

## FMEA0211 FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES CON MATERIALES COMPUESTOS



**678,00 € - 915,00 €**

En el ámbito de la familia profesional Fabricación Mecánica es necesario conocer los aspectos fundamentales en Fabricación de Elementos Aeroespaciales con Materiales Compuestos. Así, con el presente curso del área profesional Construcciones Aeronáuticas se pretende aportar los conocimientos necesarios para conocer los principales aspectos en Fabricación de Elementos Aeroespaciales con Materiales Compuestos.

**Categorías:** [Cursos online](#), [Fabricación Mecánica](#) |

### INFORMACIÓN

<b>Duración</b>	600 h
<b>Modalidad</b>	Online

<b>Docencia</b>	TUTOR PERSONAL
<b>Prácticas</b>	GESTIÓN DE PRÁCTICAS EN EMPRESAS
<b>Método de pago</b>	FINANCIACIÓN SIN INTERESES
<b>Centro de empleo</b>	AGENCIA DE COLOCACIÓN
<b>Formación acreditada</b>	CENTRO ACREDITADO POR EL SEPE

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

1. MÓDULO 1. FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO POR MOLDEO MANUAL

### UNIDAD FORMATIVA 1. MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO

#### UNIDAD DIDÁCTICA 1. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.

1. Elementos estructurales principales de un avión.
2. Aerodinámica.
3. Planificación y Logística.
4. Documentación Aeronáutica:
  5. - Rutas y estructuras.
  6. - Ordenes de fabricación.
  7. - Instrucciones de trabajo.
  8. - Libros de laminado.
  9. - Lista de partes.
10. Sistemas de Control de Planta.
11. Sistemas de Gestión Documental.
12. Sistema de Organización "Lean Manufacturing": implantación y herramientas.

#### UNIDAD DIDÁCTICA 2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE AERONAVES

1. Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
2. Materiales compuestos:

3. - Definición de material compuesto.
4. - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
5. - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
6. - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
7. - Tipos de refuerzos:
8. - Naturales.
9. - Sintéticos.
10. - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
11. - Cerámicos.
12. - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
13. - Resinas orgánicas:
14. - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
15. - Propiedades básicas de las resinas.
16. Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
17. - Fibra de vidrio.
18. - Fibra de carbono.
19. - Malla de bronce.
20. - Kevlar.
21. Materiales de refuerzo:
22. - Núcleos: tipos y características.
23. - Espumas: tipos y características.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. INTERPRETACIÓN DE PLANOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Interpretación de Planos:
2. - Líneas.
3. - Formatos y escalas.
4. - Vistas.
5. - Secciones.
6. - Cortes.
7. - Perspectivas.
8. - Esquemas de situación de capas.
9. Ajustes y tolerancias:
10. - Ejes y agujeros.
11. - De forma y posición.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 4. CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Sistemas de calidad de fabricación.
2. Norma EN 9100.
3. Control de procesos especiales.
4. Procedimiento para el tratamiento de:
  5. - No conformidades.
  6. - Instrucciones de verificación.
  7. - Memorias de control.
  8. - Instrucciones de trabajo.
  9. Acciones correctoras.
10. Identificación de estados de inspección.
11. Control de piezas identificables.
12. Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
13. Calidad de la fabricación.
14. Defectos en la fabricación.
15. Control de materiales.
16. Almacenamiento de materiales compuestos.
17. Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
18. Normas de uso y manejo de materiales compuestos
19. Inspección y ensayos no destructivos (END).
20. Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
21. Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D.-Foreign Objects Damage).

## **UNIDAD DIDÁCTICA 5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIOAMBIENTALES EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
2. Equipos de protección individual y colectiva.
3. Equipos de protección de las máquinas.
4. Prevención de riesgos medioambientales específicos.
5. Clasificación y almacenaje de residuos.
6. Normativa vigente de:
  7. - Prevención de riesgos laborales.

8. - Protección ambiental.
9. - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
10. - Uso de máquinas de elevación.

