

## ANEXO I

### I. IDENTIFICACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

**Denominación:** Montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves

**Código:** FMEA0111

**Familia profesional:** Fabricación Mecánica

**Área profesional:** Construcciones Aeronáuticas

**Nivel de cualificación profesional:** 2

**Cualificación profesional de referencia:**

FME559\_2 Montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves (RD 566/2011 de 20 de abril)

**Relación de unidades de competencia que configuran el certificado de profesionalidad:**

UC1850\_2: Montar estructuras de aeronaves

UC1851\_2: Sellar elementos estructurales de aeronaves.

UC1852\_2: Instalar sistemas y equipos de aeronaves.

**Competencia general:**

Montar estructuras aeronáuticas e instalar sistemas y equipos en aeronaves, realizando operaciones de desmontaje, mecanizado, limpieza y sellado de depósitos y otros elementos a unir, así como conexionar, reglar y comprobar los equipos de vuelo, siguiendo instrucciones de técnicos superiores y procedimientos establecidos; cumpliendo con los criterios y normas de calidad, los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa, y la normativa de aplicación vigente.

**Entorno Profesional:**

Ámbito profesional:

Desarrolla su actividad profesional tanto por cuenta propia como por cuenta ajena, en pequeñas y medianas empresas de naturaleza tanto pública como privada, dedicadas a la construcción de estructuras de aeronaves y a su reparación, dependiendo, en su caso, funcional y jerárquicamente de un superior y pudiendo tener a su cargo personal de nivel inferior.

Sectores productivos:

Este certificado se ubica en las actividades productivas siguientes: Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria. Reparación y mantenimiento aeronáutico y espacial.

Ocupaciones o puestos de trabajo relacionados:

7221.1023 Instalador de tuberías en general.

7322.1072 Verificador-trazador de metales.  
7521.1017 Electricista de aviones.  
Montador de estructuras de aeronaves.  
Instalador de sistemas aeromecánicos.

**Duración de la formación asociada:** 580 horas.

**Relación de módulos formativos y de unidades formativas:**

- MF1850\_2: Montaje de elementos estructurales de aeronaves. (210 horas)
- UF2027: (Transversal) Documentación y tecnología aplicables al montaje aeronáutico (90 horas).
  - UF2028: Operaciones de montaje de estructuras aeronáuticas (90 horas).
  - UF2029: Comprobación de estructuras aeronáuticas (30 horas).
- MF1851\_2: Sellado de elementos estructurales de aeronaves. (50 horas)
- MF1852\_2: Instalación de sistemas y equipos de aeronaves. (330 horas)
- UF2027: (Transversal) Documentación y tecnología aplicables al montaje aeronáutico (90 horas).
  - UF2030: Instalación de sistemas mecánicos aeronáuticos (90 horas).
  - UF2031: Instalación de sistemas eléctricos aeronáuticos (90 horas).
  - UF2032: Comprobación y reglaje de sistemas mecánicos y eléctricos aeronáuticos (60 horas).

MP0430: Módulo de prácticas profesionales no laborales de montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves (80 horas).

## II. PERFIL PROFESIONAL DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

### Unidad de competencia 1

**Denominación:** MONTAR ESTRUCTURAS DE AERONAVES.

**Nivel:** 2

**Código:** UC1850\_2

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Instalar elementos estructurales de aeronaves en utillajes para su mecanizado y unión según procedimientos establecidos y especificaciones incluidas en los planos de montaje, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.1 La información técnica para montar las estructuras de aeronaves se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de montaje según normas de representación gráfica.

CR 1.2 Las zonas de trabajo de su responsabilidad se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR 1.3 Los elementos a unir se trasladan al lugar de montaje empleando los medios de transporte requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.4 Los elementos a ensamblar se sitúan en los útiles o gradas de montaje asegurando la posición requerida según los planos de montaje y en el orden establecido en los procesos, aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.5 El ajuste de los elementos se obtiene eliminando el material sobrante o suplementando con elementos sólidos o líquidos, dentro de las normas y especificaciones aplicables.

CR 1.6 Los elementos se fijan temporalmente mediante pinzas, tornillos, entre otros, logrando su inmovilización durante el proceso de taladrado y unión.

CR 1.7 Los útiles se mantienen limpios y con los controles de calidad y revisiones cumplimentados según los procedimientos establecidos.

CR 1.8 El posicionamiento de los elementos, se asegura, verificando su posición según planos de montaje.

RP 2: Mecanizar (taladrar, escariar, avellanar, rebarbar, entre otros) elementos estructurales de aeronaves para su posterior ensamblaje según especificaciones incluidas en la información técnica, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 Las máquinas de taladrar manuales, semiautomáticas o automáticas se seleccionan en función del taladro a realizar, el espacio disponible o las indicaciones del proceso de trabajo establecido.

CR 2.2 Las brocas, avellanadores, escariadores, y rebarbadores requeridas se seleccionan en función del material a mecanizar, el diámetro del taladro, el espacio disponible y el proceso de trabajo.

CR 2.3 La presencia de polvo en el ambiente durante el taladrado y repasado de elementos fabricados con materiales compuestos se evita, utilizando medios de aspiración adecuados al espacio disponible y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.4 Los útiles auxiliares de taladrar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR 2.5 Los avellanadores se reglan utilizando probetas para limitar su penetración a la medida establecida en el plano.

CR 2.6 Las herramientas de corte se cambian cuando pierden la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en el plano.

CR 2.7 La velocidad de giro de la herramienta se adapta al material a mecanizar, material de la herramienta, tipo de operación y diámetro a mecanizar.

CR 2.8 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR 2.9 El mecanizado obtenido se verifica para asegurarse que se ajusta a las especificaciones incluidas en el plano de fabricación.

CR 2.10 Las tareas realizadas se registran en los documentos de fabricación.

RP 3: Unir o desmontar los distintos componentes para obtener estructuras de aeronaves según instrucciones de trabajo, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 Las superficies a unir se mantienen limpias y en su caso con las protecciones superficiales exigidas en las especificaciones.

CR 3.2 La herramienta utilizada para fijar los elementos de unión fijos o desmontables se selecciona en función del tipo de unión a realizar.

CR 3.3 La continuidad eléctrica de la estructura se asegura realizando la puesta a masa de los diferentes elementos especificados en los planos.

CR 3.4 Las máquinas de remachado se seleccionan y reglan para obtener el remachado de acuerdo con las normas aplicables.

CR 3.5 Los elementos de unión se montan evitando la formación de tensiones o deformaciones en las piezas unidas o de la estructura resultante, aplicando las normas sobre suplementos líquidos y sólidos.

CR 3.6 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de unión de componentes de estructuras de aeronaves.

CR 3.7 Los remaches de la estructura se desmontan, cuando sea necesario, según procedimientos establecidos y evitando deteriorar las piezas unidas.

CR 3.8 Las piezas mecanizadas que lo requieran según las especificaciones son tratadas contra la corrosión.

CR 3.9 Los elementos montados o sus componentes se manipulan y transportan con los medios requeridos en condiciones de seguridad, evitando deformaciones o deterioros por colisión.

CR 3.10 Los elementos unidos por soldadura se realizan con los equipos y procedimientos específicos.

RP 4: Comprobar la estructura aeronáutica obtenida, según especificaciones incluidas en los planos de fabricación y de control de calidad, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 Las superficies y formas aerodinámicas requeridas se comprueban mediante calibres establecidos en la documentación aplicable.

CR 4.2 Las superficies exteriores se ajustan a las especificaciones de limpieza aerodinámica.

CR 4.3 Los datos de las mediciones aerodinámicas se registran en la documentación o en los sistemas informáticos aplicables.

CR 4.4 Los ejes de giro de los elementos móviles se comprueban con los útiles específicos o empleando los elementos que vayan a montarse posteriormente.

CR 4.5 La situación de las cabezas de los elementos de unión (remaches, tornillos, entre otros), se comprueban con los calibres y galgas apropiadas para garantizar que se cumplen las normas aerodinámicas aplicables.

CR 4.6 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de comprobación de estructuras de aeronaves.

CR 4.7 Los elementos de comprobación se manipulan según las normas de aplicación Y se verifica que estén calibrados.

## Contexto profesional

### Medios de producción:

Medios de elevación y transporte. Máquinas de taladrar manuales, semiautomáticas y automáticas. Útiles de mecanizado. Máquinas de remachar (automáticas o semiautomáticas). Elementos para rebarbar, disolventes, trapos. Adhesivos. Soldadura aeronáutica Equipo de protección personal. Utillaje para unión de elementos estructurales y montaje de estructuras. Plantillas de reglaje.

### Productos y resultados:

Elementos estructurales de aeronaves, instalados en utillajes. Elementos estructurales de aeronaves, mecanizados (taladrados, escariados, avellanados, rebabados, entre otros). Componentes, unidos o desmontados para obtener o reparar estructuras de aeronaves. Estructura aeronáutica obtenida, comprobada.

### Información utilizada o generada:

Procesos de montaje. Procedimientos de taladrado y mecanizado de materiales metálicos. Procedimientos de taladrado y mecanizado de materiales compuestos. Procedimientos de remachado. Normas y especificaciones de los elementos de unión.

Procedimientos de tratamientos anticorrosivos (forcemate, cold work, shoot peening, alodiado, pasivado). Procedimientos de soldadura aeronáutica. Procedimientos de desmontaje. Órdenes de trabajo. Hoja de planificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa

## Unidad de competencia 2

**Denominación:** SELLAR ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE AERONAVES

**Nivel:** 2

**Código:** UC1851\_2

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Realizar el acopio de productos utilizados en el sellado, cumpliendo las especificaciones requeridas para su uso y conservación, así como con las relativas al transporte, almacenamiento y manipulación.

CR 1.1 Los productos se identifican verificando las etiquetas y comprobando las cantidades especificadas.

CR 1.2 Los sellantes, imprimaciones o promotores de adhesión, se comprueba que no están caducados, y que han permanecido en sus envases originales, sin abrir.

CR 1.3 Los diferentes productos se trasladan empleando los medios y en las condiciones requeridas en las especificaciones técnicas.

CR 1.4 Los componentes del sellante se han atemperado cuando se hayan almacenado bajo refrigeración y se mantienen a la temperatura especificada en las instrucciones técnicas.

CR 1.5 Los procedimientos de registro informático, o por otros medios, del material recibido o utilizado se siguen para que la información quede debidamente registrada, y se asegure la trazabilidad del proceso.

CR 1.6 Las normas específicas de prevención frente al riesgo químico o contaminación medioambiental son respetadas en la descarga, manipulación y almacenamiento de productos y materiales.

RP 2: Obtener la mezcla de los sellantes, utilizando las cantidades y procedimientos establecidos, cumpliendo con las normas de mezclado, de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 El producto base y su endurecedor se comprueba que pertenecen al mismo lote de fabricación, y se mezclan en las proporciones especificadas.

CR 2.2 El sellante se mezcla, manualmente o por medio de máquinas, hasta alcanzar una mezcla homogénea y exenta de burbujas de aire, de acuerdo con las especificaciones aplicables.

