

Programa del curso EE-6807

## **Materiales en aeronáutica**

Escuela de Ingeniería Electromecánica  
Carrera de Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica

## I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

### 1. Datos generales

<b>Nombre del curso:</b>	Materiales en aeronáutica
<b>Código:</b>	EE-6807
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Obligatorio
<b>Nº de créditos:</b>	2
<b>Nº horas de clase por semana:</b>	3
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	3
<b>Ubicación en el plan de estudios:</b>	Curso de 8 <sup>vo</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica
<b>Requisitos:</b>	Ninguno
<b>Correquisitos:</b>	EE-0806 Máquinas y mecanismos
<b>El curso es requisito de:</b>	<i>Énfasis en Aeronáutica:</i> EE-6906 Análisis mecánico de estructuras de la aeronave; EE-7203 Manufactura en la cadena de valor aeroespacial
<b>Asistencia:</b>	Libre
<b>Suficiencia:</b>	Sí
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	Sí
<b>Aprobación y actualización del programa:</b>	01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026

## 2. Descripción general

El curso de *Materiales en aeronáutica* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: aplicar los principios de la mecánica, integrando modelado y simulación para evaluar el comportamiento de materiales, estructuras y mecanismos en la aeronave.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: analizar las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de los materiales aeronáuticos, interpretando su desempeño frente a cargas y condiciones reales de operación; simular el comportamiento estructural de materiales aplicados a componentes aeronáuticos, considerando esfuerzos, deformaciones, fatiga y ambientes exigentes; seleccionar materiales adecuados para distintos sistemas de aeronaves, justificando la decisión mediante criterios técnicos, normativos y de desempeño; y diagnosticar posibles fallas o limitaciones en materiales utilizados en aeronáutica, proponiendo soluciones fundamentadas en análisis mecánico y modelado predictivo.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Ciencia de los materiales, y Máquinas y mecanismos.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Análisis mecánico de estructuras de la aeronave, y Manufactura en la cadena de valor aeroespacial.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Analizar el comportamiento de materiales metálicos, compuestos y no metálicos utilizados en aeronaves, aplicando principios de la mecánica e integrando herramientas de modelado y simulación, con el fin de sustentar decisiones técnicas sobre su selección, uso y evaluación estructural.

### Objetivos específicos

- Analizar las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de los materiales aeronáuticos, interpretando su desempeño frente a cargas y condiciones reales de operación.
- Simular el comportamiento estructural de materiales aplicados a componentes aeronáuticos, considerando esfuerzos, deformaciones, fatiga y ambientes exigentes.
- Seleccionar materiales adecuados para distintos sistemas de aeronaves, justificando la decisión mediante criterios técnicos, normativos y de desempeño.
- Diagnosticar posibles fallas o limitaciones en materiales utilizados en aeronáutica, proponiendo soluciones fundamentadas en análisis mecánico y modelado predictivo.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a los materiales aeronáuticos
  - 1.1. Clasificación y propiedades mecánicas, térmicas y químicas

- 1.2. Comportamiento frente a esfuerzos: tracción, compresión, flexión y torsión
- 1.3. Factores de selección de materiales en aeronaves
- 1.4. Normas y certificaciones aplicables en la industria aeronáutica
2. Materiales metálicos ferrosos y no ferrosos
  - 2.1. Aceros: tipos, nomenclatura y tratamientos térmicos
  - 2.2. Ensayos mecánicos: tracción, fatiga, dureza (Brinell, Vickers, Rockwell, Shore)
  - 2.3. Aleaciones de aluminio, magnesio, titanio, cobre, níquel y superaleaciones
  - 2.4. Ensayos de materiales no ferrosos y comparación de desempeño
3. Materiales compuestos y no metálicos
  - 3.1. Clasificación: plásticos, cerámicos, compuestos, sellantes y adhesivos
  - 3.2. Propiedades mecánicas y térmicas de compuestos utilizados en aeronáutica
  - 3.3. Técnicas de inspección: detección y tipos de defectos
  - 3.4. Modelado de fallas en materiales compuestos
  - 3.5. Estrategias de reparación y solución de problemas
4. Corrosión en materiales aeronáuticos
  - 4.1. Fundamentos electroquímicos y ambientales
  - 4.2. Tipos de corrosión: galvánica, microbiológica, por presión, entre otras
  - 4.3. Análisis de causas y prevención en estructuras aeronáuticas
  - 4.4. Modelado del deterioro por corrosión en materiales críticos
5. Dispositivos de fijación en estructuras aeronáuticas
  - 5.1. Elementos roscados: tornillos, tuercas, espárragos y pasadores
  - 5.2. Nomenclatura, tolerancias y normalización internacional
  - 5.3. Roblones y dispositivos de bloqueo: tipos y aplicación
  - 5.4. Ensayos de esfuerzo y simulación de uniones mecánicas
6. Transmisiones mecánicas en aeronaves
  - 6.1. Tipos de engranajes y relaciones de transmisión
  - 6.2. Transmisión por correas, poleas, cadenas y ruedas dentadas
  - 6.3. Análisis de carga en sistemas de transmisión
  - 6.4. Simulación del funcionamiento en sistemas de ala rotativa y fija
7. Sistemas de mando mecánico
  - 7.1. Cables de mando, poleas, tensores y conexiones mecánicas
  - 7.2. Sistemas flexibles: cable tipo Bowden
  - 7.3. Análisis de esfuerzo y deformación en componentes de mando