## **UNIDAD FORMATIVA 2. PREPARACIÓN, CORTE Y LAMINADO DE MATERIALES COMPUESTOS**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. APROVISIONAMIENTO DE MATERIALES Y PREPARACIÓN DE ÚTILES PARA LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPAZIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Documentación técnica específica del proceso de aprovisionamiento de materiales y preparación de útiles.
2. Características de las estructuras en material compuesto: monolíticas y sándwich.
3. Piezas estructurales y no estructurales.
4. Núcleos:
  5. - Tipos, parámetros y criterios de selección.
  6. - Fabricación, manejo y manipulación de núcleos de panel de abeja.
7. Otros materiales empleados en la fabricación de material compuesto: adhesivos, cintas adhesivas, películas de bolsa de vacío, películas separadoras, tejido aireador, cinta de fibra de vidrio, siliconas, tejidos pelables, retenedores de contorno, tejidos sangradores, y mantas elastoméricas.
8. Características de los diferentes tipos de útiles atendiendo a su intervención en el proceso productivo.
9. Tareas de preparación y mantenimiento de utillaje.
10. Metodología del diseño de útiles. Ergonomía aplicada al diseño.
11. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de aprovisionamiento de materiales y preparación de útiles.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 2. CORTE MANUAL Y LAMINADO DE PREFORMAS Y KITS AEROSPAZIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Documentación técnica específica de los procesos de corte y laminado de materiales compuestos.
2. Herramientas de corte manual.
3. Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas y plantillas.
4. Cuchillas y sus aplicaciones.
5. Operación de corte: monocapa, laminados y "kits"
6. Repasados.
7. - Elementos de medición: Pie de rey, micrómetros, calibres.

8. Laminado: Orientación, grados, dirección de las fibras, stagger index (decalado),
9. solapes, uniones, normas de apilamiento de preformas.
10. Simetría, drapabilidad e iso/orto/anisotropía.
11. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al corte y laminado de materiales compuestos.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. ELABORACIÓN DE BOLSAS DE VACÍO PARA MATERIAL COMPUESTO FABRICADO POR MOLDEO MANUAL.**

1. Documentación técnica específica del proceso de elaboración de bolsas de vacío.
2. Manipulación y cuidados del material: aireadores, masilla, separadores y film de bolsa de vacío.
3. Materiales auxiliares para la construcción de la bolsa de vacío.
4. Bolsa de compactación y bolsa de vacío para curado.
5. Utilización de pisos (caulplates)
6. Portarrollos y carros de almacenamiento de materiales destinados a la bolsa de vacío.
7. Elementos de verificación (vacuómetros).
8. Útiles para la realización de bolsas de vacío.
9. Técnicas de construcción de bolsas de vacío.
10. Elementos de control de temperatura y vacío.
11. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a la elaboración de bolsas de vacío.

### **UNIDAD FORMATIVA 3. FABRICACIÓN DE ELEMENTALES Y CONJUNTOS DE MATERIAL COMPUESTO**

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. CONFORMADO EN CALIENTE (HOT-FORMING) Y MONTAJE DE LAMINADOS DE ELEMENTALES AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Documentación técnica específica del proceso de Hot-forming y montaje de laminados.
2. Manipulación del material: preformas, laminados, plataformas de transporte, carros.
3. Eslingas y sistemas de izado.
4. Ciclos de conformado en caliente (hot-forming): tipos de ciclos, escalones de temperatura, tiempos de vacío, enfriamiento.
5. Máquinas de conformado en caliente (Hot-Forming), tipos de membranas y mesas de vacío.
6. Útiles para el proceso de conformado:
7. - Tipos y aplicaciones.
8. - Almacenamiento y limpieza de útiles.
9. - Identificación y mantenimiento de útiles de conformado.

10. - Útiles para el montaje de laminados.
11. - Volteadores y equipos de transferencia de laminados.
12. - Sistemas de utillaje para el montaje de laminados atendiendo a su proceso de fabricación.
13. Sistemas de vacío para compactación de laminados: mangueras de conducción, tomas de vacío, red industrial de vacío.
14. Equipos de protección individual. Barreras de presencia o perímetro de seguridad.
15. Instrucciones operacionales del fabricante de la máquina.
16. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de Hotforming y en el montaje de laminados.
17. Normas de prevención en el manejo de máquinas de transporte en almacén y de elevación.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. INYECCIÓN DE RESINA PARA LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Documentación técnica específica del proceso de inyección de resinas.
2. Normas de uso y almacenamiento de resinas y sellantes.
3. Resinas y sellantes: tipos, porcentajes de componentes, mezclado, desgasificación, conservación, tiempos de vida y uso.
4. Procesos de molde abierto y molde cerrado.
5. Tecnologías de infusión: moldeo por transferencia de resina (RTM), infusión líquida de resina (RLI) e infusión de resina en película (RFI).
6. Instrucciones operacionales del fabricante de la máquina.
7. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de inyección de resinas.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 3. PROCESOS DE INTEGRACIÓN DE ELEMENTALES AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE COPEGADOS Y ENCOLADOS.**

1. Documentación técnica específica del proceso de integración de elementales de material compuesto.
2. Tipos de unión. Generalidades
3. Adhesivos. Clasificación.
4. Fundamentos y teorías de la adhesión
5. Procesos de encolados estructurales
6. Preparación superficial de materiales compuestos de fibra de carbono (CFC)
7. Procesos de integración con adhesivos de elementales de material compuesto.
8. Tejidos pelables: tipos y aplicaciones.
9. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de integración de

elementales de material compuesto.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 4. CORRECCIÓN Y REPARACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Documentación técnica específica de los procesos de reparación y corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto.
2. Técnicas de reparación de materiales compuestos:
  3. - Por inyección de resinas.
  4. - Por delaminación y sustitución de telas.
  5. - Por relleno con polvos de fibra y resina.
  6. - Por recrecimiento.
  7. - Correcciones en frío y en caliente
8. Herramientas y equipos para la reparación de materiales compuestos:
  9. - Máquinas de lijado.
  10. - Herramientas de corte.
  11. - Máquinas de recantado manual.
  12. - Máquinas de remachado manual.
  13. - Autoclave.
  14. - SICOTEVA (máquina de curado manual).
  15. - Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas y plantillas.
16. Estudio del daño: tipos y características.
17. Reparación encolada / no encolada.
18. Sellado de bordes.
19. Acabado: protección superficial (keroflex, imprimaciones y pintura).
20. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de reparación y corrección de defectos en elementos aeroespaciales de materiales compuestos.
21. MÓDULO 2. FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO POR MOLDEO AUTOMÁTICO

## **UNIDAD FORMATIVA 1. MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Elementos estructurales principales de un avión.
2. Aerodinámica.

3. Planificación y Logística.
4. Documentación Aeronáutica:
  5. - Rutas y estructuras.
  6. - Ordenes de fabricación.
  7. - Instrucciones de trabajo.
  8. - Libros de laminado.
  9. - Lista de partes.
10. Sistemas de Control de Planta.
11. Sistemas de Gestión Documental.
12. Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE AERONAVES**

1. Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
2. Materiales compuestos:
  3. - Definición de material compuesto.
  4. - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
  5. - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
  6. - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
  7. - Tipos de refuerzos:
    8. - Naturales.
    9. - Sintéticos.
  10. - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
  11. - Cerámicos.
  12. - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
  13. - Resinas orgánicas:
    14. - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
    15. - Propiedades básicas de las resinas.
  16. Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
    17. - Fibra de vidrio.
    18. - Fibra de carbono.
    19. - Malla de bronce.
    20. - Kevlar.
  21. Materiales de refuerzo:
    22. - Núcleos: tipos y características.
    23. - Espumas: tipos y características.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. INTERPRETACIÓN DE PLANOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Interpretación de Planos:
2. - Líneas.
3. - Formatos y escalas.
4. - Vistas.
5. - Secciones.
6. - Cortes.
7. - Perspectivas.
8. - Esquemas de situación de capas.
9. Ajustes y tolerancias:
10. - Ejes y agujeros.
11. - De forma y posición.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Sistemas de calidad de fabricación.
2. Norma EN 9100.
3. Control de procesos especiales.
4. Procedimiento para el tratamiento de:
5. - No conformidades.
6. - Instrucciones de verificación.
7. - Memorias de control.
8. - Instrucciones de trabajo.
9. Acciones correctoras.
10. Identificación de estados de inspección.
11. Control de piezas identificables.
12. Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
13. Calidad de la fabricación.
14. Defectos en la fabricación.
15. Control de materiales.
16. Almacenamiento de materiales compuestos.
17. Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
18. Normas de uso y manejo de materiales compuestos
19. Inspección y ensayos no destructivos (END).

20. Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
21. Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D.-Foreign Objects Damage).

## **UNIDAD DIDÁCTICA 5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIOAMBIENTALES EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPAZIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
2. Equipos de protección individual y colectiva.
3. Equipos de protección de las máquinas.
4. Prevención de riesgos medioambientales específicos.
5. Clasificación y almacenaje de residuos.
6. Normativa vigente de:
  7. - Prevención de riesgos laborales.
  8. - Protección ambiental.
  9. - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
  10. - Uso de máquinas de elevación.

## **UNIDAD FORMATIVA 2. LAMINADO AUTOMATIZADO DE MATERIALES COMPUESTOS**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. TECNOLOGÍA ATL -AUTOMATED TAPE LAYING- DE LAMINADO DE MATERIALES COMPUESTOS.**

1. Documentación técnica específica del laminado automatizado mediante tecnología ATL.
2. Proceso de encintado automático: Características, limitaciones y aplicaciones.
3. Tipología de piezas fabricadas.
4. Máquina de encintado automático ATL:
  5. - Elementos de mando y control.
  6. - Grupo compactador.
  7. - Tacón.
  8. - Rodillo.
  9. - Portabobinas.
10. - Sistema de corte: sonotrodo.
11. - Sistema de marcado: con rotulador y sistema de puntos (PANEX).
12. Variantes que influyen en el encintado: material, temperatura y humedad.
13. Manipulación y transporte de materias primas para el encintado.
14. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al laminado automatizado

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. ENCINTADO AUTOMÁTICO MEDIANTE TECNOLOGÍA ATL-AUTOMATED TAPE LAYING.**

1. Utillaje y útiles auxiliares de fabricación.
2. Identificación de componentes y ejes:
3. - Datos del Gantry: Eje x,y,z.
4. - Datos del cabezal Eje C, A, U, V1, V2, B1, B2, CP (Panex).
5. - Ejes de CNC para laminado y compactado del material compuesto.
6. Guiado de la banda.
7. Sistema calentador de mechas
8. Láser para referenciado del molde.
9. Ejecución de programas de encintado:
10. - Operaciones previas: rototraslación, cero pieza, test de alineamiento, ejecución de programas en vacío y reajustes de la máquina.
11. - Cargador de bobinas.
12. - Puesta en marcha.
13. - Preparación de cuna.
14. - Laminado de piel base.
15. - Encintado de laminados planos.
16. - Encintado y corte en plano, 0º y 45º.
17. - Encintado con agujeros (handholes), rampas o ventanas.
18. - Encintado en plano inclinado y moldes curvos.
19. - Programación.
20. - Visualización de contornos y tiradas.
21. - Selección de bobinas
22. - Cambio de anchura de banda.
23. Defectología en los procesos de encintado automático mediante tecnología ATL.
24. Mantenimiento preventivo de la máquina.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 3. TECNOLOGÍA AFP-AUTOMATED FIBER PLACEMENT- DE LAMINADO DE MATERIALES COMPUESTOS.**

1. Documentación técnica específica del laminado automatizado mediante tecnología AFP.
2. Proceso de encintado automático: Características, limitaciones y aplicaciones.
3. Tipología de piezas fabricadas.
4. Manipulación y transporte de materias primas para el encintado.

5. Máquina de encintado automático AFP:
6. - Elementos de mando y control.
7. - Sistema calentador de mechas.
8. - Grupo compactador.
9. - Tacón.
10. - Rodillo.
11. - Portabobinas.
12. Parámetros de máquina de encintado:
13. - Presión de corte.
14. - Temperaturas a controlar: calentamiento de cintas y almacén de bobinas.
15. - Presión de compactación para laminado.
16. - Tensión por defecto.
17. Características mecánicas: frecuencia propia de vibración a torsión, relación inerciarigidez, flexión y dilatación.
18. Limitaciones geométricas: transiciones y tolerancias.
19. Variables que influyen en el encintado: material, temperatura y humedad.
20. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al laminado automatizado mediante tecnología AFP.

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. ENCINTADO AUTOMÁTICO MEDIANTE TECNOLOGÍA AFP-AUTOMATED FIBER PLACEMENT.**

1. Utillaje y útiles auxiliares de fabricación.
2. Identificación de componentes y ejes:
  3. - Eje de intersecciones.
  4. - Eje de orientaciones.
5. Toma de puntos de referencia:
  6. - Punto de cara de encintado.
  7. - Puntos de inicio de capa (start points).
  8. - Regiones y líneas de corte.
  9. - Puntos de alineamiento.
10. - Contornos de capas.
11. - Interfaces con punto y contrapunto.
12. Superficie de encintado y superficie exterior del núcleo en caso de estructuras tipo sándwich.
13. Longitud mínima de echado.
14. Acabado y protección superficial.
15. Ejecución de programas de encintado.
16. Operaciones previas: rototraslación, cero pieza, test de alineamiento y ejecución de programa

en vacío.

17. Programación en el panel de control.
18. Guiado de las fibras, límites de contornos de capa y criterio de convergencia.
19. Defectología en los procesos de encintado automático mediante tecnología AFP.
20. Mantenimiento preventivo de la máquina.

### **UNIDAD FORMATIVA 3. CORTE Y CONFORMADO EN CALIENTE DE MATERIALES COMPUESTOS FABRICADOS POR MOLDEO AUTOMÁTICO**

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. CORTE AUTOMÁTICO DE TELAS, PREFORMAS Y KITS DE MATERIAL COMPUESTO FABRICADO POR MOLDEO AUTOMÁTICO.**

1. Documentación técnica específica del corte automático de materiales compuestos.
2. Útiles de corte: mesas soporte, reglas y plantillas.
3. Transferencia de los laminados a la máquina de corte.
4. Carga del programa de control numérico.
5. Agrupación e identificación de kits:
6. - Sistema de diseño del marcado.
7. - Control y corte del etiquetado de marcadas.
8. Repasado.
9. Embolsado y almacenamiento de kits en nevera.
10. Tareas de mantenimiento preventivo de máquinas de Corte.
11. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al corte automático de materiales compuestos.

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 2. PROCESO DE CONFORMADO EN CALIENTE (HOT FORMING) DE MATERIAL COMPUESTO FABRICADO POR MOLDEO AUTOMÁTICO.**

1. Documentación técnica específica del proceso de conformado en caliente.
2. Máquinas de conformado en caliente: características e instalación.
3. Montaje y coordinación de laminados sobre útiles de moldeo por presión.
4. Movimientos y posicionado de bandejas de moldeo por presión sobre máquina de conformado en caliente.
5. Tipología de piezas.
6. Ciclo manual y automático.
7. Carga de ciclos de conformado. Recetas. Influencia de temperatura y vacío.
8. Montaje de elementos y componentes en rack de volteo.
9. Laminado de patrones en utillaje modular. Rellenos de fibra de carbono (Rowing).

10. Tareas de mantenimiento preventivo de máquinas de conformado en caliente.
11. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables en el proceso de conformado en caliente.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. OTRAS TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN AUTOMATIZADA DE MATERIALES COMPUESTOS.**

1. Pultrusión:
  2. - Características, limitaciones y aplicaciones.
  3. - Tipología de piezas.
4. Bobinado de filamentos (Filament winding):
  5. - Características, limitaciones y aplicaciones.
  6. - Tipología de piezas.
7. Haz de electrones (Electron beam):
  8. - Características, limitaciones y aplicaciones.
  9. - Tipología de piezas.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. ELABORACIÓN DE BOLSAS DE VACÍO PARA MATERIAL COMPUESTO FABRICADO POR MOLDEO AUTOMÁTICO.**

1. Documentación técnica específica del proceso de elaboración de bolsas de vacío.
2. Manipulación y cuidados del material: aireadores, masilla, separadores y film de bolsa de vacío.
3. Materiales auxiliares para la construcción de la bolsa de vacío.
4. Bolsa de compactación y de bolsa de vacío.
5. Utilización de pisos (caulplates)
6. Portarrollos y carros de almacenamiento de materiales destinados a la bolsa de vacío.
7. Elementos de verificación (vacuómetros).
8. Útiles para la realización de bolsas de vacío.
9. Técnicas de construcción de bolsas de vacío.
10. Elementos de control de temperatura y vacío.
11. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a la elaboración de bolsas de vacío.
12. MÓDULO 3. CURADO DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

### **UNIDAD FORMATIVA 1. MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO**

## **UNIDAD DIDÁCTICA 1. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Elementos estructurales principales de un avión.
2. Aerodinámica.
3. Planificación y Logística.
4. Documentación Aeronáutica:
  5. - Rutas y estructuras.
  6. - Ordenes de fabricación.
  7. - Instrucciones de trabajo.
  8. - Libros de laminado.
  9. - Lista de partes.
10. Sistemas de Control de Planta.
11. Sistemas de Gestión Documental.
12. Sistema de Organización "Lean Manufacturing": implantación y herramientas.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE AERONAVES**

1. Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
2. Materiales compuestos:
  3. - Definición de material compuesto.
  4. - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
  5. - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
  6. - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
  7. - Tipos de refuerzos:
    8. - Naturales.
    9. - Sintéticos.
  10. - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
  11. - Cerámicos.
  12. - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
  13. - Resinas orgánicas:
    14. - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
    15. - Propiedades básicas de las resinas.
  16. Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
    17. - Fibra de vidrio.
    18. - Fibra de carbono.
    19. - Malla de bronce.
    20. - Kevlar.

21. Materiales de refuerzo:
22. - Núcleos: tipos y características.
23. - Espumas: tipos y características.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. INTERPRETACIÓN DE PLANOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Interpretación de Planos:
2. - Líneas.
3. - Formatos y escalas.
4. - Vistas.
5. - Secciones.
6. - Cortes.
7. - Perspectivas.
8. - Esquemas de situación de capas.
9. Ajustes y tolerancias:
10. - Ejes y agujeros.
11. - De forma y posición.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Sistemas de calidad de fabricación.
2. Norma EN 9100.
3. Control de procesos especiales.
4. Procedimiento para el tratamiento de:
  5. - No conformidades.
  6. - Instrucciones de verificación.
  7. - Memorias de control.
  8. - Instrucciones de trabajo.
9. Acciones correctoras.
10. Identificación de estados de inspección.
11. Control de piezas identificables.
12. Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
13. Calidad de la fabricación.
14. Defectos en la fabricación.
15. Control de materiales.
16. Almacenamiento de materiales compuestos.

17. Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
18. Normas de uso y manejo de materiales compuestos
19. Inspección y ensayos no destructivos (END).
20. Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
21. Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D.-Foreign Objects Damage).

## **UNIDAD DIDÁCTICA 5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIOAMBIENTALES EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
2. Equipos de protección individual y colectiva.
3. Equipos de protección de las máquinas.
4. Prevención de riesgos medioambientales específicos.
5. Clasificación y almacenaje de residuos.
6. Normativa vigente de:
  7. - Prevención de riesgos laborales.
  8. - Protección ambiental.
  9. - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
  10. - Uso de máquinas de elevación.

## **UNIDAD FORMATIVA 2. CURADO Y DESMOLDEO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. PROCESO DE CURADO DE LOS MATERIALES COMPUESTOS: AUTOCLAVE.**

1. Documentación técnica específica del proceso de curado de materiales compuestos en autoclave.
2. Autoclaves: características, tipos y aplicaciones.
3. Preparación del ciclo:
  4. - Carga de moldes y elementos en autoclave.
  5. - Garantía de trazabilidad del proceso
  6. - Carga de probetas de control de proceso.
  7. - Conexión de termopares y de tomas de vacío.
  8. Parámetros de curado.

9. Propiedades del material compuesto según:
10. - La naturaleza del material curado.
11. - La aplicación de presión/vacío durante el curado.
12. - La temperatura/tiempo de curado.
13. Reacción de polimerización.
14. - Calentamiento de un fluido, (gas o líquido).
15. Calentamiento del molde
16. Temperatura de transición vítrea.
17. Grado de curado.
18. - Viscosidad mínima y gelificación.
19. Tiempo de calentamiento, estabilización y enfriamiento
20. Temperatura de calentamiento, estabilización y desmoldeo.
21. Gradientes de temperatura.
22. Ciclos de postcurado.
23. Presión aplicable a estructuras monolíticas y sándwich.
24. Tipos de ciclo de curado
25. Rotura de bolsa y aborto de ciclo.
26. Probetas de control de proceso.
27. Curado de materiales compuestos y adhesivos sin presión, en autoclave y a temperatura ambiente
28. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de curado de materiales compuestos en autoclave.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. DESCARGA Y DESMOLDEO DE ELEMENTOS AEROSPAZIALES DE MATERIAL COMPUESTO CURADOS EN AUTOCLAVE.**

1. Documentación técnica específica de los procesos de carga, descarga y desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto curados en autoclave.
2. Descarga de moldes y elementos en autoclave.
3. Garantía de trazabilidad del proceso.
4. Descarga de probetas de control de proceso.
5. Desconexión de termopares y de tomas de vacío.
6. Limpieza de zona de trabajo en taller.
7. Utillaje auxiliar.
8. Desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto.
9. Herramientas de desmoldeo.
10. Puentes grúa, plataformas elevadoras y gradas.
11. Segregación de residuos de materiales compuestos.

12. Inspección visual de piezas de material compuesto.
13. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de carga, descarga y desmoldeado de elementos de material compuesto curado en autoclave.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. OTRAS TECNOLOGÍAS DE CURADO**

1. Procesos alternativos de curado.
2. Los catalizadores en los procesos de infusión.
3. Curado de materiales termoplásticos.
4. Estufa.
5. Máquina SICOTEVA (Sistema combinado de temperatura y vacío).
6. Tecnologías de fuera de autoclave (OoA: Out of Autoclave):
  7. - Prensa de platos calientes.
  8. - Curado rápido (Quickstep).
  9. - Curado por haz de electrones (Electron beam).
10. - Calentamiento con haz de microondas.
11. - Polimerización mediante plasma.
12. - Compactación con ultrasonidos.
13. - Curado por lámpara de infrarrojos.
14. Normas de prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de curado.
15. MÓDULO 4. MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

### **UNIDAD FORMATIVA 1. MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO**

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Elementos estructurales principales de un avión.
2. Aerodinámica.
3. Planificación y Logística.
4. Documentación Aeronáutica:
  5. - Rutas y estructuras.
  6. - Ordenes de fabricación.
  7. - Instrucciones de trabajo.
  8. - Libros de laminado.
  9. - Lista de partes.
10. Sistemas de Control de Planta.

11. Sistemas de Gestión Documental.
12. Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE AERONAVES**

1. Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
2. Materiales compuestos:
  3. - Definición de material compuesto.
  4. - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
  5. - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
  6. - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
  7. - Tipos de refuerzos:
    8. - Naturales.
    9. - Sintéticos.
      10. - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
      11. - Cerámicos.
      12. - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
      13. - Resinas orgánicas:
        14. - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
        15. - Propiedades básicas de las resinas.
      16. Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
        17. - Fibra de vidrio.
        18. - Fibra de carbono.
        19. - Malla de bronce.
        20. - Kevlar.
      21. Materiales de refuerzo:
        22. - Núcleos: tipos y características.
        23. - Espumas: tipos y características.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 3. INTERPRETACIÓN DE PLANOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Interpretación de Planos:
  2. - Líneas.
  3. - Formatos y escalas.
  4. - Vistas.
  5. - Secciones.
  6. - Cortes.

7. - Perspectivas.
8. - Esquemas de situación de capas.
9. Ajustes y tolerancias:
10. - Ejes y agujeros.
11. - De forma y posición.

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPAZIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Sistemas de calidad de fabricación.
2. Norma EN 9100.
3. Control de procesos especiales.
4. Procedimiento para el tratamiento de:
  5. - No conformidades.
  6. - Instrucciones de verificación.
  7. - Memorias de control.
  8. - Instrucciones de trabajo.
9. Acciones correctoras.
10. Identificación de estados de inspección.
11. Control de piezas identificables.
12. Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
13. Calidad de la fabricación.
14. Defectos en la fabricación.
15. Control de materiales.
16. Almacenamiento de materiales compuestos.
17. Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
18. Normas de uso y manejo de materiales compuestos
19. Inspección y ensayos no destructivos (END).
20. Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
21. Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D.-Foreign Objects Damage).

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIOAMBIENTALES EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPAZIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.

2. Equipos de protección individual y colectiva.
3. Equipos de protección de las máquinas.
4. Prevención de riesgos medioambientales específicos.
5. Clasificación y almacenaje de residuos.
6. Normativa vigente de:
  7. - Prevención de riesgos laborales.
  8. - Protección ambiental.
  9. - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
  10. - Uso de máquinas de elevación.

## **UNIDAD FORMATIVA 2. OPERACIONES DE MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS EMPLEADAS PARA EL MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Documentación técnica específica sobre máquinas y herramientas para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.
2. Máquinas manuales neumáticas.
3. Máquinas manuales eléctricas.
4. Máquinas de control numérico.
5. Herramientas de corte:
  6. - Tipos, materiales y características.
  7. - Brocas y lamas.
  8. - Avellanadores y escariadores.
9. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a las máquinas herramientas empleadas en el proceso de mecanizado de elementos.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 2. UTILLAJE DE MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES Y NÚCLEOS DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Documentación técnica específica sobre útiles de mecanizado de elementos aeroespaciales y núcleos de material compuesto.
2. Útiles de recantado.
3. Útiles de taladrado.
4. Útiles de mecanizado de núcleos.
5. Útiles soporte para máquinas de control numérico.
6. Codificación de los útiles.

7. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los útiles para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 3. PROCESOS DE MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO**

1. Documentación técnica específica de los procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.
2. Procesos de mecanizado:
  3. - Corte.
  4. - Recanteado.
  5. - Fresado.
  6. - Lijado.
  7. - Taladrado.
  8. - Lamado.
  9. - Avellanado.
  10. - Escariado.
  11. - Mandrinado.
  12. Lubricantes utilizados.
13. Parámetros de los procesos de mecanizado:
  14. - Velocidad de corte.
  15. - Velocidad de avance.
  16. - Revoluciones por minuto (rpm)
  17. - Diámetros de las herramientas.
  18. - Materiales a mecanizar.
  19. - Relaciones entre parámetros de mecanizado.
20. Acabado: protección superficial.
21. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. PROCESOS DE ESTABILIZADO Y MECANIZADO DE NÚCLEOS DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Documentación técnica específica de los procesos de estabilizado y mecanizado de núcleos de material compuesto.
2. Manipulación y transporte.
3. Corte a cuchillo y a sierra.
4. Estabilizado:

5. - Grapado.
6. - Relleno.
7. - Mediante adhesivo con película film.
8. - Mediante productos solubles.
9. Fresado.
10. Lijado.
11. Limpieza y acabado.
12. Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de estabilizado y mecanizado de núcleos de material compuesto.
13. MÓDULO 5. VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1. CONTROL DE CALIDAD EN LA VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. La verificación en el sistema de calidad aeronáutica:
  2. - Directrices básicas de la EN9100:
  3. - Definiciones.
  4. - Diagrama de conceptos.
  5. - Sustitución de materiales.
  6. - Acreditación ENAC.
  7. - Normas UNE.
  8. - Certificación de productos, sistemas y servicios.
  9. - Registros y trazabilidad.
10. - Criterios de aceptación y rechazo.
11. - Instrucciones de verificación.
12. - No conformidades.
13. Tratamiento de no conformidades:
  14. - Cumplimentación.
  15. - Tramitación.
  16. - Flujo del producto no conforme.
  17. - Segregación y registro del material no conforme.
18. Informe de discrepancias (ID) en suministros: definición, apertura, cumplimentación y flujo de tramitación.
19. Identificación de estados de inspección:
  20. - Informes de Inspección.
  21. - Niveles de cualificación.
22. Elaboración de acciones correctoras:
  23. - Acciones reparadoras.

24. - Acciones reparadoras inmediatas o de contención.
25. - Acciones preventivas.
26. - Seguimiento de acciones correctoras.
27. Análisis de causas y defectos:
28. - Diagrama de Pareto.
29. - Diagrama de Ishikawa.
30. Defectología:
31. - En la materia prima.
32. - Durante las etapas del proceso.
33. - En las reparaciones y correcciones.
34. Ubicación y dimensionado de los defectos.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 2. METROLOGÍA AERONÁUTICA.**

1. Metrología: definición y organización.
2. Laboratorio de metrología.
3. Conceptos metrológicos: precisión, exactitud, tolerancias, error e incertidumbre.
4. Normas sobre instrumentos de medida: trazabilidad y calibración.
5. Sistemas de medidas empleados en aeronáutica y conversión entre sistemas.
6. Metrología dimensional:
7. - Longitudes, ángulos, acabado superficial (rugosidad) y formas.
8. - Equipos de medición dimensional.
9. Metrología de masa y fuerza: concepto, unidades, patrones, clasificación y equipos.
10. Metrología de presión y de vacío: concepto, unidades, clasificación y equipos.
11. Metrología de temperatura: concepto, unidades, clasificación y equipos.
12. Metrología eléctrica: definición, unidades, clasificación y equipos.
13. Representación gráfica y simbología.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 3. INSPECCIÓN VISUAL Y DIMENSIONAL DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Equipos e instrumentos de medición dimensional: calibres, micrómetros, mesas de planitud, escuadras, reglas, flexómetros, goniómetros, galgas, tampones pasa no-pasa, balanzas, endoscopios, rugosímetros, llaves dinamométricas, detectores de recubrimiento, durómetros y medidores de espesores.
2. Útiles de calibración.
3. Técnicas de medición dimensional, geométrica y superficial.
4. Limpieza aerodinámica.

5. Montaje, interferencias e intercambiabilidad.
6. Técnicas de tratamiento estadístico (límites de control).
7. Evaluación de resultados de las mediciones.
8. Selección de equipos para control dimensional.
9. Equipamiento para las inspecciones visuales: lentes de aumento, endoscopios, detectores de recubrimiento, reglas, flexómetros, calibres, rugosímetros, sistemas de iluminación por fibra óptica, fotografía, video y tratamiento informático de la imagen.
10. Selección de equipos para inspecciones visuales.
11. Evaluación de resultados de las inspecciones visuales.

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. ENSAYOS DE INSPECCIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Principios físicos de la inspección no destructiva
2. Aplicación de los ensayos no destructivos en la industria aeronáutica.
3. Métodos de inspección no destructivos aplicables:
  4. - Ultrasonidos:
  5. - Inspección manual y automática.
  6. - Equipos.
  7. - Piezas patrón.
  8. - Medios de acoplamiento.
  9. - Palpadores emisores y receptores.
10. - Transductores.
11. - Radiografía: definición, técnicas y equipos.
12. - Impedancia mecánica.
13. - Termografía.
14. Selección del método de inspección no destructiva.
15. Documentación aplicable en inspecciones no destructivas en materiales compuestos:
  16. - Normativa.
  17. - Requisitos específicos de Proceso.
  18. - Procedimiento de inspección.
  19. - Criterios de aceptación.
20. Proceso de evaluación de indicaciones.
21. Nuevas tecnologías en desarrollo.
22. Ensayos destructivos: Cortadura interlaminar, tracción plana y tenacidad a la fractura.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIOAMBIENTALES EN LAS OPERACIONES DE VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

1. Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
2. Equipos de protección individual y colectiva.
3. Equipos de protección de las máquinas.
4. Prevención de riesgos medioambientales específicos.
5. Clasificación y almacenaje de residuos.