CR 2.3 Los mezcladores y las mezclas se operan y manipulan, siguiendo el procedimiento y las condiciones de trabajo establecidas.

CR 2.4 Los parámetros para la conducción de la mezcla se ajustan en el margen de actuación establecido.

CR 2.5 De cada mezcla realizada se toma una muestra para el control de calidad, según especificaciones.

CR 2.6 Las mezclas de sellantes se envasan, etiquetan y almacenan en las condiciones establecidas.

CR 2.7 Las anomalías observadas se registran y notifican en tiempo y forma, en los soportes establecidos en los manuales de operación.

CR 2.8 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de mezcla de sellantes.

RP 3: Obtener la estanqueidad de elementos estructurales y el acoplamiento de componentes de estructuras de aeronaves, mediante la aplicación de sellantes según los procedimientos establecidos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 La zona a sellar se mantiene libre de restos de materiales, desengrasada y seca y, en su caso, se calienta por encima de la temperatura ambiente para evitar la condensación.

CR 3.2 El promotor de adhesión se aplica cuando así lo requiera el plano de montaje, y se respeta su tiempo de secado antes de aplicar el sellante.

CR 3.3 Las zonas que no deban ser selladas se protegen según especificaciones del proceso.

CR 3.4 Los sellantes se aplican siguiendo los procedimientos y especificaciones establecidas para cada tipo de sellado (interposición, filete o cordón, ranuras, taladros y huecos, uniones desmontables, bordes, entre otros) de forma uniforme, continua y libre de burbujas de aire.

CR 3.5 El sellado de elementos de fijación (remaches, bulones y tornillos) se realiza siempre que esté previsto en los planos de montaje, utilizando los procedimientos previstos y el tipo de sellante autorizado o determinado en las especificaciones.

CR 3.6 La aplicación de los sellantes se realiza manteniendo las condiciones de temperatura y humedad relativa establecidas, sin sobrepasar su periodo de vida útil.

CR 3.7 Las protecciones de las zonas selladas se retiran antes de que el sellante haya secado totalmente.

CR 3.8 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de sellado.

RP 4: Comprobar que el sellado aplicado en las estructuras aeronáuticas se ajusta a las especificaciones de fabricación, planos de montaje y normas de control de calidad, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 El sellante de interposición sobresale uniformemente en todo el contorno de la superficie sellada.

CR 4.2 El cordón de sellado se verifica visualmente comprobando su homogeneidad, la ausencia superficial de huecos, poros, grietas, vetas, decoloraciones, discontinuidades, ampollas y partículas extrañas adheridas al sellante.

CR 4.3 Las superficies y formas aerodinámicas requeridas se comprueban mediante calibres establecidos en la documentación aplicable.

CR 4.4 Las superficies exteriores se ajustan a las especificaciones de limpieza aerodinámica.

CR 4.5 Los datos de las mediciones aerodinámicas se registran en la documentación o en los sistemas informáticos aplicables.

CR 4.6 La estanqueidad de los depósitos sellados se comprueba de acuerdo con los requerimientos y normas aplicables.

CR 4.7 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de verificación de sellado.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Sellantes: de interposición, de cordón, de recubrimiento. Imprimaciones. Promotores de adhesión. Productos no endurecibles para protección de uniones desmontables. Disolventes para limpieza, trapos. Sistemas de calefacción. Refrigeradores industriales. Aspiradores y aire comprimido. Humificadores. Calentadores. Balanza. Mezclador mecánico de sellantes. Mezclador de cartuchos. Pistolas para sellado normal y de inyección, cartuchos y boquillas. Brochas, espátulas, útiles alisadores de cordón y para nivelación de sellantes. Botes metálicos. Papel abrasivo. Cinta de enmascarar autoadhesiva. Desmoldeante. Desellante. Equipo de protección personal.

**Productos y resultados:**

Acopio de productos utilizados en el sellado, realizado. Mezcla de los sellantes, obtenida. Estanqueidad de elementos estructurales y acoplamiento de componentes de estructuras de aeronaves, obtenidos. Sellado aplicado en las estructuras aeronáuticas, comprobado que se ajusta a las especificaciones de fabricación.

**Información utilizada o generada:**

Planos de montaje y de detalle. Especificaciones de los materiales empleados para sellado. Procedimientos de ambientación y mezcla de sellantes. Procedimientos de fabricación de probetas de sellante, mezclado y realización de ensayos. Registros para la trazabilidad del producto y proceso. Procesos de sellado de interposición, en filete o cordón y de estanqueidad, entre otros. Órdenes de trabajo. Hoja de planificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

**Unidad de competencia 3**

**Denominación:** INSTALAR SISTEMAS Y EQUIPOS DE AERONAVES

**Nivel:** 2

**Código:** UC1852\_2

**Realizaciones profesionales y criterios de realización**

RP 1: Montar conducciones y cableados eléctricos en estructuras de aeronaves cumpliendo la normativa técnica aplicable, y las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.1 Las conducciones de presión hidráulicas y neumáticas (aire, nitrógeno, oxígeno) se montan teniendo en cuenta la posición y las interferencias con la estructura según las normas y las instrucciones de montaje aplicables.

CR 1.2 Los lubricantes empleados en las roscas de los conductos se aplican garantizando la compatibilidad con los fluidos que transporta la tubería.

CR 1.3 La separación entre las conducciones y el amarre estable se consigue seleccionando los elementos de sujeción y distanciadores según las normas aplicables.

CR 1.4 Las conexiones de las líneas de presión se realizan con las herramientas específicas calibradas y el par de apriete especificado en las instrucciones de trabajo.

CR 1.5 Los cableados eléctricos se instalan en la estructura utilizando los

elementos de sujeción indicados en el procedimiento y siguiendo las instrucciones de guiado y montaje de los estándares aplicables.

CR 1.6 La continuidad eléctrica de la tubería se verifica con los instrumentos específicos y se garantiza con la limpieza y apriete de la unión del elemento de masa.

CR 1.7 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de montaje de conducciones y cableados.

RP 2: Montar partes mecánicas móviles en la estructura de aeronaves cumpliendo la normativa técnica aplicable y las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 Los elementos mecánicos (rodamientos, rodillos, rotulas, entre otros), se colocan con las herramientas y aprietes específicos siguiendo las instrucciones de trabajo.

CR 2.2 Las poleas de cables de mando se alinean con la dirección del esfuerzo que transmiten.

CR 2.3 Las barras y bielas se montan evitando las interferencias que pudieran tener durante la operación.

CR 2.4 Los elementos móviles que lo requieran se lubrican con las grasas y herramientas descritas en el proceso de trabajo.

CR 2.5 Los componentes se frenan o lacran utilizando el hilo del diámetro y material especificado, con las herramientas de trenzado requeridas y siguiendo los métodos descritos en las instrucciones estándar.

CR 2.6 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de montaje mecánico.

RP 3: Montar y conectar los equipos en la estructura de la aeronave según procedimientos establecidos, asegurando la funcionalidad de los mismos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 Los equipos se fijan con los elementos descritos en las instrucciones de trabajo comprobando que no hay interferencias con la estructura y su posición es la establecida.

CR 3.2 Los mazos de cables se conectan respetando las especificaciones de montaje.

CR 3.3 Las puertas, compuertas y registros se preinstalan, realizando su ajuste según instrucciones y documentación técnicas aplicables.

CR 3.4 Las puertas, compuertas y registros se ajustan con el resto de la estructura utilizando las herramientas y calibres necesarios para alcanzar las cotas dimensionales contenidas en los planos e instrucciones de trabajo.

CR 3.5 Las ventanillas, parabrisas y cúpulas se montan asegurando la estanqueidad y el ajuste correctos, teniendo en cuenta las instrucciones de manejo y montaje de estos componentes.

CR 3.6 Los componentes mayores como motores, unidad de potencia auxiliar (APU), equipos de aire acondicionado, entre otros, se montan siguiendo las órdenes de trabajo, atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental de la empresa.

RP 4: Montar y reglar mandos de vuelo y trenes de aterrizaje según procedimientos establecidos, asegurando la funcionalidad de los mismos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 Las superficies de mandos de vuelo se instalan manualmente o mediante utillaje especificado en las instrucciones y documentación técnica u órdenes de trabajo; cumpliendo plan de prevención de riesgos laborales y de protección



medioambiental de la empresa.

CR 4.2 Los actuadores, varillas, cables de mando se colocan ajustados, engrasados, orientados y libres de interferencias entre las superficies móviles y los elementos de unión y actuación.

CR 4.3 El reglaje del movimiento de las superficies móviles se realiza, utilizando inclinómetros, galgas, calibres, plantillas ó útiles descritos en las instrucciones de trabajo consiguiendo el recorrido requerido en las mismas.

CR 4.4 La tensión de los cables de mando mecánicos, se regula utilizando los tensiómetros requeridos y teniendo en cuenta la construcción del cable, su diámetro, el material del mismo y las especificaciones del plano de fabricación.

CR 4.5 Las varillas, reenvíos, tensores de cables, entre otros, se frenan con alambre, contratuercas, pasadores, arandelas especiales según las prácticas estándar y atendiendo a las instrucciones de trabajo, antes de iniciar las pruebas.

RP 5: Comprobar durante el montaje los sistemas montados en la estructura de la aeronave para garantizar la funcionalidad de los mismos siguiendo procedimientos establecidos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 5.1 La estanqueidad de conducciones hidráulicas, neumáticas, de oxígeno y aire se comprueba cargando el circuito con el correspondiente fluido y sometándolo a la presión de prueba en condiciones de seguridad.

CR 5.2 La continuidad, aislamiento y la tensión del cableado eléctrico se comprueba con los instrumentos específicos y calibrados según las instrucciones de trabajo, planos y normativa estándar, y en condiciones de seguridad.

CR 5.3 El sistema hidráulico se comprueba con los medios de prueba específicos y siguiendo procedimientos de trabajo, calidad, seguridad personal y medioambiental requeridos.

CR 5.4 El funcionamiento de los mandos de vuelo así como los recorridos de las superficies y los tiempos de actuación, se comprueba que cumplen con las instrucciones y documentación técnicas, en condiciones de seguridad.

CR 5.5 El sistema de trenes de aterrizaje, frenos y avisos sonoros asociados, se comprueba según las instrucciones técnicas del proceso.

CR 5.6 La estanqueidad, limpieza y la instalación del sistema de tuberías y mangueras de anemometría se comprueba, utilizando los medios descritos en las instrucciones estándar y documentación técnica.

CR 5.7 La presurización de las cabinas de pilotaje, pasaje y carga se comprueba con los equipos específicos para cada caso, según las especificaciones técnicas y en condiciones de seguridad.

CR 5.8 Las comprobaciones se realizan verificando que la fecha de calibración de los equipos utilizados esta vigente.

### Contexto profesional:

### Medios de producción:

Herramientas manuales para la instalación de los equipos, conducciones y componentes mayores de la aeronave. Medios de engrase manuales. Herramientas para el frenado de componentes. Herramientas de ajuste de elementos estructurales fijos. Eslingas y medios de izado y posicionado, plantillas de reglaje. Aparatos de medida eléctricos. Aparatos de medida de presión. Aparatos de medida dimensional (lineal y angular). Aparatos de medida de tensión de cables de acero. Medios de presión fijos y manuales (hidráulicos y neumáticos), y utillaje específico indicado por cada fabricante.