8. Materiales en sistemas eléctricos de aeronaves

8.1. Cables, conectores y terminales: tipos y aplicaciones

8.2. Comportamiento térmico y mecánico de cables especializados

8.3. Modelado de fallas eléctricas por degradación de materiales

9. Otros elementos mecánicos en aeronáutica

9.1. Resortes: tipos, materiales, vida útil y aplicaciones

9.2. Cojinetes y rodamientos: clasificación, selección y análisis de desgaste

## II parte: Aspectos operativos

### 5. Metodología

En este curso, se utilizará el enfoque sistémico-complejo para la ejecución de las sesiones magistrales y se integrará la investigación práctica aplicada para las asignaciones extraclase. Esta última se implementará mediante técnicas como el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos, el modelado y la simulación.

#### Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Recibirán clases magistrales con material audiovisual y discusión en grupo sobre conceptos de materiales en aeronáutica.
- Resolverán ejercicios aplicados sobre el comportamiento de materiales en componentes aeronáuticos, utilizando principios de la mecánica y datos técnicos para analizar propiedades como resistencia, fatiga o deformación.
- Desarrollarán proyectos en los que modelarán situaciones estructurales o funcionales relacionadas con materiales aeronáuticos, integrando herramientas de simulación para predecir su respuesta ante condiciones de carga y ambiente.
- Analizarán estudios de caso sobre fallas o decisiones de selección de materiales en aeronaves reales, aplicando criterios normativos y fundamentos técnicos para sustentar propuestas de mejora o diagnóstico.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante analizar el comportamiento de materiales metálicos, compuestos y no metálicos utilizados en aeronaves, aplicando principios de la mecánica e integrando herramientas de modelado y simulación, con el fin de sustentar decisiones técnicas sobre su selección, uso y evaluación estructural

Si un estudiante requiere apoyos educativos, podrá solicitarlos a través del Departamento de Orientación y Psicología.

## 6. Evaluación

La evaluación se distribuye en los siguientes rubros:

- Pruebas parciales: evaluaciones formales que miden el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos clave del curso. Generalmente cubren una parte significativa del contenido visto hasta la fecha y pueden incluir problemas teóricos y prácticos.
- Pruebas cortas: evaluaciones breves y frecuentes que sirven para comprobar el dominio de temas específicos. Suelen ser de menor peso en la calificación final y permiten reforzar el aprendizaje continuo.
- Act. aprendizaje activo: actividad diseñada para que los estudiantes se involucren de manera directa y práctica en la construcción de su conocimiento, a través de la resolución de problemas, la discusión y la aplicación de conceptos teóricos en contextos reales o simulados.

Pruebas parciales (2)	60 %
Pruebas cortas (5)	25 %
Act. aprendizaje activo (4)	15 %
Total	100 %

De conformidad con el artículo 78 del Reglamento del Régimen Enseñanza-Aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus Reformas, en este curso la persona estudiante tiene derecho a presentar un examen de reposición si su nota luego de redondeo es 60 o 65.

## 7. Bibliografía

- [1] Y. Liu, *Aerospace Structures and Materials*. Sharjah, UAE: Bentham Science Publishers, 2016, ISBN: 9781681083056.
- [2] C. Lu, *Materials and Process Modeling of Aerospace Composites*. Warrendale, PA: SAE International, 2019, ISBN: 9780768001907.
- [3] Á. D. Aceituno y C. F. N. Fernández, *Materiales de Aviación y Hardware*, 1.<sup>a</sup> ed. España: SENASA, 2011.

## 8. Persona docente

El curso será impartido por:

**M.Sc. Noel Jacob Ureña Sandí**

Máster en ciencias en Concepción y Producción Asistida por Computadora en Ingeniería Mecánica. RWTH Aachen University. Alemania.

Licenciado en Ingeniería en Materiales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: nurena@itcr.ac.cr Teléfono: 25509347

Oficina: 22 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago