Catálogo de Especialidades Formativas

PROGRAMA FORMATIVO

FABRICACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS AERONÁUTICOS

Enero 2024

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
SERVICIO PÚBLICO DE EMPLEO ESTATAL
SEPE

SISTEMA NACIONAL DE EMPLEO

IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIALIDAD Y PARÁMETROS DEL CONTEXTO FORMATIVO

Denominación de la especialidad:	FABRICACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS AERONÁUTICOS
Familia Profesional:	FABRICACIÓN MECÁNICA
Área Profesional:	CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS
Código:	FMEA0003
Nivel de cualificación profesional:	2

Objetivo general

Fabricación de piezas elementales y de conjuntos con materiales compuestos (composites) para la industria aeronáutica, condiciones de calidad, seguridad y respeto medioambiental.

Relación de módulos de formación

Módulo 1	MATERIALES, CALIDAD Y PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO.	40 horas
Módulo 2	FABRICACIÓN DE PIEZAS ELEMENTALES Y DE CONJUNTOS DE MATERIALES COMPUESTOS	100 horas
Módulo 3	CURADO Y DESMOLDEO DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO	30 horas
Módulo 4	MECANIZADO DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO	60 horas
Módulo 5	VERIFICACIÓN DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO	60 horas

Modalidades de impartición

Presencial

Duración de la formación

Duración total	290 horas

Requisitos de acceso del alumnado

Acreditaciones / titulaciones	Cumplir como mínimo alguno de los siguientes requisitos: -Título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) o equivalente -Título de Técnico (FP Grado medio) o equivalente -Certificado de profesionalidad de nivel 2 -Haber superado la prueba de acceso a Ciclos Formativos de Grado Medio -Título de Bachiller o equivalente -Haber superado cualquier prueba oficial de acceso a la universidad -Otras acreditaciones/ titulaciones

Acreditaciones / titulaciones	- - Competencias clave de nivel 2 - Tener los conocimientos formativos o profesionales suficientes que permitan cursar con aprovechamiento la formación.
Experiencia profesional	No se requiere

Justificación de los requisitos del alumnado
Los requisitos de acceso se acreditarán mediante el correspondiente título o diploma. En caso de acreditar conocimientos profesionales se hará mediante certificado de funciones de la empresa y certificado de vida laboral

Prescripciones de formadores y tutores

Acreditación requerida	Cumplir como mínimo alguno de los siguientes requisitos: Cumplir como mínimo alguno de los siguientes requisitos: - Diplomado, Licenciado, Ingeniero, Arquitecto. - Título de Grado Medio o Superior en Fabricación Mecánica u otros títulos equivalentes. - Sin titulación, pero con un mínimo de dos años experiencia profesional en el ámbito de la unidad de competencia
Experiencia profesional mínima requerida	No se requiere
Competencia docente	30 horas

Requisitos mínimos de espacios, instalaciones y equipamientos

Espacios formativos	Superficie m² para 15 participantes	Incremento Superficie/ participante (Máximo 30 participantes)
Aula de gestión	45.0 m²	2.4 m² / participante
Taller aeronáutico	200.0 m²	3.0 m² / participante
Taller aeronáutico	200.0 m²	3.0 m² / participante

Espacio formativo	Equipamiento
Aula de gestión	- Mesa y silla para el formador - Mesas y sillas para el alumnado - Material de aula - Pizarra - PC instalado en red con posibilidad de impresión de documentos, cañón con proyección e Internet para el formador - PCs instalados en red e Internet con posibilidad de impresión para los participantes

	- Software específico para el aprendizaje de cada acción formativa.
Taller aeronáutico	Equipamiento de las instalaciones para prácticas: - Instalación neumática de 5 Kg. /cm2 o superior. - Estufa de curado de piezas de material compuesto - 15 puestos de trabajo formado por bancos de trabajo con toma de aire comprimido, tomas eléctricas a 220, tornillo de banco, conexiones neumáticas, mangueras y alargadores eléctricos. - Estanterías Equipo y maquinaria: - Tijeras grandes (de sastre). - Cúter. - Bomba o red de vacío. - Espátulas de nylon. - Reglas de varias longitudes. - Lápices acuarelables blancos. - Rotuladores indelebles. - Vacuómetro (vacío). - Manómetro de presión. - Guantes de algodón o de nylon blancos. - Máquinas de lijar rotativas de altas r.p.m. - Discos abrasivos de varios tamaños y grano. - Taladro neumático. - Máquina de recantear neumática. - Espátula de acero. - Arcón de congelación de -20º C, como mínimo. - Aspirador (restos de mecanizados: polvo y virutas). - Juego de limas bastas y finas desde 4” a 12”. - Pinzas de sujeción. - Gatos de apriete (manitas de apriete) de 25 mm. - Termómetro. Material de consumo: - Tejidos preimpregnados de fibra de carbono de diferentes tamizados. - Tejido de fibra de vidrio de diferentes tamizados. - Juego de brocas para fibra desde 2,5 a 6,35 mm. - Planchas y útiles para laminado. - Materiales auxiliares para fabricar bolsa de compactación y vacío. - Fresas de recantear. Material didáctico: - Manuales para el alumno - Procedimientos aplicables. - Planos aeronáuticos. - Impresos para cumplimentar de documentación aeronáutica. - Cuadernos, folios, lapiceros, bolígrafos, rotuladores y material de dibujo técnico para la realización de prácticas. - Bolígrafos, lapiceros y rotuladores para realizar marcados sobre metal. Elementos de protección: - Gafas de seguridad.

	- Mascarilla de papel (polvo). - Guantes de goma. - Guantes de látex. - Gafas de seguridad. - Monos blancos de papel. - Calzado de seguridad. - Ropa de trabajo blanca.
Taller aeronáutico	Equipamiento de las instalaciones para prácticas: - Instalación neumática de 5 Kg. /cm2 o superior. - Estufa de curado de piezas de material compuesto - 15 puestos de trabajo formado por bancos de trabajo con toma de aire comprimido, tomas eléctricas a 220, tornillo de banco, conexiones neumáticas, mangueras y alargadores eléctricos. - Estanterías Equipo y maquinaria: - Tijeras grandes (de sastre). - Cúter. - Bomba o red de vacío. - Espátulas de nylon. - Reglas de varias longitudes. - Lápices acuarelables blancos. - Rotuladores indelebles. - Vacuómetro (vacío). - Manómetro de presión. - Guantes de algodón o de nylon blancos. - Máquinas de lijar rotativas de altas r.p.m. - Discos abrasivos de varios tamaños y grano. - Taladro neumático. - Máquina de recantear neumática. - Espátula de acero. - Arcón de congelación de -20º C, como mínimo. - Aspirador (restos de mecanizados: polvo y virutas). - Juego de limas bastas y finas desde 4” a 12”. - Pinzas de sujeción. - Gatos de apriete (manitas de apriete) de 25 mm. - Termómetro. Material de consumo: - Tejidos preimpregnados de fibra de carbono de diferentes tamizados. - Tejido de fibra de vidrio de diferentes tamizados. - Juego de brocas para fibra desde 2,5 a 6,35 mm. - Planchas y útiles para laminado. - Materiales auxiliares para fabricar bolsa de compactación y vacío. - Fresas de recantear.

	Material didáctico: - Manuales para el alumno - Procedimientos aplicables. - Planos aeronáuticos. - Impresos para cumplimentar de documentación aeronáutica. - Cuadernos, folios, lapiceros, bolígrafos, rotuladores y material de dibujo técnico para la realización de prácticas. - Bolígrafos, lapiceros y rotuladores para realizar marcados sobre metal. Elementos de protección: - Gafas de seguridad. - Mascarilla de papel (polvo). - Guantes de goma. - Guantes de látex. - Gafas de seguridad. - Monos blancos de papel. - Calzado de seguridad. - Ropa de trabajo blanca.

La superficie de los espacios e instalaciones estarán en función de su tipología y del número de participantes. Tendrán como mínimo los metros cuadrados que se indican para 15 participantes y el equipamiento suficiente para los mismos.

En el caso de que aumente el número de participantes, hasta un máximo de 30, la superficie de las aulas se incrementará proporcionalmente (según se indica en la tabla en lo relativo a m²/participante) y el equipamiento estará en consonancia con dicho aumento. Los otros espacios formativos e instalaciones tendrán la superficie y los equipamientos necesarios que ofrezcan cobertura suficiente para impartir la formación con calidad.

No debe interpretarse que los diversos espacios formativos identificados deban diferenciarse necesariamente mediante cerramientos.

Las instalaciones y equipamientos deberán cumplir con la normativa industrial e higiénico-sanitaria correspondiente y responderán a medidas de accesibilidad y seguridad de los participantes.

En el caso de que la formación se dirija a personas con discapacidad se realizarán las adaptaciones y los ajustes razonables para asegurar su participación en condiciones de igualdad.

Ocupaciones y puestos de trabajo relacionados

- PLASTOQUÍMICO (LAMINADOR MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES).
- VERIFICADOR DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO.
- OPERADOR DE AUTOCLAVE DE POLIMERIZACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS PARA ELEMENTOS AEROESPACIALES.
- OPERADOR DE MECANIZADO DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES.

Requisitos oficiales de las entidades o centros de formación

Estar inscrito en el Registro de entidades de formación (Servicios Públicos de Empleo).

DESARROLLO MODULAR

MÓDULO DE FORMACIÓN 1:	MATERIALES, CALIDAD Y PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO.