**Productos y resultados:**

Conducciones y cableados eléctricos en estructuras de aeronaves, montados. Partes mecánicas móviles en la estructura de aeronaves, montadas. Equipos en la estructura de la aeronave, montados y conexicionados. Mandos de vuelo y trenes de aterrizaje, montados y reglados. Sistemas montados en la estructura de la aeronave, comprobados durante el montaje.

**Información utilizada o generada:**

Manuales de instrucciones de máquinas, equipos y productos. Manuales de equipos de pruebas. Procesos de pruebas, incluyendo las medidas dimensionales ó físicas a comprobar. Normativa estándar de cada fabricante. Registros para la trazabilidad del producto y proceso. Normativa nacional e internacional aeronáutica, tanto de aviación civil como militar. Órdenes de trabajo. Hoja de planificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

### III. FORMACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

#### MÓDULO FORMATIVO 1

**Denominación:** MONTAJE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE AERONAVES

**Código:** MF1850\_2

**Nivel de cualificación profesional:** 2

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC1850\_2 Montar estructuras de aeronaves.

**Duración:** 210 horas

#### UNIDAD FORMATIVA 1

**Denominación:** DOCUMENTACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICABLES AL MONTAJE AERONÁUTICO

**Código:** UF2027 (TRANSVERSAL)

**Duración:** 90 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3 y RP4 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, tecnologías empleadas en el proceso de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Obtener la información necesaria para el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos analizando la documentación técnica de montaje.

CE1.1 Interpretar la simbología y elementos normalizados representados en planos de montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves.

CE1.2 Interpretar las vistas, cortes, secciones y detalles de planos de montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.3 Identificar en los planos de montaje los distintos componentes de las estructuras, sistemas y equipos aeronáuticos, así como los conjuntos que forman dichos elementos.

CE1.4 Identificar en la documentación técnica los materiales empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE1.5 Interpretar órdenes de producción, procesos de montaje y manuales de montaje.

CE1.6 Determinar los diferentes medios de unión que se deben utilizar en el montaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.7 Describir los sistemas de medida empleados en aeronáutica.

CE1.8 Convertir unidades de diferentes sistemas de medición empleados en aeronáutica.

C2: Determinar los útiles, maquinas, herramientas y elementos de unión temporal y permanentes en el montaje de elementos aeronáuticos.

CE2.1 Identificar los distintos tipos de utillaje utilizados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves en función del trabajo a realizar.

CE2.2 Identificar los elementos de unión temporal empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE2.3 Relacionar el tipo de ajuste en los procesos de montaje y sus soluciones.

CE2.4 Describir las aplicaciones y modos de funcionamiento de las herramientas utilizadas en el ajuste estructural.

CE2.5 Identificar los elementos de unión permanente empleados en el montaje aeronáutico.

CE2.6 Identificar las máquinas manuales a utilizar en los procesos de montaje de estructuras e instalaciones de sistemas de aeronaves.

C3: Aplicar las normas de calidad correspondientes a los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE3.1. Identificar las normas de calidad aplicables al proceso de montaje aeronáutico.

CE3.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en el montaje aeronáutico.

CE3.3 Realizar los registros de calidad de las operaciones de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos, en la documentación correspondiente.

CE3.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el montaje aeronáutico.

C4: Actuar en el montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de montaje de aeronaves.

CE4.2 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de trabajo y protección en los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE4.3 Aplicar en los diferentes procesos del montaje aeronáutico las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.

CE4.4 Identificar los riesgos laborales y medioambientales de los productos y procesos de tratamientos superficiales utilizados en el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos.

## Contenidos:

### 1. Documentación técnica y materiales empleados en el montaje aeronáutico.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
  - Rutas y estructuras.
  - Ordenes de fabricación.
  - Instrucciones de trabajo.

- Libros de laminado.
- Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.
- Materiales metálicos: propiedades físicas, mecánicas y químicas. Corrosión.
- Aleaciones ligeras: de aluminio (duraluminios), de titanio y de magnesio.
- Aceros: aleaciones de alta resistencia, aleaciones de baja resistencia y aceros inoxidables.
- Materiales compuestos:
  - Definición.
  - Núcleos y refuerzos.
  - Resinas y adhesivos.
  - Curado.
  - Fibra de carbono.
  - Kevlar.
  - Fibra de vidrio.

## 2. Interpretación de planos de fabricación.

- Sistemas de medida empleados en aeronáutica:
  - Sistema Internacional (SI).
  - Sistema British Standards (BS).
  - Conversión de medidas.
- Interpretación de Planos:
  - Líneas, formatos y escalas.
  - Vistas, secciones y cortes.
  - Perspectivas.
- Interpretación de esquemas mecánicos, fluidos, eléctricos y electrónicos.
- Ajustes y tolerancias:
  - Ejes y agujeros.
  - De forma y posición.
  - Ajustes móviles, fijos e indeterminados.
  - Sistemas eje único y agujero único.

## 3. Utillaje, maquinaria y elementos de unión.

- Manipulación del material: Almacenamiento.
- Utillaje:
  - Útiles de montaje.
  - Gradas de montaje.
  - Útiles auxiliares de montaje, de subconjuntos y de taladrar.
- Ajuste de piezas:
  - Juego e interferencia.
  - Tipos de uniones.
  - Ajuste en piezas metálicas.
  - Ajuste en piezas de material compuesto. Lijado y recantado.
- Fijación para el mecanizado:
  - Taladrado previo.
  - Pinzas o glicos.
  - Mordazas de sujeción.
  - Tuercas y tornillos.
- Herramientas de mano y mecánicas empleadas para la fijación.
- Equipos de aspiración.
- Aparatos de elevación y transporte.

**4. Calidad en la industria aeronáutica.**

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
  - No conformidades.
  - Instrucciones de verificación.
  - Memorias de control.
  - Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Registro y trazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales y productos empleados en el proceso de montaje aeronáutico.
- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreign Objects Damage–).

**5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de montaje de estructuras e instalaciones aeronáuticas.**

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normas de prevención en el uso de máquinas de elevación.

**UNIDAD FORMATIVA 2**

**Denominación:** OPERACIONES DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS

**Código:** UF2028

**Duración:** 90 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a la instalación de elementos en utillaje, con la RP2 en lo referido al mecanizado de elementos estructurales de aeronaves para su posterior ensamblaje y con la RP3 en lo referido a la unión y desmontaje de los distintos componentes para obtener estructuras aeronáuticas.

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Montar elementos a unir en útiles para su mecanizado a partir de la documentación técnica, cumpliendo con las normas calidad, de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Identificar las herramientas utilizadas en el ajuste estructural, sus aplicaciones y modos de funcionamiento.

CE1.2 En un caso práctico de montaje, debidamente caracterizado, donde se entrega la documentación técnica de una estructura aeronáutica, y todo lo necesario para su montaje en útiles:

- Preparar la zona de trabajo acopiando los materiales, herramientas y útiles necesarios.
- Seleccionar el utillaje para ejecutar los procesos de trabajo.
- Preinstalar elementos de estructuras en útiles de montaje para su posterior mecanización.
- Inmovilizar temporalmente los elementos estructurales a unir, mediante elementos del propio útil, pinzas o tornillos.
- Comprobar que las estructuras cumplen las especificaciones requeridas en la documentación técnica correspondiente.
- Limpiar el utillaje y almacenarlo cumpliendo con los procedimientos establecidos.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Mecanizar elementos de estructuras de aeronaves (taladrado, avellanado y escariado) comprobando las características dimensionales de las superficies mecanizadas, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Describir los procesos de taladrado, escariado y avellanado usados en el mecanizado de estructuras de aeronaves.

CE2.2 Identificar las máquinas para hacer taladros, escariados y avellanados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE2.3 Seleccionar herramientas de mecanizado en función de la operación de taladrado, escariado o avellanado y el tipo de material a mecanizar.

CE2.4 Relacionar las variables del mecanizado (material, tipo de herramienta y diámetro) con las revoluciones a las que debe girar la herramienta.

CE2.5 Describir los procesos de comprobación de taladros en estructuras de aeronaves.

CE2.6 En casos prácticos de taladrado, escariado y avellanado de elementos estructurales de aeronaves, convenientemente caracterizados por el plano de montaje:

- Seleccionar las máquinas, útiles y herramientas según el taladro, escariado o avellanado a realizar, material a mecanizar, área de trabajo e indicaciones del proceso de trabajo.
- Calcular los parámetros de mecanizado, por medio de fórmulas o tablas, en función del material, tipo de broca y diámetro del taladro.
- Regular las revoluciones de la máquina según el cálculo realizado.
- Taladrar con distintos tipos de máquinas manuales, semiautomáticas y automáticas, en función del material, tipo de broca, área de trabajo y especificaciones técnicas que aparecen en los planos de montaje.
- Escariar con distintos tipos de máquinas manuales, semiautomáticas y automáticas, en función del material, área de trabajo y especificaciones técnicas que aparecen en los planos de montaje.
- Avellanar los taladros ajustándose a los requerimientos del plano.
- Rebarbar los taladros ajustándose a los requerimientos del plano.
- Comprobar que los diámetros de los taladros y avellanados realizados se ajustan a las tolerancias especificadas en los planos de montaje.
- Desmontar los elementos mecanizados para su limpieza con el fin de eliminar restos de materiales sobrantes que puedan interferir en el ensamblaje definitivo.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C3: Realizar el montaje y desmontaje de elementos estructurales de aeronaves, para reparar o conseguir la estructura definitiva, a partir de la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Identificar la maquinaria apropiada para realizar el montaje de los diferentes elementos de unión empleados en las estructuras del aeroplano.

CE3.2 Convertir unidades de par de apriete entre sistemas de medida empleados en aeronáutica.

CE3.3 Identificar los distintos tipos de remaches y procesos de remachado utilizados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE3.4 Identificar los distintos tipos de frenado de los elementos de unión utilizados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE3.5 Describir los procesos de protección contra la corrosión en elementos de aeronaves.

CE3.6 Describir los procesos de puesta a masa de los elementos estructurales del aeroplano.

CE3.7 En un caso práctico de unión de elementos estructurales de aeronaves convenientemente caracterizado por su documentación técnica:

- Seleccionar las máquinas y herramientas para cada elemento de unión, dependiendo de la accesibilidad a la zona de trabajo y del par de apriete que se debe aplicar, según las indicaciones de los documentos técnicos.
- Unir los distintos elementos estructurales, por medio de remaches, tornillos, tuercas, bulones, entre otros, aplicando los sellantes específicos o encapsulando aquellos que lo requieran de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad.
- Aplicar los tratamientos superficiales de protección de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad.
- Conexión a masa las distintas partes de la estructura, por medio de tomas de masa.
- Comprobar que el montaje se ajusta a las especificaciones.
- Desmontar el conjunto del útil.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

## Contenidos:

### 1. Elementos de unión empleados en las estructuras de aeronaves

- Tipos de remaches:
  - De caña maciza.
  - Semitubulares.
  - Ciegos.
  - Hi-Lok, Hi-Lite, Hi-Tigue.
  - Lok-Bolt, Jo-Bolt,
  - Cherry.
- Tipos de bulones, tornillos, tuercas y arandelas.
- Tuercas remachables: instalación y normas de aplicación.
- Tipos de sistemas de frenado:
  - Alambre de frenado.
  - Pasadores de aletas.
  - Tuercas autofrenables.
- Normas de calidad aplicables a medios de fijación y unión empleados en las estructuras de aeronaves.

