. HMSO
5. Genalis, Paris, Ship Structures, Ed. SMM
6. Desai, Chandrakant S. & Kundu, Tribikram, Introductory Finite Element Method, Ed. Taylor & Francis

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Crear una hoja de cálculo de Excel para el análisis de la resistencia longitudinal de un vehículo marino variando las condiciones de carga.
2. Experimentar con software para arquitectura naval análisis de resistencia longitudinal de un vehículo marino.
3. Experimentar con software para arquitectura naval análisis de torsión de un vehículo marino
4. Experimentar con software para arquitectura naval análisis de cuaderna maestra de un vehículo marino.
5. Experimentar con software para arquitectura naval análisis de estructura secundaria de un vehículo marino.