OBJETIVO

Interpretar la documentación técnica, realizar el aprovisionamiento de los materiales necesarios para la fabricación de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales siguiendo procedimientos y especificaciones incluidas en planos de fabricación, cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

DURACIÓN: 40 horas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos / Capacidades cognitivas y prácticas

Obtención la información necesaria para la fabricación de elementos aeroespaciales de
material compuesto contenida en la documentación técnica.
- Interpretación las normas de fabricación atendiendo a la documentación técnica.
- Interpretación simbología, elementos normalizados y vistas representadas en los planos de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación los diferentes tipos de materiales empleados en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Realización, después de cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos, los registros de trazabilidad de materiales
y maquinaria
- En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental:

Identificar en la documentación técnica las materias primas necesarias para cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

Interpretar órdenes e instrucciones de trabajo del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

Interpretar la información contenida en los planos de fabricación.

Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad, prevención de riesgos laborales y medioambientales en la fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos.

Aplicación de las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de las normas de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de los procedimientos para evaluar la calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Realización de los registros de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Determinación del estado de inspección de los materiales utilizados en el proceso de
fabricación.
- Identificación de los registros de trazabilidad de los materiales compuestos empleados
7
en la fabricación.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio
ambiente en cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de las normas de prevención de riesgos laborales.
- Identificación de las señales de peligro de los distintos materiales empleados en la fabricación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.
- Descripción del procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la
fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Descripción del método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo
en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de los riesgos en el uso de Instalaciones, equipos y herramientas.
- En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica:
Definición de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente para cada etapa del proceso de fabricación.
Determinación los equipos de protección individual adecuados para cada etapa del proceso de fabricación.
Determinación la segregación de residuos de acuerdo a la normativa medioambiental vigente.

Habilidades de gestión, personales y sociales

Concienciación sobre la necesidad de la calidad en el sector aeronáutico y el alto coste
que este factor supone en la fabricación de las piezas
Interés por los principios básicos del funcionamiento de las aeronaves.
Interés por los distintos tipos de aeronaves y sus características

MÓDULO DE FORMACIÓN 2:	FABRICACIÓN DE PIEZAS ELEMENTALES Y DE CONJUNTOS DE MATERIALES COMPUESTOS

OBJETIVO

Obtener laminados con la forma requerida para fabricar perfiles de componentes aeroespaciales, partiendo de un laminado plano, por medio de útiles. Posicionar laminados y elementales o componentes de estructuras aeroespaciales en utillajes para su unión, cumpliendo procedimientos establecidos y especificaciones incluidas en los planos de montaje, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

DURACIÓN: 100 horas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos / Capacidades cognitivas y prácticas

Obtención de la información necesaria para realizar el acopio, manipulación y almacenaje
de las materias primas que intervienen en la fabricación de elementos aeroespaciales de
material compuesto, analizando la documentación técnica.
- Identificación de las designaciones de los diferentes tipos de materias primas y clasificarlas por familias según su naturaleza.
- Descripción de los procesos de almacenaje, manipulación y transporte de materiales a
la zona de fabricación.
- Identificación de los diferentes materiales empleados en la fabricación de estructuras
aeroespaciales.
- Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio
ambiente en el proceso de acopio, manipulación y almacenaje de materias primas.

Preparación de los útiles para la fabricación de elementales aeroespaciales a partir de la
documentación técnica, cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos
laborales y protección del medio ambiente.
- Identificación de los distintos tipos de utillaje utilizados en la fabricación de elementales y/o conjuntos en función del trabajo a realizar y la pieza a obtener.
- Descripción de las funciones, tipos y componentes de útiles empleados en el moldeo
manual de elementos de material compuesto en relación a los procesos productivos.
- Identificación de los productos empleados en la preparación de útiles.
- Selección del tipo de elemento o máquina de izado/desplazamiento según planos y normas.
- Determinación de los criterios de diseño y selección de utillaje para procesos de moldeo con materiales compuestos.
- Identificación de los útiles de encintado, curado y auxiliares.
- Identificación de los materiales de fabricación de útiles.
- Identificación de las propiedades de intercambiabilidad de los útiles.
- En un caso práctico de preparación de útiles para fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto y atendiendo a la documentación técnica:

Preparación de la zona de trabajo acopiando los materiales, herramientas y

medios de transporte e izado necesarios.
Selección los productos químicos para ejecutar los procesos de trabajo.
Aseguramiento de que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Aplicación de las normas de calidad correspondientes al proceso de preparación de útiles.
9
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de preparación de útiles.
Comprobación de que todos los componentes del útil han sido preparados.
Aplicación de las técnicas de corte manual o semiautomático en materiales compuestos
para la obtención de preformas o kits de materiales preimpregnados, cumpliendo con las
normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Identificación de los materiales requeridos en la documentación aplicable.
- Determinación de las orientaciones de la fibra para realizar los cortes según las distintas preformas a obtener.
- Diferenciación del flujo productivo de las preformas obtenidas.
- Selección de las herramientas de corte en función de la operación a realizar.
- Identificación de los kits o preformas resultantes de la operación de corte.
- Establecimiento de las condiciones adecuadas en las herramientas y en la operación
de corte.
- Cumplimentación de la documentación requerida en el proceso.
- En casos prácticos de corte de material compuesto para la obtención de preformas o
kits aeroespaciales, convenientemente caracterizados por los planos de fabricación y
órdenes de producción:
Selección las máquinas, útiles y herramientas según el corte de material descrito en la orden de producción, planos e indicaciones del proceso de trabajo.
Identificación de los materiales requeridos en la orden de producción.
Aprovisionamiento del material requerido en la orden de producción.
Aseguramiento de que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Determinación de la trazabilidad de los materiales en la documentación técnica.
Corte de los materiales en forma y cantidad con ayuda de útiles o plantillas de acuerdo a los requerimientos de la documentación técnica.
Verificación de que las preformas cumplen los requisitos para su posterior utilización.
Embolsar las preformas formando kits para su utilización posterior según orden de fabricación.
Aplicación de las normas de calidad correspondientes al proceso de corte manual o semiautomático en materiales compuestos para la obtención de preformas o kits aeroespaciales.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de corte.
Apilar preformas aeroespaciales de material compuesto u otros componentes, para obtener
el elemento requerido, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Identificación de los útiles a emplear durante el proceso atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.
- Identificación de las orientaciones de la fibra para realizar las secuencias de apilados

según las distintos tipos de elementos a obtener.
- Identificación de los materiales requeridos en la documentación técnica.
- Realización de los registros de trazabilidad en la documentación técnica de los productos obtenidos.
- Descripción del proceso de laminado de una elemental.
- Descripción del proceso de realización de la bolsa de compactación y los materiales
que la componen.
10
- En un caso práctico de apilado de telas convenientemente caracterizado por la documentación técnica:
Selección de los útiles y herramientas para realizar el apilado de telas, según las indicaciones de la documentación técnica.
Aprovisionamiento del material requerido en la orden de producción.
Aseguramiento de que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Identificación de los materiales en la orden de producción y su trazabilidad
Apilamiento de las telas según la secuencia descrita en la orden de producción y planos de fabricación, atendiendo a las especificaciones técnicas y de calidad.
Aseguramiento del correcto posicionamiento y las compactaciones descritas en la documentación.
Aseguramiento de que se cumplen los parámetros establecidos en la documentación durante las compactaciones.
Aplicación las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de apilado.
Elaborar bolsas de vacío de elementales, o componentes aeroespaciales, de material
compuesto, a partir de la documentación técnica, cumpliendo con las normas de calidad,
prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Descripción las partes de una bolsa de curado y sus elementos de control.
- Descripción la funcionalidad de una bolsa de vacío.
- Selección de los instrumentos de verificación utilizados en la comprobación de la bolsa
de vacío.
- Descripción del proceso de realización de la bolsa de vacío según documentación aplicable.
- Descripción de la defectología derivada de una errónea ejecución de la bolsa de vacío.
- En un caso práctico de elaboración de una bolsa de vacío para el curado de una elemental o de componentes aeroespaciales:
Aprovisionamiento de los materiales requeridos en la documentación técnica.
Aseguramiento de que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Realización del montaje de la bolsa de vacío atendiendo a la documentación gráfica.
Comprobación de los elementos de control de vacío y temperatura.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de realización de la bolsa de vacío.
Obtención de elementales aeroespaciales mediante el proceso de conformado partiendo de
laminados planos, teniendo en cuenta las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Descripción del proceso de conformado de preformas.
- Descripción del funcionamiento de la máquina de conformado empleando manuales y
especificaciones técnicas.
- Identificación de los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos para el

proceso de conformado.
- Interpretación los programas de conformado de laminados planos requeridos en la documentación técnica.
- Ejecución de operaciones de conformado atendiendo a la documentación aportada.
- Aseguramiento de que los parámetros descritos en la documentación se cumplan durante el ciclo de conformado.
11
- Establecimiento de las condiciones adecuadas en el proceso de conformado, corrigiendo las desviaciones que se puedan producir.
- Realización de los registros de trazabilidad de materiales y máquinas utilizadas en el
el proceso de conformado, en la documentación correspondiente.
- En un caso práctico donde se tenga que obtener una elemental aeroespacial por conformado, caracterizado por su documentación técnica:
Aprovisionamiento de los materiales requeridos en la documentación técnica.
Aseguramiento de que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Montaje de los laminados en sus respectivos útiles atendiendo a planos o documentación gráfica.
Selección del programa de conformado requerido en la orden de producción.
Comprobación y aseguramiento de los parámetros de control de vacío y temperatura.
Realización del registro de trazabilidad en la orden de producción del proceso de conformado de elementales.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de conformado.
Aplicación de las operaciones de montaje de preformas necesarias para la obtención de
conjuntos aeroespaciales, operando herramientas y equipos específicos y cumpliendo las
normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.
- Identificación de los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos para el montaje de preformas.
- Identificación de las elementales requeridas en la orden de producción y/o planos para
formar el conjunto.
- Aseguramiento de que las máquinas utilizadas cumplen con todos los requerimientos
de calidad y calibración.
- Determinación de la correcta posición de las elementales atendiendo a planos o documentación aportada.
- Realización de los registros de trazabilidad en la documentación técnica de fabricación
de los productos finalizados.
- Descripción del proceso de montaje de elementales.
- En un caso práctico de realización de un montaje de elementales aeroespaciales:
Aprovisionamiento de las elementales requeridas en la documentación técnica.
Aseguramiento de que las elementales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Aprovisionamiento de los útiles requeridos en la documentación aportada.
Montaje de las elementales en sus respectivos útiles atendiendo a planos o documentación gráfica.
Realización de los registros de trazabilidad de las elementales en la orden de producción.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de conformado.
Identificación de los procesos de integración de elementales aeroespaciales de

material
compuesto por laminado manual, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con
las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.
- Identificación de los procesos de fabricación de elementales y conjuntos.
- Descripción de los diferentes tipos de encolados: cocurado, copegado y encolado secundario.
12
- Descripción del proceso de preparación de superficies de encolados y los modos de
fallo.
- Descripción del rol de los adhesivos, tipos de procesos de copegado y la metodología
de aplicación de adhesivos.
- En un caso práctico de realización de pegado de elementales aeroespaciales:
Aprovisionamiento de las elementales requeridas en la documentación técnica.
Aseguramiento de que las elementales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
Aprovisionamiento de los útiles requeridos en la documentación aportada.
Copegado/Encolado de las elementales en sus respectivos útiles atendiendo a la documentación gráfica.
Realización de los registros de trazabilidad de las elementales en la orden de producción.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental en el proceso de integración de piezas de material compuesto.

Habilidades de gestión, personales y sociales

Concienciación de la importancia de la identificación correcta de los elementos que
componen una pieza fabricada con materiales compuestos.
Concienciación sobre la importancia de la trazabilidad en el proceso de fabricación para
poder identificar en caso de fallo las causas.
Concienciación de la importancia de la limpieza y el orden en los procesos de fabricación
por moldeo manual de las piezas de material compuesto.
Asimilación de la importancia del trabajo en equipo para la correcta ejecución de piezas
que se realizan en varias jornadas y diferentes turnos de trabajo por distintas personas que
se coordinan por un responsable.

MÓDULO DE FORMACIÓN 3:	CURADO Y DESMOLDEO DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO

OBJETIVO

Preparar el autoclave para el curado de elementos de material compuesto, cargar elementos aeroespaciales de material compuesto en autoclave para el curado o transformación polimérica. Curar elementos aeroespaciales de material compuesto en el autoclave. Descargar elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave para desmoldeo, utilizando equipos de descarga y siguiendo procedimientos establecidos. Desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto para su acabado posterior, cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

DURACIÓN: 30 horas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos / Capacidades cognitivas y prácticas

Preparación del autoclave para el curado de elementos de material compuesto, atendiendo
a la documentación técnica y cumpliendo las normas calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.
- Descripción de los medios y dispositivos empleados en la manipulación y transporte
de útiles de curado para realizar la carga del autoclave.
- Descripción de los procedimientos de apertura, colocación de útiles de curado sobre
carro de entrada, carga y cierre del autoclave
- Identificación de los elementos de conexionado para el curado en el autoclave: eléctrico (termopares), de vacío (válvulas) y auxiliares de los útiles.
- Realización de las operaciones necesarias para los movimientos de la cadena de utillaje y piezas de material compuesto.
- Realización de la carga de útiles, selección de recetas/programas y conexionado de
vacío y temperatura.
- Comprobación de la estanqueidad de la bolsa de vacío antes iniciar el ciclo de curado.
- Realización de la carga de los moldes en la bandeja del autoclave.
- Establecimiento de las variables programables, desde el panel de control del autoclave, para el proceso de curado, atendiendo a las características del material compuesto y a la documentación técnica correspondiente.
- Descripción del procedimiento de verificación previo al cierre de puerta del autoclave,
atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Comprobación del conexionado, estado de los termopares y tomas de vacío, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con la normativa de prevención
de riesgos laborales.
- En varios casos prácticos donde se realice la carga del autoclave en un proceso de curado, y atendiendo a la documentación técnica correspondiente:
Transporte de los útiles hasta la zona de curado utilizando los medios necesarios.
Realización de la apertura del autoclave y extracción del carro de carga.
Carga de los útiles evitando colisiones y/o interferencias del carro con el autoclave

Comprobación de los parámetros del ciclo de curado introducidos en el panel de control del autoclave.
Completado del conexionado eléctrico y de vacío de útiles y autoclave.
Verificación del conexionado eléctrico y de vacío mediante las señales del panel de control.
14
Realización del cierre del autoclave.
Utilización de los equipos de protección individual en el proceso de carga.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos labores y protección del medio ambiente en el proceso de carga del autoclave.
Descarga de los útiles y elementos aeroespaciales de material compuesto curado del autoclave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.
- Descripción de los procedimientos de apertura y descarga del autoclave.
- Descripción de los dispositivos empleados en la manipulación y transporte de útiles de curado en la fase de descarga del autoclave.
- Realización de la apertura de la puerta del horno autoclave, atendiendo a las instrucciones de trabajo.
- Realización del proceso de desconexión de termopares y tomas de vacío de los útiles de curado, de los cuadros de conexión del autoclave.
- Realización de la desconexión de elementos de material compuesto, conforme a la documentación técnica.
- Realización de la descarga de los elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave.
- Descarga del molde y los útiles del horno autoclave.
- Realización de los registros de trazabilidad del proceso de descarga en la documentación técnica correspondiente.
- Registro de los parámetros del ciclo de curado de las piezas fabricadas y probetas de control de proceso que las acompañen en la correspondiente documentación técnica.
Desmoldeo de los elementos aeroespaciales de material compuesto, siguiendo la secuencia descrita en la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.
- Descripción de las fases y secuencia de desmoldeo de un conjunto aeroespacial de material compuesto.
- Descripción del utillaje auxiliar necesario para realizar operaciones de taladrado atendiendo a la documentación técnica.
- Identificación de las operaciones del proceso de desmoldeo, atendiendo a la documentación técnica.
- Realización de los registros de trazabilidad del proceso de desmoldeo en la documentación técnica correspondiente.
- Identificación de los criterios de inspección y verificación aplicables a los elementos curados y desmoldeados.
- Corrección de las anomalías detectadas en el proceso de desmoldeo de elementos de material compuesto.
- En varios casos prácticos de desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto curado, y atendiendo a la documentación técnica correspondiente:
Preparación de los medios y herramientas requeridas.
Eliminación de los materiales auxiliares utilizados, procediendo a su segregación

conforme a las normas de protección medioambiental.
Retirada de la cadena de utillaje auxiliar utilizada mediante medios manuales o automáticos.
Realización del desmoldeo de la pieza siguiendo los procedimientos.
Verificación mediante inspección visual los elementos de material compuesto curados y desmoldeados.
Realización de un informe relativo a los defectos detectados en la inspección, 15
indicando la relación causa-efecto.
Realización de los registros de trazabilidad en la documentación técnica correspondiente.
Utilización de los equipos de protección individual en el proceso de desmoldeo de elementos de material compuesto curado.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos labores y protección del medio ambiente en el proceso de desmoldeo de elementos de material compuesto curado.
Descripción de otras tecnologías de curado de materiales compuestos, atendiendo a la
documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos
laborales y protección del medio ambiente.
- Descripción del proceso de curado de elementos de material compuesto con sicoteva,
estufa, adición de catalizadores, haz de electrones, prensa de platos calientes, microondas, plasma, ultrasonidos e infrarrojos.
- Descripción de los útiles y materiales a emplear en los procesos de curado, atendiendo a la documentación técnica.
- Descripción de las operaciones de cada proceso de curado.
- Identificación de las variables críticas de cada proceso.
- Descripción de las aplicaciones industriales de cada proceso.
- Descripción de las normas de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental en los procesos descritos.

Habilidades de gestión, personales y sociales

Concienciación sobre la importancia de mantener los parámetros de curado de las piezas
dentro de los valores exigidos para la correcta funcionalidad de las piezas curadas de
material compuesto.
Valoración de la alta energía consumida en el proceso de curado y sus posibles alternativas para desarrollar un sistema más sostenible.

MÓDULO DE FORMACIÓN 4: MECANIZADO DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO

OBJETIVO

Recantear piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para evitar daños a las personas o a las propias piezas durante su manejo en operaciones de fabricación o de inspección posteriores. Mecanizar manualmente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener la geometría final de las mismas. Mecanizar automáticamente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener la geometría final de las mismas. Mecanizar núcleos para fabricar estructuras sándwich de elementos o componentes aeroespaciales de material compuesto. Eliminar capas de una pieza o componentes de material compuesto para su posterior corrección.

DURACIÓN: 60 horas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos / Capacidades cognitivas y prácticas

Determinación de los procesos para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto describiendo la secuencia de operaciones y especificando los parámetros de las mismas, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

- Selección de la máquina herramienta en función de la operación, forma de la pieza y precisión del mecanizado.
- Descripción de los procesos de mecanizado de elementos de material compuesto (corte, recanteado, fresado, lijado, taladrado, mandrinado, lamado, avellanado y escariado).
- Selección de los útiles en función de la operación de mecanizado a realizar.
- Selección de las herramientas en función de la operación de mecanizado a realizar.
- Selección de los útiles de medición y verificación en función de la operación de mecanizado a realizar.
- Selección de los parámetros de mecanizado en función de la operación a realizar y de las características del elemento aeroespacial de material compuesto a obtener.
- Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de preparación del mecanizado de elementos de material compuesto.