**2. Mecanizado de elementos de estructuras de aeronaves.**

- Documentación técnica específica en el proceso de mecanizado de elementos de estructuras de aeronaves.
- Proceso de taladrado en materiales metálicos: aleación ligera, acero y titanio.
- Proceso de taladrado en materiales compuestos.
- Taladrado previo, de desbaste y de acabado.
- Máquinas de taladrar manuales, semiautomáticas y automáticas.
- Útiles de taladrar: trípodes y torretas.
- Tipos de brocas y sus aplicaciones.
- Parámetros de mecanizado: Velocidad de corte, avance.
- Avellanado. Avellanadores.
- Redoblado. Tipos de redoblones.
- Rebabado. Rebabadores.
- Acabado de precisión por escariado.
- Escariadores: tipos y sus aplicaciones
- Trabajo en frío de taladros: Casquillos, mandriles, pistolas extractoras, lubricantes.
- Elementos de verificación: Pie de rey, micrómetros, calibres pasa-no pasa, rugosímetros.
- Equipos de protección individual.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental en el proceso de mecanizado de elementos de estructuras aeronáuticas.

**3. Remachado de elementos de estructuras aeronáuticas.**

- Documentación técnica específica en el proceso de remachado de elementos de estructuras aeronáuticas.
- Remachado y desmontaje de remaches macizos, ciegos tipo cherry, HI-LOCK y JO-BOLT. Normas de aplicación.
- Máquinas y herramientas utilizadas en la colocación y desmontaje de remaches.
- Distribución de remaches.
- Tratamientos térmicos.
- Medidas de los taladros para la inserción de remaches.
- Procedimientos de desmontaje de remaches para reparaciones de estructuras aeronáuticas.
- Equipos de protección individual.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental en el proceso de remachado de estructuras aeronáuticas.

**4. Otros procesos de unión de elementos de estructuras aeronáuticas.**

- Documentación técnica específica en el proceso de unión de elementos de estructuras de aeronaves.
- Apriete torcométrico:
  - Torcómetros manuales y neumáticos.
  - Adaptadores axiales y radiales.
  - Prolongadores radiales y de empuñadura.
  - Sistemas de medidas torcométricas.
  - Conversión de medidas torcométricas.
  - Par de apriete.
  - Factores de corrección.
- Arandelas: tipos e instalación.
- Instalación de bulones tornillos, tuercas y arandelas:
  - Dirección de instalación.
  - Diámetro del taladro.
  - Par de apriete.
- Frenado con pasadores de aleta o con alambre.
- Arandelas de frenado: planas, con patillas, para tuercas ranuradas.



- Prevención de la Corrosión:
  - Identificación de la corrosión en estructuras metálicas y mixtas.
  - Métodos manuales de protección contra la corrosión.
  - Métodos químicos: alodiado, cadmiado, anodizado, cromado.
- Tomas de masa:
  - Preparación de superficies.
  - Conexión a masa de tuberías hidráulicas.
  - Zona de masa para tornillos.
  - Tratamientos finales.
  - Terminales, cables y bornes.
- Ajustes de superficies:
  - Con suplementos líquidos: resinas y filleralu.
  - Con suplementos sólidos: pelables y no pelables.
- Procedimientos de desmontaje para reparaciones de estructuras aeronáuticas
- Equipos de protección individual.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental en el montaje y desmontaje de elementos de unión de estructuras de aeronaves.

### UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** COMPROBACIÓN DE ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS

**Código:** UF2029

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP4 en lo referido a comprobar la estructura aeronáutica obtenida.

#### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de medición y comprobación en estructuras de aeronaves atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Identificar los instrumentos de comprobación utilizados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.2 Describir técnicas de medición dimensional, superficial y geométrica usadas en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.3 Describir técnicas de comprobación de estanqueidad usadas en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.4 Describir técnicas de comprobación funcional de elementos en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.5 Describir técnicas de comprobación del estado superficial y de la limpieza aerodinámica en la estructura obtenida.

CE1.6 Identificar los sistemas de registro de las comprobaciones y los documentos asociados al montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.7 identificar el tratamiento de no conformidades y de acciones correctoras.

CE1.8 Identificar los estados de inspección.

CE1.9 En un caso práctico de comprobación, convenientemente caracterizado, de una estructura aeronáutica:

- Comprobar el estado superficial y las formas aerodinámicas, empleando los medios requeridos.
- Comprobar los ejes de giro de los elementos móviles, por medio de útiles específicos o empleando los mismos elementos que se van a montar.
- Comprobar mediante calibres, plantillas o galgas que las cabezas de los

elementos de unión (remaches y tornillos) no sobrepasan las tolerancias indicadas en los documentos técnicos.

- Registrar los datos obtenidos en las mediciones realizadas en la documentación o sistemas informáticos aplicables.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de verificación.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente

## Contenidos:

### 1. Metrología e instrumentos de medida.

- Funcionamiento y aplicación de los instrumentos de medida:
  - Calibre pié de rey.
  - Micrómetro de exteriores.
  - Micrómetro de interiores.
  - Comparador de reloj.
  - Calas, cilindros y calzo.
  - Galgas de espesores, de radios y roscas.
  - Goniómetro.
  - Calibre tampón.
  - Rugosímetro.
- Técnicas de medición dimensional, geométrica y superficial.
- Normas de calidad de los instrumentos de medida para la verificación e inspección de elementos de estructuras aeronáuticas.

### 2. Verificación e inspección de estructuras de aeronaves.

- Documentación técnica específica del proceso verificación e inspección de elementos de estructuras de aeronaves.
- Verificación de estructuras:
  - Taladros.
  - Avellanados.
  - Redoblado.
  - Remaches: disposición, asiento del remache, holgura, grietas, hendiduras, excentricidad, hundimientos y resaltes.
  - Protección superficial.
  - Acoplamiento de piezas.
  - Interferencias entre piezas.
  - Holguras entre piezas.
  - Inspección visual de las superficies tratadas.
- Útiles de comprobación de limpieza aerodinámica.
- Reglaje y pruebas de los elementos móviles.
- Conformidad del producto.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental en el proceso de verificación e inspección de elementos de estructuras aeronáuticas.

## Orientaciones metodológicas

Para acceder a la unidad formativa 2 y 3 debe haberse superado la unidad formativa 1.

## Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

## MÓDULO FORMATIVO 2

**Denominación:** SELLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE AERONAVES

**Código:** MF1851\_2

**Nivel de cualificación profesional:** 2

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC1851\_2 Sellar elementos estructurales de aeronaves

**Duración:** 50 horas

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Obtener la información para realizar el acopio, manipulación y traslado del material base y endurecedores, analizando la documentación técnica.

CE1.1 Identificar las designaciones de los diferentes tipos de sellantes y clasificarlos por familias según su naturaleza química.

CE1.2 Identificar las señales de peligro de las distintas materias primas y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE1.3 Describir los procesos de almacenaje y transporte de materiales sellantes.

CE1.4 Describir las medidas de prevención de riesgos laborales y de gestión de residuos establecidas para conseguir el mínimo impacto ambiental.

CE1.5 En un caso práctico de análisis, debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de sellado de una estructura aeronáutica, y procesos de sellado:

- Identificar en la documentación técnica los distintos materiales sellantes.
- Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad y prevención de riesgos laborales y medioambientales en la manipulación, traslado y almacenaje de materiales empleados en el sellado.
- Interpretar órdenes e instrucciones de acopio, manipulación y traslado de materiales empleados para la elaboración de mezclas de sellado.

C2: Obtener mezclas sellantes, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE2.1 Caracterizar el proceso de obtención de mezclas sellantes en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE2.2 Describir las características y funciones de mezcladoras y equipos auxiliares requeridos para realizar el mezclado de forma controlada.

CE2.3 Describir la influencia de la humedad y temperatura en la preparación de mezclas sellantes y en el comportamiento final de éstas.

CE2.4 Identificar la secuencia de operaciones a realizar en la preparación de mezclas.

CE2.5 Identificar el equipo de protección individual.

CE2.6 Describir las características de las probetas de ensayo para mezclas sellantes y los factores a tener en cuenta en la verificación de calidad.

CE2.7 En varios casos prácticos de elaboración de mezclas sellantes, debidamente caracterizados:

- Interpretar las instrucciones técnicas.
- Preparar los productos base y acondicionarlos para la mezcla.

- Introducir parámetros de proceso en máquinas y equipos auxiliares.
- Mezclar los productos según procedimientos establecidos.
- Tomar muestras de la mezcla elaborando probetas con la forma y dimensiones especificadas en la norma.
- Aplicar las medidas de prevención de riesgos laborales y medioambientales.
- Mantener el área de trabajo ordenada y limpia.

C3: Aplicar técnicas de sellado en elementos estructurales de aeronaves en función de la finalidad del sellado y la accesibilidad a la zona a sellar; cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Caracterizar las fases preliminares del proceso de sellado en estructuras de aeronaves: preparación de superficies, aplicación de imprimaciones y promotores de adhesión.

CE3.2 Describir los métodos de aplicación de sellantes y relacionarlos con las finalidades de su aplicación.

CE3.3 Identificar los riesgos medioambientales y personales de los productos y procesos de sellado utilizados en el montaje de elementos y estructuras de aeronaves.

CE3.4 Describir como se protegen las zonas que no van selladas.

CE3.5 En varios casos prácticos de sellado de elementos estructurales de aeronaves, convenientemente caracterizados:

- Identificar en la documentación técnica, las zonas de la estructura que necesitan ir selladas y el tipo de sellante a aplicar.
- Limpiar las superficies que van a ser selladas.
- Proteger las zonas que no necesitan sellado.
- Aplicar los promotores de adhesión e imprimaciones establecidas en las especificaciones.
- Aplicar sellantes de interposición y estanqueidad, utilizando las herramientas en función de la accesibilidad a la zona a sellar.
- Eliminar restos de sellante curado o semicurado de las superficies.
- Comprobar que el sellado realizado se ajusta a las especificaciones.
- Utilizar el equipo de protección individual en el proceso de sellado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C4: Aplicar técnicas de comprobación del sellado y de estanqueidad en estructuras de aeronaves.

CE4.1 Describir las técnicas de comprobación de sellado y estanqueidad usadas en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE4.2 Comprobar las características del sellado en función del método de aplicación y finalidad.

CE4.3 Identificar los sistemas de registro de las comprobaciones en la documentación técnica.

CE4.4 En varios casos prácticos de comprobación del sellado y estanqueidad de estructuras aeronáuticas convenientemente caracterizados:

- Comprobar visualmente la calidad y limpieza de ejecución de los cordones de sellantes, capas previas y de recubrimiento.
- Comprobar la ausencia de porosidad, la adecuada adherencia del sellante y características de la mezcla sellante utilizada.
- Comprobar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente, la estanqueidad de las zonas selladas realizando las pruebas de presión oportunas.

- Registrar los datos obtenidos en las mediciones realizadas en la documentación técnica.
- Utilizar el equipo de protección individual en el proceso de verificación del sellado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C5: Actuar en el sellado de estructuras cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE5.1 Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de sellado de estructuras aeronáuticas.

CE5.2 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de protección en el proceso de sellado de estructuras de aeronaves.

CE5.3 Aplicar en el proceso de sellado de estructuras aeronáuticas las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.

CE5.4 Identificar los riesgos laborales y medioambientales de los productos utilizados en el sellado de estructuras aeronáuticas.

#### Contenidos:

#### 1. Documentación, equipos y materiales empleados en el sellado de elementos estructurales de aeronaves.

- Documentación.
  - Disposiciones generales.
  - Certificación del proceso especial.
  - Condiciones ambientales.
  - Operación de mezclado.
  - Control de mezcla.
  - Documentos de trazabilidad.
- Maquinaria:
  - Pistolas de extrusión manual.
  - Pistolas de extrusión neumática.
  - Congeladores y microondas Industriales.
  - Aspiradores.
  - Balanzas de precisión.
  - Calefactores y humidificadores
  - Mezcladores mecánicos.
- Herramientas:
  - Brochas, espátulas y alisadores.
  - Glecós y elementos de fijación provisional.
  - Cartuchos y boquillas.
- Materiales:
  - Sellantes: tipos, propiedades, características, codificación y clasificación.
  - Caracterización de los sellantes: de base de polisulfuro; de base de caucho; de base de elastómero de silicona o fluorsilicona; de base de fluocarbono (Vitón).
  - Endurecedores.
  - Promotores de adhesión.
  - Imprimaciones.
  - Disolventes para limpieza.
  - Productos no endurecibles para uniones desmontables.

#### 2. Preparación de mezclas para el sellado (Sellantes).

- Técnicas de obtención de mezclas.

- Relaciones de producto base/catalizador y condiciones de utilización.
- Condiciones de temperatura y humedad relativa en la preparación de mezclas.
- Equipos de preparación de mezclas sellantes: características y funcionamiento.
- Tiempos de vida y de trabajo de la mezcla.
- Probetas de ensayo.
- Condiciones de almacenaje de las mezclas de sellantes. Criterios de congelación.
- Etiquetado de sellantes.
- Normas de calidad aplicables al proceso de preparación de mezclas para el sellado.

### 3. Aplicación de sellantes.

- Limpieza y preparación de superficies para el sellado.
- Ajuste de piezas: suplementos sólidos y líquidos y su colocación.
- Delimitación de las zonas que van a ser selladas y protección de zonas no selladas.
- Aplicación de promotores de adhesión e imprimaciones.
- Descongelación de sellantes: baño maría, microondas o a temperatura ambiente
- Métodos de aplicación de sellantes.
  - Sellado de interposición.
  - Sellado en filete o cordón.
  - Sellado de ranuras, taladros y huecos.
  - Sellado en húmedo para elementos de unión y masas.
  - Sellado de uniones desmontables.
  - Sellado de bordes de piezas de fibra de carbono contiguas a piezas de aluminio.
  - Sellado con productos no endurecibles para protección de uniones.
- Eliminación de residuos del proceso de sellado.
- Normas de calidad aplicables al proceso de sellado.

### 4. Comprobación del sellado.

- Aparatos de medida.
- Técnicas de comprobación de estanqueidad.
- Verificación/conformidad del sellado.
- Tratamiento de no conformidades.
- Acciones correctoras.
- Identificación de los estados de inspección.
- Registros y trazabilidad.
- Normas de calidad aplicables al proceso de comprobación del sellado.

### 5. Prevención de los riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de sellado.

- Normas de prevención de riesgos laborales.
- Equipo de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Trabajo en espacios confinados.
- Prevención de riesgos medioambientales.
- Clasificación y almacenaje de residuos.

### Criterios de acceso para los alumnos

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

## MÓDULO FORMATIVO 3

**Denominación:** INSTALACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE AERONAVES

**Código:** MF1852\_2

**Nivel de cualificación profesional:** 2

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC1852\_2 Instalar sistemas y equipos de aeronaves.

**Duración:** 330 horas

## UNIDAD FORMATIVA 1

**Denominación:** DOCUMENTACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICABLES AL MONTAJE AERONÁUTICO

**Código:** UF2027 (TRANSVERSAL)

**Duración:** 90 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3, RP4 y RP5 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, tecnologías empleadas en el proceso de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Obtener la información necesaria para el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos analizando la documentación técnica de montaje.

CE1.1 Interpretar la simbología y elementos normalizados representados en planos de montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves.

CE1.2 Interpretar las vistas, cortes, secciones y detalles de planos de montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.3 Identificar en los planos de montaje los distintos componentes de las estructuras, sistemas y equipos aeronáuticos, así como los conjuntos que forman dichos elementos.

CE1.4 Identificar en la documentación técnica los materiales empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE1.5 Interpretar órdenes de producción, procesos de montaje y manuales de montaje.

CE1.6 Determinar los diferentes medios de unión que se deben utilizar en el montaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.7 Describir los sistemas de medida empleados en aeronáutica.

CE1.8 Convertir unidades de diferentes sistemas de medición empleados en aeronáutica.

C2: Determinar los útiles, máquinas, herramientas y elementos de unión temporal y permanentes en el montaje de elementos aeronáuticos.

CE2.1 Identificar los distintos tipos de utillaje utilizados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves en función del trabajo a realizar.

CE2.2 Identificar los elementos de unión temporal empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE2.3 Relacionar el tipo de ajuste en los procesos de montaje y sus soluciones.

CE2.4 Describir las aplicaciones y modos de funcionamiento de las herramientas utilizadas en el ajuste estructural.

CE2.5 Identificar los elementos de unión permanente empleados en el montaje aeronáutico.

CE2.6 Identificar las máquinas manuales a utilizar en los procesos de montaje de estructuras e instalaciones de sistemas de aeronaves

C3: Aplicar las normas de calidad correspondientes a los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE3.1. Identificar las normas de calidad aplicables al proceso de montaje aeronáutico.

CE3.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en el montaje aeronáutico.

CE3.3 Realizar los registros de calidad de las operaciones de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos, en la documentación correspondiente.

CE3.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el montaje aeronáutico.

C4: Actuar en el montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de montaje de aeronaves.

CE4.2 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de trabajo y protección en los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE4.3 Aplicar en los diferentes procesos del montaje aeronáutico las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.

CE4.4 Identificar los riesgos laborales y medioambientales de los productos y procesos de tratamientos superficiales utilizados en el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos.

## Contenidos:

### 1. Documentación técnica y materiales empleados en el montaje aeronáutico.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
  - Rutas y estructuras.
  - Ordenes de fabricación.
  - Instrucciones de trabajo.
  - Libros de laminado.
  - Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.
- Materiales metálicos: propiedades físicas, mecánicas y químicas. Corrosión.
- Aleaciones ligeras: de aluminio (duraluminios), de titanio y de magnesio.
- Aceros: aleaciones de alta resistencia, aleaciones de baja resistencia y aceros inoxidables.
- Materiales compuestos:
  - Definición.
  - Núcleos y refuerzos.
  - Resinas y adhesivos.
  - Curado.
  - Fibra de carbono.
  - Kevlar.
  - Fibra de vidrio.



## 2. Interpretación de planos de fabricación.

- Sistemas de medida empleados en aeronáutica:
  - Sistema Internacional (SI).
  - Sistema British Standards (BS).
  - Conversión de medidas.
- Interpretación de Planos:
  - Líneas, formatos y escalas.
  - Vistas, secciones y cortes.
  - Perspectivas.
- Interpretación de esquemas mecánicos, fluidos, eléctricos y electrónicos.
- Ajustes y tolerancias:
  - Ejes y agujeros.
  - De forma y posición.
  - Ajustes móviles, fijos e indeterminados.
  - Sistemas eje único y agujero único.

## 3. Utillaje, maquinaria y elementos de unión

- Manipulación del material: Almacenamiento.
- Utillaje:
  - Útiles de montaje.
  - Gradas de montaje.
  - Útiles auxiliares de montaje, de subconjuntos y de taladrar.
- Ajuste de piezas:
- Juego e interferencia.
- Tipos de uniones.
  - Ajuste en piezas metálicas.
  - Ajuste en piezas de material compuesto. Lijado y recantado.
- Fijación para el mecanizado:
  - Taladrado previo.
  - Pinzas o glicos.
  - Mordazas de sujeción.
  - Tuercas y tornillos.
- Herramientas de mano y mecánicas empleadas para la fijación.
- Equipos de aspiración.
- Aparatos de elevación y transporte.

## 4. Calidad en la industria aeronáutica

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
  - No conformidades.
  - Instrucciones de verificación.
  - Memorias de control.
  - Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Registro y trazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales y productos empleados en el proceso de montaje aeronáutico.

- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreign Objects Damage–).

## **5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de montaje de estructuras e instalaciones aeronáuticas.**

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normas de prevención en el uso de máquinas de elevación.

### **UNIDAD FORMATIVA 2**

**Denominación:** INSTALACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS AERONÁUTICOS

**Código:** UF2030

**Duración:** 90 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a montar conducciones en estructuras de aeronaves, con la RP2 en lo referido a montar partes mecánicas móviles en la estructura de aeronaves, con la RP3 en lo referido a montar y conexionar equipos de los sistemas mecánicos en la estructura del aeronave y con la RP4 en lo referido a montar mandos de vuelo y trenes de aterrizaje.

#### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Montar las tuberías y conductos que integran los sistemas mecánicos de aeronaves atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE1.1 Seleccionar las herramientas, útiles y medios de trabajo empleados en el montaje de tuberías y conductos de sistemas de aeronaves.

CE1.2 Transportar con los medios oportunos los elementos de los sistemas mecánicos a la zona de trabajo.

CE1.3 Identificar los distintos elementos y accesorios de los sistemas mecánicos a montar.

CE1.4 Identificar el fluido que circula por tuberías y conductos, atendiendo a las cintas normalizadas fijadas en ellos.

CE1.5 Realizar el acoplamiento y fijación de tuberías y conductos

CE1.6 Describir los medios de fijación de elementos ajenos a los sistemas mecánicos con la estructura del aeronave.

CE1.7 Describir los medios de fijación entre distintos elementos del sistema mecánico.

CE1.8 Identificar en un proceso de montaje de tuberías las partes o puntos críticos, donde se pueda producir deterioro o rotura.

CE1.9 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizados por la documentación técnica, donde se tengan que instalar tuberías y conductos:

- Seleccionar componentes, útiles y herramientas requeridas para el montaje.
- Comprobar tubos, conductos, normales y componentes a montar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

- Reglar herramientas, útiles y máquinas para la correcta realización del montaje.
- Identificar no conformidades durante el montaje de la instalación.
- Efectuar uniones desmontables y permanentes de tuberías.
- Equipar los accesorios con racores y tuberías asociadas.
- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones de funcionalidad, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de montaje de conducciones de los sistemas mecánicos de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Montar las partes mecánicas móviles y mandos de vuelo en la estructura del aeronave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Seleccionar las herramientas, útiles y medios de trabajo empleados en el montaje de elementos mecánicos móviles.

CE2.2 Transportar con los medios oportunos los elementos de los sistemas mecánicos a la zona de trabajo.

CE2.3 Montar los elementos que integran los sistemas de mandos en las aeronaves.

CE2.4 Realizar el acoplamiento y fijación entre elementos de transmisión de los sistemas de mandos.

CE2.5 Describir los medios y procedimientos de fijación de elementos móviles y fijos ajenos a los sistemas de mandos.

CE2.6 Identificar, durante el montaje, los puntos críticos donde se puedan producir deterioros o roturas, bien de los elementos del sistema de mandos instalados o en la estructura del aeronave a la que se fijan.

CE2.7 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizados por la documentación técnica, donde se tenga que realizar el montaje y conexión de partes mecánicas móviles y mandos de vuelo:

- Seleccionar componentes, útiles y herramientas requeridas para el montaje.
- Comprobar los elementos a montar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Reglar herramientas, útiles y máquinas para la correcta realización del montaje.
- Montar los componentes y accesorios, según la documentación técnica correspondiente.
- Regular la trayectoria de los elementos móviles que componen el sistema de mandos instalado.
- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones de funcionalidad, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de montaje de partes móviles y mandos de vuelo de los sistemas mecánicos de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C3: Montar alerones, flaps y trenes de aterrizaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente:

CE3.1 Seleccionar las herramientas, útiles y medios de trabajo a utilizar en el montaje de grandes componentes aeronáuticos: alerones, flaps y trenes de aterrizaje.

CE3.2 Transportar con los medios oportunos los elementos y equipos de sistemas aeronáuticos a la zona de trabajo, identificando los puntos de izado.

CE3.3 Realizar los acoplamientos y fijaciones entre alerones, flaps y trenes de aterrizaje y la estructura de la aeronave.

CE3.4 Aplicar los lubricantes y productos químicos necesarios para el ensamblaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.5 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizados por la documentación técnica de montaje, donde se tengan que instalar y conectar alerones, flaps y trenes de aterrizaje:

- Seleccionar los componentes, útiles y herramientas requeridas para el montaje.
- Comprobar los elementos a montar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Regular herramientas, útiles y máquinas para la realización correcta del montaje.
- Identificar partes o puntos críticos durante el proceso de instalación.
- Ensamblar los componentes atendiendo a la documentación técnica.
- Regular las trayectorias de elementos móviles.
- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones de funcionalidad, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de montaje de alerones, flaps y trenes de aterrizaje de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

## Contenidos:

### 1. Técnicas de fijación y unión en los sistemas mecánicos de aeronaves.

- Documentación técnica específica de medios de fijación y unión de los sistemas mecánicos de aeronaves.
- Normalización e identificación específica de los elementos de unión:
  - Military Specifications (MIL-SPEC).
  - National Aerospace Standards (NAS).
  - Aerospace Standard (AS).
- Elementos de unión:
  - Tornillos, tuercas, bulones y pernos.
  - Arandelas y pasadores.
  - Bridas de fijación de tuberías y broches.
  - Racores y separadores.
  - Elementos de unión especiales.
- Técnicas de mecanizado de tuberías.
- Frenado y lacrado.
- Uniones entre tuberías y conductos.
- Grapado de uniones fijas en las tuberías.
- Normas de calidad aplicables a medios de fijación y unión de los sistemas mecánicos de aeronaves.

**2. Montaje de los sistemas hidráulicos y neumáticos del aeronave.**

- Documentación técnica específica de los procesos de montaje de sistemas hidráulicos y neumáticos de aeronaves.
- Componentes de los circuitos hidráulicos y neumáticos.
- Tipos de mandos en circuitos hidráulicos y neumáticos de aeronaves.
- Circuitos hidráulicos y neumáticos secuenciales.
- Juntas de estanqueidad.
- Montaje de elementos de los circuitos hidráulicos y neumáticos en las aeronaves: depósitos, válvulas, actuadores, tuberías, acumuladores, frenos, bombas y motores.
- Fluidos y componentes químicos en el montaje de instalaciones:
  - Fluidos hidráulicos: mineral y sintético.
  - Lubricantes para uniones tuberías hidráulicas.
  - Circuitos neumáticos: lubricación, limpieza y estanquidad.
  - Lacas, barnices, pinturas y adhesivos.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y medioambientales aplicables al proceso de montaje de sistemas hidráulicos y neumáticos de aeronaves.

**3. Montaje de componentes móviles y electromecánicos de sistemas mecánicos del aeronave.**

- Documentación técnica específica de los procesos de montaje de componentes móviles de sistemas mecánicos aeronáuticos.
- Elementos de transmisión:
  - Acoplamientos.
  - Barras, levas y palancas.
  - Embragues y frenos.
  - Sectores de poleas.
  - Cables de mando y guías.
- Superficies de deslizamiento: guías, columnas, casquillos y carros.
- Montaje de: reductores, transformadores de movimiento lineal a circular y viceversa, embragues, frenos, trenes de engranajes, poleas, acopladores de ejes de transmisión, rodamientos, cojinetes, levas, resortes, elementos de unión y cables de mando.
- Antenas de Comunicación y navegación.
- Equipos electromecánicos.
- Montaje de grandes componentes móviles:
  - Alerones, timones de profundidad y dirección
  - Flaps, Slats, Spoilers y compensadores
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y medioambientales aplicables al proceso de montaje de componentes móviles de sistemas mecánicos aeronáuticos.

**UNIDAD FORMATIVA 3****Denominación:** INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS AERONÁUTICOS**Código:** UF2031**Duración:** 90 horas**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a montar cableados eléctricos en estructuras aeronáuticas y con la RP3 en lo referido a montar y conexionar equipos de los sistemas del aeronave.**Capacidades y criterios de evaluación:**

- C1: Aplicar los principios de electricidad y corriente eléctrica a la construcción aeronáutica.
- CE1.1 Describir los principios de electricidad y formas de producción de la misma.

CE1.2 Describir los principios de la corriente eléctrica, sentido, medición y las leyes básicas que la rigen (ley de Ohm).

CE1.3 Realizar mediciones de la corriente eléctrica, usando los métodos e instrumentos necesarios.

CE1.4 Describir las leyes y conceptos fundamentales aplicables a los circuitos eléctricos (leyes de Kirchhoff).

CE1.5 Identificar los distintos tipos de corriente eléctrica usados en la industria aeronáutica.

CE1.6 Resolver problemas sobre leyes y conceptos fundamentales de electricidad y circuitos eléctricos en casos prácticos.

C2: Obtener información de los documentos técnicos específicos usados para las instalaciones eléctricas del aeronave:

CE2.1: Describir las normas de calidad aplicables al proceso de fabricación y montaje de elementos en instalaciones eléctricas aeronáuticas.

CE2.2: Interpretar la simbología, circuitos y esquemas eléctricos en la documentación gráfica correspondiente.

CE2.3: Interpretar planos de fabricación de mazos y centrales eléctricas aeronáuticas.

CE2.4: Interpretar instrucciones de trabajo sobre instalaciones eléctricas.

C3: Identificar los materiales usados en la fabricación de elementos de instalaciones eléctricas para aeronaves (mazos eléctricos y centrales eléctricas), atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medio ambiente.

CE3.1 Identificar los distintos tipos de conductores usados en las instalaciones eléctricas de aeronaves.

CE3.2 Realizar pelado de conductores eléctricos aeronáuticos, usando las técnicas y herramientas adecuadas.

CE3.3 Describir los tipos de contactos eléctricos usados en la fabricación de mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas, identificando los mismos mediante el código de colores "bin code".

CE3.4 Identificar las herramientas usadas para el grapado e inserción/extracción de contactos.

CE3.5 Realizar grapado de contactos en conductores eléctricos pelados, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad aplicables a este proceso.

CE3.6 Identificar los tipos de conectores usados en las instalaciones eléctricas aeronáuticas, numeración de bornas y accesorios usados para el montaje en mazos eléctricos.

CE3.7 Identificar las herramientas usadas para el montaje de conectores.

C4: Fabricar mazos y centrales de instalaciones eléctricas aeronáuticas, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Realizar retenciones sobre conjunto de cables para fabricación de mazos eléctricos.

CE4.2 Realizar el grapado de contactos, su inserción y extracción en conectores eléctricos.

CE4.3 Realizar el montaje de elementos eléctricos sobre mazos: terminales preaislados, casquillos de empalmes y ferrulas.

CE4.4 Realizar el tendido y rutado de mazos sobre plantilla usando los útiles auxiliares adecuados.

CE4.5 En un caso práctico, debidamente caracterizado por la documentación técnica, de fabricación de mazos eléctricos de aeronaves:

- Elaborar instrucción de trabajo de un mazo eléctrico a partir de la documentación técnica correspondiente.
- Realizar el aprovisionamiento del material necesario para la fabricación del mazo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Pelar los conductores eléctricos que componen el mazo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Grapar los contactos en los extremos de los conductores.
- Insertar / extraer los contactos en los conectores.
- Montar terminales preaislados, casquillos de empalmes y ferrulas sobre los mazos.
- Realizar el tendido de mazos sobre plantilla, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de fabricación de mazos eléctricos de aeronaves.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de mazos eléctricos de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C5: Montar sobre estructuras aeronáuticas mazos eléctricos, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE5.1 Identificar los elementos normalizados usados para la fijación de mazos.

CE5.2 Identificar las distancias existentes entre fijaciones.

CE5.3 Seleccionar las herramientas y útiles necesarios para el montaje del mazo eléctrico.

CE5.4 Identificar las distancias mínimas requeridas entre los mazos eléctricos y otros elementos del aeronave (tuberías hidráulicas, tuberías de combustible, instalaciones neumáticas, partes fijas de la estructura, partes móviles, filos, equipos y otros mazos), en función del tipo de cableado y de las vibraciones existentes en la zona donde se ubica el mazo.

CE5.5 Identificar los radios de doblado y flechas mínimas admisibles en tramos rectos de mazos de instalaciones eléctricas, en función del tipo de cableado y diámetro del mazo.

CE5.6 Instalar las zonas de masa de retorno de corriente en aeronaves atendiendo al orden de montaje de las normales, aprietes aplicables, protección e identificación.

CE5.7 Fijar mazos eléctricos a estructuras fijas y móviles de aeronaves.

CE5.8 Realizar la instalación y conexionado de zonas de regletas.

CE5.9: Realizar los procesos de acondicionamiento final de las instalaciones de mazos eléctricos, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE5.10: En un caso práctico de montaje de mazos eléctricos sobre estructuras aeronáuticas, debidamente caracterizado por la documentación técnica correspondiente:

- Realizar el aprovisionamiento del material necesario para la instalación del mazo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Instalar una zona de regleta.
- Instalar una zona de masa de retorno de corriente.
- Fijar un mazo eléctrico sobre estructura a partir de la orden de producción y el plano de montaje.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de instalación de mazos eléctricos sobre estructura.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de instalación de mazos eléctricos sobre estructura.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

#### Contenidos:

##### 1. Leyes y conceptos fundamentales de electricidad.

- Conceptos de electricidad y formas de producción de la misma.
- La corriente eléctrica: definición, sentido y medición.
- Fuerza electromotriz y resistencia eléctrica.
- Conductores, aislantes, parámetros resistivos y medición de la resistencia eléctrica.
- Concepto de circuito eléctrico.
- Ley de Ohm.
- Circuito eléctrico en serie: intensidad y tensión de corriente.
- Circuito eléctrico en paralelo: intensidad y tensión de corriente.
- Formas de onda de la corriente alterna: ondas senoidales.
- Tensión, intensidad y potencia.
- Inductancias o bobinas y Ley de Ohm extendida a circuitos inductivos.
- Potencia y factor de potencia en circuitos inductivos.
- Capacidades o condensadores y Ley de Ohm extendida a circuitos capacitivos.
- Potencia y factor de potencia en circuitos capacitivos.

##### 2. Materiales y documentación específica empleados en instalaciones eléctricas aeronáuticas.

- Materiales:
  - Conductores eléctricos usados en aviones: tipos, diámetros e identificación
  - Fibra óptica: concepto y definición
  - Conectores eléctricos: tipos y accesorios.
  - Terminales preaislados eléctricos, casquillos de empalmes y ferrulas.
- Documentación:
  - Esquemas teóricos y esquemas reales.
  - Simbología eléctrica aeronáutica.
  - Planos de fabricación de mazos eléctricos y de montaje de instalaciones eléctricas.
  - Instrucciones de trabajo eléctrico.
  - Normas aplicables a la fabricación y el montaje de instalaciones eléctricas

##### 3. Conductores para mazos eléctricos.

- Documentación técnica específica de los procesos de preparación de conductores para mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.



- Cortado y pelado de conductores eléctricos: proceso y herramientas utilizadas.
- Contactos eléctricos: tipos y código de colores “Bin Code”.
- Grapado de contactos eléctricos: preparación, realización y máquinas.
- Soldadura blanda en aeronáutica:
  - Material de aportación y desoxidantes.
  - Limpieza de superficies a soldar.
  - Pelado de conductores a soldar.
  - Estañado de la zona pelada del conductor.
  - Potencia del soldador.
  - Proceso de soldeo.
  - Limpieza de la soldadura.
- Inserción / extracción de contactos en conectores.
- Normas de calidad de los procesos de soldadura blanda aeronáutica.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de preparación de conductores para mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.

#### 4. Fabricación de mazos eléctricos.

- Documentación técnica específica de los procesos de fabricación de mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.
- Ruteado, conducción y tendido de mazos eléctricos.
- Proceso de retencionado.
- Montaje de elementos en los mazos eléctricos:
  - Adaptadores traseros para conectores eléctricos.
  - Terminales preaislados: máquinas y proceso de grapado.
  - Casquillos de empalme eléctricos: máquinas y proceso de grapado.
  - Ferrulas para cables eléctricos: tipos y colocación.
- Finalización del proceso de fabricación.
- Preparación y almacenamiento de mazos eléctricos.
- Cuidados especiales en el manejo de mazos eléctricos.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de fabricación de mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.

#### 5. Montaje de instalaciones eléctricas aeronáuticas sobre estructura.

- Documentación técnica específica del proceso de montaje de instalaciones eléctricas aeronáuticas sobre estructura.
- Manejo de mazos eléctricos.
- Sistemas eléctricos y rutas de montaje.
- Montaje de abrazaderas, zonas de regletas y zonas de masa.
- Conexión y acondicionamiento de mazos e instalaciones eléctricas.
- Principios generales de ruteado de cables de fibra óptica y radios de curvatura admisibles.
- Embrizado y retencionado de cables de fibra óptica.
- Precauciones a tener en cuenta en la instalación de cables de fibra óptica.
- Equipos eléctricos: tipos y montaje.
- Equipos electrónicos: tipos y montaje.
- Centrales eléctricas y unidades de control: tipos y montaje.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de montaje de instalaciones eléctricas aeronáuticas sobre estructura.

#### UNIDAD FORMATIVA 4

**Denominación:** COMPROBACIÓN Y REGLAJE DE SISTEMAS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS AERONÁUTICOS

**Código:** UF2032

**Duración:** 60 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3 en lo referente a asegurar la funcionalidad del montaje y conexionado de equipos en la estructura del aeronave, con la RP4 en lo referido a asegurar la funcionalidad del montaje y reglado de mandos de vuelo y trenes de aterrizaje y con la RP5.

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Comprobar los distintos sistemas mecánicos aeronáuticos, reglando los elementos y equipos que los componen, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE1.1 Identificar los elementos de control de los sistemas aeromecánicos.

CE1.2 Identificar las variables de control de los componentes instalados, que tengan presencia en la actuación del elemento o sistema de aeronave.

CE1.3 Identificar las unidades de medida y el proceso de conversión entre los distintos sistemas empleados en aeronáutica.

CE1.4 Describir los instrumentos y procedimientos de medida usados para la comprobación de las variables de control.

CE1.5 Realizar la regulación y ajuste de los distintos elementos que forman los sistemas mecánicos de aeronaves.

CE1.6 En varios casos prácticos, debidamente caracterizados por la documentación técnica, de comprobación del funcionamiento de los sistemas y equipos montados en una aeronave:

- Identificar las variables de control de los equipos y sistemas montados.
- Preparar y organizar los medios, útiles y herramientas requeridas.
- Seleccionar los instrumentos de medición o comprobación.
- Comprobar las características de los elementos que integran los sistemas mecánicos de aeronaves, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar las pruebas funcionales verificando el valor de las variables del sistema o equipo.
- Corregir las desviaciones observadas durante proceso de realización de las pruebas funcionales, siguiendo instrucciones de la documentación técnica correspondiente.
- Comprobar el funcionamiento del elemento a regular, de forma independiente y conjunta con el resto de los componentes que forman parte de la aeronave.
- Regular los dispositivos instalados para obtener las condiciones establecidas en la documentación técnica correspondiente, atendiendo a las pruebas funcionales realizadas a los sistemas mecánicos.
- Ajustar acoplamientos, alineaciones y movimientos, utilizando los equipos de medida y útiles requeridos y atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Comprobar la estanqueidad, ausencia de fugas, roces entre elementos y colisiones de actuadores.
- Elaborar un informe sobre: actividades desarrolladas, procedimientos, resultados, medios, esquemas, planos, funcionalidad del sistema y medidas realizadas.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Comprobar los sistemas eléctricos de aeronaves, realizando las mediciones necesarias y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Identificar las herramientas utilizadas para las distintas comprobaciones a realizar sobre cableado de sistemas eléctricos.

CE2.2 Medir continuidad y aislamiento en sistemas eléctricos aeronáuticos.

CE2.3 Realizar comprobaciones sobre elementos especiales de los sistemas eléctricos (relés y diodos).

CE2.4: En un caso práctico, debidamente caracterizado por la documentación técnica correspondiente, de comprobación de sistemas eléctricos de aeronaves:

- Seleccionar las herramientas a utilizar en las comprobaciones de cableado y conexionado eléctrico.
- Medir la continuidad (bonding) de equipos y conexiones.
- Realizar procesos de investigación y resolución de averías (trouble-shooting).
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

## Contenidos:

### 1. Reglaje de elementos y equipos de los sistemas mecánicos del aeronave.

- Documentación técnica específica de los procesos de reglaje de elementos y equipos de sistemas mecánicos aeronáuticos.
- Comprobación de fugas en los sistemas estancos.
- Extracción de muestra de fluido.
- Acoplamiento de piezas.
- Interferencias entre piezas.
- Holguras entre piezas.
- Inspección visual de las superficies de rozamiento o accionamiento.
- Útiles y herramientas para la comprobación de separación y desenrase en las superficies aerodinámicas.
- Reglaje y pruebas de elementos móviles.
- Conformidad del producto.
- Medición de velocidades, revoluciones (rpm), par, potencia, vibraciones, presiones y caudales, esfuerzos dinámicos y temperatura de cojinetes.
- Reglaje de actuadores hidráulicos y neumáticos.
- Reglaje de actuadores eléctricos y servosistemas.
- Comprobación de no interferencias o distancias mínimas entre distintos sistemas y equipos.
- Comprobación de funcionamiento independiente de cada elemento.
- Comprobación conjunta de elementos y equipos.
- Normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medio ambiente en el proceso de reglaje de elementos y equipos de los sistemas mecánicos del aeronave.

### 2. Reglaje de elementos y equipos de los sistemas eléctricos del aeronave.

- Documentación técnica específica de los procesos de reglaje de elementos y equipos de sistemas eléctricos aeronáuticos.
- Medición de tensión, intensidad y resistencia.
- Concepto de prueba de continuidad eléctrica.
- Pruebas de continuidad/aislamiento sobre cableado.
- Pruebas de continuidad eléctrica estructural, de equipos y conexiones (bonding).
- Herramientas utilizadas para las comprobaciones del cableado eléctrico.

- Investigación de averías: técnicas y normas aplicables.
- Normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medio ambiente en el proceso de reglaje de elementos y equipos de los sistemas eléctricos del aeronave.

### Orientaciones metodológicas

Para acceder a la unidad formativa 2 debe haberse superado la unidad formativa 1.  
Para acceder a la unidad formativa 3 debe haberse superado la unidad formativa 1.  
Para acceder a la unidad formativa 4 deben haberse superado las unidades formativas 2 y 3.

### Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

### MÓDULO DE PRÁCTICAS PROFESIONALES NO LABORALES DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS E INSTALACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE AERONAVES

**Código:** MP0430

**Duración:** 80 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Montar elementos de estructuras aeronáuticas, atendiendo a la documentación técnica y aplicando las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE1.1 Instalar elementos a mecanizar en los útiles adecuados, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.2 Seleccionar las máquinas, útiles y herramientas, según la operación de mecanizado, material, espacio disponible e indicaciones del proceso de trabajo.

CE1.3 Regular los parámetros de las máquinas atendiendo al tipo de mecanizado a realizar.

CE1.4 Realizar operaciones de taladrado, escariado y avellanado, utilizando los distintos tipos de máquinas manuales, semiautomáticas y automáticas.

CE1.5 Comprobar las superficies mecanizadas, atendiendo a la documentación técnica.

CE1.6 Participar en la unión de distintos elementos estructurales, por medio de remaches, tornillos, tuercas y bulones.

CE1.7 Participar en la aplicación de los tratamientos superficiales de protección anticorrosión.

CE1.8 Participar en el desmontaje de la estructura del útil o grada de montaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

C2: Sellar elementos de estructuras aeronáuticas, atendiendo a la documentación técnica y aplicando las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE2.1 Preparar los elementos para realizar la operación de sellado.

CE2.2 Identificar la secuencia de sellado de dos superficies que van a estar unidas de forma permanente.

CE2.3 Identificar la secuencia de sellado de dos superficies que van a estar unidas de forma no permanente.

CE2.4 Preparar las muestras de sellantes para realizar las probetas de comprobación

de las mezclas.

CE2.5 Seleccionar las herramientas y elementos auxiliares necesarios para realizar la operación de sellado.

CE2.6 Participar en los procesos de sellado con pistola manual y con pistola neumática.

CE2.7 Establecer el diagrama de flujo del proceso de sellado de elementos de estructuras aeroespaciales.

C3: Montar elementos de equipos y sistemas aeronáuticos, atendiendo a la documentación técnica y aplicando las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE3.1 En prácticas de montaje sobre aeronave de los sistemas de instalaciones fluidas, atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Seleccionar los componentes y útiles requeridos para el montaje de instalaciones fluidas.
- Comprobar los conductos, tubos, normales de fijación y componentes a montar.
- Ajustar las herramientas y útiles.
- Participar en el equipado de accesorios con racores y tuberías.
- Participar en la ejecución de acoplamiento y uniones (fijas y desmontables) de tuberías y conductos.

CE3.2 En un proceso de montaje sobre aeronave de partes mecánicas móviles y mecanismos de mandos de vuelo, atendiendo a la documentación correspondiente:

- Seleccionar los componentes y útiles requeridos para el montaje de elementos mecánicos móviles y mandos de vuelo.
- Ajustar las herramientas y útiles.
- Participar en el acoplamiento y fijación de elementos de los sistemas de transmisión de mandos de vuelo.
- Participar en la identificación de puntos críticos del montaje.
- Participar en la regulación de la trayectoria de los elementos móviles que componen el sistema de mandos de vuelo una vez instalados sobre la estructura de la aeronave.
- Ajustar acoplamientos, alineaciones y movimientos, utilizando los equipos de medida y útiles adecuados.

CE3.3 En un proceso de montaje de mazos, centrales, equipos y elementos de la instalación eléctrica sobre la estructura del aeronave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Seleccionar los componentes y útiles requeridos para el montaje de mazos, centrales, equipos y elementos de las instalaciones eléctricas del aeronave.
- Comprobar los mazos, centrales, equipos y elementos de las instalaciones eléctricas suministrados antes de su montaje sobre la aeronave.
- Participar en la instalación de mazos eléctricos, zonas de masa de retorno de corriente, zonas de corte y zonas de regleta.
- Seleccionar las herramientas y útiles necesarios para el grapado de contactos eléctricos, terminales de orejeta y empalmes.
- Participar en las operaciones de acabado de conectores, zonas de regleta y zonas de empalme.
- Participar en la instalación y conexión de centrales y equipos.

CE3.4 Comprobar el reglaje de los mecanismos móviles y elementos de los sistemas de mandos de vuelo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.5 Realizar las mediciones y comprobaciones de los sistemas de la instalación eléctrica del aeronave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.6 Participar en las mediciones de continuidad y aislamiento del cableado de los sistemas eléctricos del aeronave.

C4: Participar en los procesos de trabajo en la empresa, siguiendo las normas e instrucciones establecidas en el centro de trabajo.

CE4.1 Comportarse responsablemente tanto en las relaciones humanas como en los trabajos a realizar.

CE4.2 Respetar los procedimientos y normas del centro de trabajo.

CE4.3 Empezar con diligencia las tareas según las instrucciones recibidas tratando de que se adecuen al ritmo de trabajo de la empresa.

CE4.4 Integrarse en los procesos de producción del centro de trabajo.

CE4.5 Utilizar los canales de comunicación establecidos.

CE4.6 Respetar en todo momento las medidas de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

### Contenidos:

#### 1. Montaje de elementos de estructuras aeronáuticas.

- Parámetros de mecanizado.
- Taladrado, avellanado y rebabado.
- Acabado de precisión por escariado.
- Elementos de verificación.
- Apriete torcométrico.
- Colocación de los diferentes tipos de remaches.
- Instalación de arandelas, bulones y tuerca.
- Frenado.
- Prevención de la Corrosión.
- Equipos de protección individual
- Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

#### 2. Sellado de elementos estructurales de aeronaves.

- Pistolas de sellado.
- Mezcladores mecánicos.
- Sellantes.
- Técnicas de obtención de mezclas.
- Equipos de preparación de mezclas sellantes.
- Probetas de ensayo.
- Aplicación de sellantes.
- Preparación de superficies para el sellado.
- Métodos de aplicación de sellantes.

#### 3. Montaje de elementos de sistemas y equipos de aeronaves.

- Montaje de sistemas de instalaciones fluidas:
  - Herramientas y útiles.
  - Técnicas de mecanizado de tuberías.
  - Uniones entre tuberías y conductos.
  - Grapado de uniones fijas en tuberías.
  - Instalación de bridas de fijación de tuberías, broches, racores y separadores.
  - Montaje de elementos de circuitos de instalaciones fluidas.
- Montaje de partes mecánicas móviles y mandos de vuelo.
  - Herramientas y útiles.
  - Montaje de elementos de acoplamiento, barras, levas y palancas.
  - Instalación de embragues y frenos.
  - Montaje de sectores de poleas.
  - Instalación de cables de mandos de vuelo y guías.
  - Instalación de grandes componentes (flaps, slats, spoilers y compensadores).
- Montaje de sistemas eléctricos.
  - Herramientas y útiles.
  - Rutado de mazos.
  - Rutado de cableado de fibra óptica.

- Montaje de abrazaderas, zonas de regleta y zonas de masa.
- Retencionado y embreado de mazos eléctricos sobre estructuras.
- Herramientas para el grapado de conexiones eléctricas.
- Terminación de mazos eléctricos sobre avión
- Montaje y conexionado de equipos y centrales del sistema eléctrico.
- Montaje de antenas.
- Comprobaciones y reglajes de sistemas mecánicos y eléctricos.
  - Herramientas y útiles.
  - Comprobaciones de fugas de sistemas estancos.
  - Acoplamiento, interferencias y holguras entre piezas.
  - Inspecciones visuales de las superficies de rozamiento o accionamiento.
  - Reglajes y pruebas de elementos móviles.
  - Herramientas y útiles para las comprobaciones de los sistemas eléctricos.
  - Pruebas de continuidad y aislamiento del cableado de instalaciones eléctricas.
  - Pruebas de continuidad eléctrica de estructuras y equipos: "bonding".
  - Investigación y resolución de averías en los sistemas eléctricos.

#### 4. Organización del espacio de trabajo.

- Documentación técnica en el puesto de trabajo.
- Orden y limpieza del puesto de trabajo.
- Disposición de máquinas, útiles, herramientas y materiales.
- Preparación de máquinas, útiles y herramientas.
- Conservación y mantenimiento de máquinas, útiles y herramientas.

#### 5. Integración y comunicación en el centro de trabajo.

- Comportamiento responsable en el centro de trabajo.
- Respeto a los procedimientos y normas en el centro de trabajo.
- Interpretación y ejecución con diligencia de las instrucciones recibidas.
- Reconocimiento del proceso productivo de la empresa.
- Utilización de los canales de comunicación establecidos en el centro de trabajo.
- Adecuación al ritmo de trabajo de la empresa.
- Seguimiento de la normativa de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

### IV. PRESCRIPCIONES DE LOS FORMADORES.

| Módulos Formativos   | Acreditación requerida  | Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia |                  |
|--|---|--|------------------|
|  |   | Con acreditación   | Sin acreditación |
| MF1850_2: Montaje de elementos estructurales de aeronaves. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Técnico superior familia FME</li> <li>• Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas.</li> </ul> | 2 años   | 4 años           |

| Módulos Formativos  | Acreditación requerida  | Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia |                  |
|---|---|--|------------------|
|   |   | Con acreditación   | Sin acreditación |
| MF1851_2: Sellado de elementos estructurales de aeronaves.        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Técnico superior familia FME</li> <li>• Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas.</li> </ul> | 2 años   | 4 años           |
| M F 1 8 5 2 _ 2 : Instalación de sistemas y equipos de aeronaves. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Técnico superior familia FME</li> <li>• Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas.</li> </ul> | 2 años   | 4 años           |

**V. REQUISITOS MÍNIMOS DE ESPACIOS, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.**

| Espacio Formativo         | Superficie m2<br>15 alumnos | Superficie m2<br>25 alumnos |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Aula de gestión. . . . .  | 45                          | 60                          |
| Taller aeronaves. . . . . | 200                         | 300                         |
| Almacén . . . . .         | 50                          | 50                          |

| Espacio Formativo         | M1 | M2 | M3 |
|---------------------------|----|----|----|
| Aula de gestión. . . . .  | X  | X  | X  |
| Taller aeronaves. . . . . | X  | X  | X  |
| Almacén . . . . .         | X  | X  | X  |



| Espacio Formativo | Equipamiento   |
|-------------------|--|
| Aula de gestión   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipos audiovisuales</li> <li>- PCS instalados en red, cañón de proyección e Internet</li> <li>- Software específico de la especialidad</li> <li>- Pizarras para escribir con rotulador</li> <li>- Rotafolios</li> <li>- Material de aula, incluido el material didáctico</li> <li>- Mesa y silla para formador</li> <li>- Mesas y sillas para alumnos</li> </ul>  |
| Taller aeronaves  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación neumática (aire comprimido) de 5 Kg/cm2 y tomas eléctricas a 220V ca.</li> <li>- Puestos de trabajo compuestos por: banco de trabajo, tornillo de banco, conexión neumática de 5 kg/cm2, mangueras para conexiones neumáticas, punto de toma de corriente de 220V.</li> <li>- Equipo y maquinaria: Lavaojos. Pistolas para sellado normal y de inyección. Sistemas de calefacción. Refrigeradores industriales. Aspiradores. Humificadores. Calentadores. Balanza. Mezclador mecánico de sellantes. Mezclador de cartuchos. Taladros neumáticos rectos. Taladros neumáticos en ángulo. Taladros neumáticos 180°. Remachadoras neumáticas manuales (pistola). Remachadoras neumáticas semiautomáticas (conejos). Maquinas Cherry GBP -730 1. Máquina Cherry manual. Amperímetros y voltímetros. Pistolas de aire caliente con boquillas. Multímetros digitales. Soldadores eléctricos 50 Watts. Máquina Permaswuar de grapado de tubos. Milióhmetros. Tensímetro. Manómetros. Vacuómetros. Manovacuómetros. Calentadores eléctricos para elementos autosoldables. Comprobadores de continuidad eléctrica. Taladradora de columna.</li> <li>- Herramientas manuales.</li> <li>- Equipos de protección individual</li> </ul> |
| Almacén           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armarios metálicos para herramientas.</li> <li>- Estanterías.</li> </ul>  |

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 universal y seguridad de los participantes.

El número de unidades que se deben disponer de los utensilios, máquinas y herramientas que se especifican en el equipamiento de los espacios formativos, será el suficiente para un mínimo de 15 alumnos y deberá incrementarse, en su caso, para atender a número superior.

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.