Mecanización de elementos aeroespaciales de material compuesto con máquinas y herramientas de mecanizado manual, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

- Montaje del útil de mecanizado y el elemento aeroespacial de material compuesto a mecanizar.
- Toma de referencias de “0 pieza” y “0 máquina” e introducirlas en el CNC.

- Realización de la operación de mecanizado con máquinas herramientas, atendiendo a
la documentación técnica correspondiente.
- Identificación de los defectos producidos durante el proceso de mecanizado.
- En varios casos prácticos donde se tengan que realizar operaciones de mecanizado
manual y automático de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo
a la documentación técnica correspondiente:
Identificación de la operación de mecanizado a realizar.
Selección del útil de mecanizado adecuado.
17
Montaje de la pieza en el útil de mecanizado.
Selección de las máquinas y herramientas adecuadas a la operación que se va a realizar.
Toma de referencia de posicionamiento de pieza y utillaje.
Realización del mecanizado de la pieza.
Desmontaje del útil y la pieza mecanizada.
Comprobación de las superficies mecanizadas.
Analisis de las causas de los defectos detectados.
Aplicación de las acciones correctoras adecuadas.
Utilización de los equipos de protección personal en el proceso de mecanizado.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de mecanizado.

Habilidades de gestión, personales y sociales

Valoración del efecto que producen los errores de fabricación en esta fase de fabricación
donde las piezas de material compuesto ya tienen acumuladas un importante número de
horas. Coste de los errores en mecanizado
Precaución en el tratamiento de desechos en el mecanizado.
Concienciación en la utilización de los EPIs en este proceso que produce polvo, desechos
y piezas que pueden dañan al operario en su manipulación.

MÓDULO DE FORMACIÓN 5: VERIFICACIÓN DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO

OBJETIVO

Preparar los elementos aeroespaciales fabricados para su posterior inspección según los procedimientos y especificaciones incluidas en los documentos aplicables cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Inspeccionar los elementos aeroespaciales fabricados en material compuesto utilizando las técnicas no destructivas requeridas en la documentación aplicable en el sector para comprobar su estado de calidad. Verificar visual y dimensionalmente los elementos aeroespaciales de material compuesto utilizando las técnicas requeridas en la documentación aplicable para comprobar su estado de calidad. Validar los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados y evaluados para clientes y autoridades según normas aplicables.

DURACIÓN: 60 horas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos / Capacidades cognitivas y prácticas

Obtención de la información necesaria para inspeccionar elementos aeroespaciales de
material compuesto incluido en la documentación técnica, cumpliendo con las normas de
calidad aplicables.
- Descripción de los defectos, anomalías e irregularidades a detectar en los distintos tipos de elementos aeroespaciales de material compuesto a inspeccionar.
- Identificación de los defectos, anomalías e irregularidades producidos en las distintas
fases de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de los defectos, anomalías e irregularidades producidos en la reparación
y corrección de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de la simbología y terminología aplicada a la verificación e inspección de
elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de las herramientas, utillajes y medios de inspección y verificación de
elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Selección las técnicas a utilizar para la inspección y verificación de los diferentes tipos
de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Selección los instrumentos y equipos atendiendo a la técnica empleada y el elemento
aeroespacial de material compuesto a inspeccionar.
- Descripción de los parámetros de inspección según las características del elemento
aeroespacial de material compuesto a verificar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Planificación de las operaciones de mantenimiento de los equipos de inspección y verificación.
- Identificación de las normas de calidad en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de los procedimientos a seguir para evaluar la calidad de los

elementos
aeroespaciales de material compuesto inspeccionados.
- Realización de registros de calidad en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
Inspección visual de los componentes aeroespaciales de material compuesto, atendiendo
a la documentación y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Determinación del acondicionamiento de la zona de trabajo para la inspección visual.
- Identificación de defectos y anomalías, atendiendo a las características recogidas en
19
la documentación técnica del elemento inspeccionado.
- Ubicación de la posición del defecto en el elemento aeroespacial de material compuesto.
- Dimensionado del defecto de forma precisa, de manera que permita su interpretación.
- En un caso práctico de observación de un elemento aeroespacial de material compuesto:
Interpretación de los defectos, anomalías e irregularidades detectadas comparándolos con los criterios recogidos en la documentación técnica correspondiente.
Marcado los defectos, anomalías e irregularidades sobre el elemento inspeccionado.
Registro los datos obtenidos de la inspección visual en la documentación correspondiente.
Corrección o eliminación de los elementos no conformes.
Realización de un informe que contenga identificación y características de la pieza, técnica de inspección empleada, resultados obtenidos y valoración, así como observaciones significativas que se hayan producido durante la inspección
Utilización de los equipos de protección individual en el proceso de inspección visual de elementos aeroespaciales de material compuesto.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos labores y protección del medio ambiente en el proceso de inspección visual de elementos aeroespaciales de material compuesto.
Realización del control dimensional, aplicando las técnicas metrológicas adecuadas, de
elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica
y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del
medio ambiente.
- Preparación de la zona de medición para la inspección dimensional según la técnica a
emplear.
- Identificación de los equipos, utillaje auxiliar y métodos de verificación adecuados para
cada elemento aeroespacial de material compuesto.
- Comprobación del estado y calibrado del equipo de medición y utillaje auxiliar.
- Realización de la medición atendiendo a los requisitos del equipo empleado, característica a medir y tipo de elemento aeroespacial de material compuesto.
- Distribución del proceso de medición, mediante la elaboración de un esquema previo,
secuencial y ordenado.
- Interpretación de los datos obtenidos de las mediciones dimensionales.
- Registro los resultados de las mediciones dimensionales en la documentación correspondiente.

- Realización de los registros de trazabilidad del proceso de verificación dimensional de
los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados.
- Protección los equipos de medición dimensional tras su utilización.
- En un caso práctico de verificación dimensional de un elemento aeroespacial de material compuesto:
Realización de ajustes de los equipos de medición.
Realización de las mediciones de las dimensiones a verificar del elemento aeroespacial de material compuesto.
Realización del registro de datos en la documentación técnica correspondiente.
Evaluación los resultados de acuerdo a los criterios de aceptación o rechazo establecidos en las normas y procedimientos de calidad aplicables.
Corrección o eliminación de los elementos no conformes.
20
Realización de un informe de inspección que contenga identificación y características del elemento aeroespacial de material compuesto, técnica de inspección empleada, resultados obtenidos y valoración, así como observaciones significativas que se hayan producido durante la inspección.
Utilización de los equipos de protección individual en el proceso de inspección dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de inspección dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto.
Registro de los resultados obtenidos en el ensayo no destructivo en el informe correspondiente, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de
calidad.
- Registro en la documentación técnica correspondiente, los datos del elemento aeroespacial de material compuesto y del ensayo no destructivo realizado.
- Analisis de las anomalías detectadas en los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y
cumpliendo con las normas de calidad aplicables.
- Realización de un informe de inspección con los resultados obtenidos, detallando identificación y características de la pieza, técnica no destructiva utilizada y observaciones significativas que se hayan producido durante el ensayo.
- Descripción de los distintos gráficos de control de parámetros de los elementos aeroespaciales de material compuesto en función de su aplicación.
- Identificación de las alarmas y criterios de valoración en los gráficos de control.
- Realización de los registros de trazabilidad del proceso de inspección en la documentación técnica correspondiente.
- En un supuesto practico de un ensayo no destructivo de un elemento aeroespacial de
material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad aplicables:
Realización de los informes que permitan evaluar los elementos inspeccionados de acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo.
Identificación de los productos conformes.
Identificación de los elementos que presentan defectos, anomalías e irregularidades.
Elaboración de las no conformidades.
Cumplimentación de la documentación correspondiente del elemento aeroespacial de material compuesto una vez finalizada la inspección.
Aplicación de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio
ambiente en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de las normas de prevención de riesgos laborales.

- Identificación de las señales de peligro de los distintos materiales y equipos empleados en la verificación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.
- Descripción del procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Descripción del método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Identificación de los riesgos laborales implicados en el uso de instalaciones, equipos y herramientas.

Habilidades de gestión, personales y sociales

Concienciación sobre la correcta comunicación de los defectos encontrados en los procesos de verificación a los equipos de trabajo. Deben realizarse acciones de mejora para evitar su repetición.

Asimilación de la importancia de ser muy ordenado y tener bien organizada el área de trabajo para evitar errores en el proceso de verificación

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE EN LA ACCIÓN FORMATIVA

La evaluación tendrá un carácter teórico-práctico y se realizará de forma sistemática y continua, durante el desarrollo de cada módulo y al final del curso.

Puede incluir una evaluación inicial de carácter diagnóstico para detectar el nivel de partida del alumnado.

La evaluación se llevará a cabo mediante los métodos e instrumentos más adecuados para comprobar los distintos resultados de aprendizaje, y que garanticen la fiabilidad y validez de la misma.

Cada instrumento de evaluación se acompañará de su correspondiente sistema de corrección y puntuación en el que se explicite, de forma clara e inequívoca, los criterios de medida para evaluar los resultados alcanzados por los participantes.

La puntuación final alcanzada se expresará en términos de Apto/ No Apto.