

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.

## ANEXO III

### I. IDENTIFICACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

**Denominación:** Fabricación de troqueles para la producción de piezas de chapa metálica

**Código:** FMEM0311

**Familia profesional:** Fabricación Mecánica

**Área profesional:** Producción mecánica

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Cualificación profesional de referencia:**

FME644\_3 Fabricación de troqueles para la producción de piezas de chapa metálica (RD 1032/2011 de 15 de julio)

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

UC2155\_3: Diseñar troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica

UC2156\_3: Planificar la fabricación de troqueles para la obtención de piezas chapa metálica

UC2157\_3: Elaborar componentes de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica

UC2158\_3: Ajustar, montar y verificar la funcionalidad y los componentes de troqueles

**Competencia general:**

Diseñar y fabricar troqueles para la producción de piezas de chapa metálica, así como ajustar, montar y verificar su funcionalidad, elaborando sus componentes, a partir de especificaciones técnicas del elemento a conseguir, planificando la producción, controlando los procesos y productos fabricados, consiguiendo los criterios de calidad, cumpliendo 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 en las áreas de planificación y producción de grandes, medianas o pequeñas empresas, públicas y privadas, tanto por cuenta propia

como ajena, dedicadas al diseño, construcción, ajuste y montaje de troqueles para producir piezas por procesado de chapa metálica, 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 el subsector de la industria transformadora de los metales y, principalmente, en las siguientes actividades económicas: Metalurgia. Fabricación de productos metálicos. Fabricación por troquelado.

Ocupaciones o puestos de trabajo relacionados:

Delineante proyectista de troqueles para procesado de chapa.  
Montador ajustador de troqueles para procesado de chapa.  
Encargado de fabricación troqueles.  
Programador de la producción de troqueles.  
3110.1035 Diseñadores técnicos industriales.  
3128.1047 Técnicos en matricería y moldes.  
7322.1041 Matriceros-moldistas de metales.  
7323.1222 Preparadores-ajustadores de máquinas-herramientas con CNC para trabajar metales.

**Duración de la formación asociada:** 630 horas

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

MF2155\_3: Diseño de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica (180 horas):

- UF2040: Matricería (60 horas).
- UF2041: Cálculo y dimensionado de elementos del troquel. (30 horas).
- UF2154: Diseño de troqueles Asistido por Ordenador (CAD) (90 horas).

MF2156\_3: Planificación de la fabricación de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica (140 horas):

- UF2155: Planificación y programación de la producción de componentes de troqueles (50 horas).
- UF2156: (Transversal) Programación de CNC de torno para componentes de matricería o moldes (30 horas).
- UF2157: (Transversal) Programación de CNC de fresadora para componentes de matricería o moldes (30 horas).
- UF2158: (Transversal) CAM para fabricación de componentes de matricería o moldes (30 horas).

MF2157\_3: Elaboración de componentes de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica (150 horas):

- UF2159: Mecanizado de componentes de troqueles por arranque de viruta (70 horas).
- UF2160: Mecanizado de componentes de troqueles en rectificadora convencional y CNC (30 horas).
- UF2161: Mecanizado de componentes de troqueles por electroerosión (50 horas).

MF2158\_3: Ajuste, montaje y verificación de la funcionalidad y de los componentes de troqueles (120 horas):

- UF2162: (Transversal) Metrología para matrices o moldes (30 horas).
- UF2163: Ajuste de troqueles (60 horas).
- UF2164: Montaje de troqueles y puesta a punto de líneas de estampado (30 horas).

MP0449: Módulo de prácticas profesionales no laborales de Fabricación de troqueles para la producción de piezas de chapa metálica (40 horas)

## II. PERFIL PROFESIONAL DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

### Unidad de competencia 1

**Denominación:** DISEÑAR TROQUELES PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS DE CHAPA METÁLICA

**Nivel:** 3

**Código:** UC2155\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Obtener la información técnica para el diseño de troqueles a partir del plano de la pieza y de las especificaciones del pedido del troquel y proponiendo recomendaciones de mejora al diseño de la misma.

CR1.1 El material que hay que conformar, la forma y dimensiones de la pieza a obtener y las tolerancias de forma y posición, el acabado superficial, entre otros, se identifican en el plano de fabricación.

CR1.2 Las características funcionales del troquel, tipo de producción, vida útil esperada, prensa prevista para su funcionamiento, entre otros, se identifican en las especificaciones del pedido.

CR1.3 Las formas que plantean dificultades para la conformación se identifican a partir del plano de la pieza y de las especificaciones del pedido del troquel

RP2: Determinar la configuración del troquel para su fabricación, aportando soluciones constructivas y definiendo las características, disposición, dimensiones y coste de componentes y conjuntos, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR2.1 La pieza a estampar se rediseña para optimizar el proceso de troquelado y conformado.

CR2.2 El diseño de los troqueles se realiza teniendo en cuenta las características y limitaciones de los procesos y medios empleados en su fabricación y su utilización posterior.

CR2.3 Los materiales elegidos para el diseño de los útiles se seleccionan de acuerdo con la vida útil del troquel, acabados de la pieza, costes y calidad establecidos.

CR2.4 Los tratamientos térmicos y superficiales a los que se debe someter el material para fabricar los componentes del troquel se determinan según su funcionalidad.

CR2.5 Los conjuntos diseñados se optimizan desde el punto de vista del coste de fabricación y su mantenimiento.

CR2.6 El diseño del útil se corrige teniendo en cuenta los resultados de los ensayos.

CR2.7 Las especificaciones de homologación se tienen en cuenta en la definición del troquel.

CR2.8 El manual de uso y mantenimiento se elabora en el formato especificado.

CR2.9 La configuración del troquel se determina atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP3: Realizar los cálculos técnicos para dimensionar los componentes y sistemas del troquel a partir de datos establecidos en la configuración del mismo.

CR3.1 Las solicitudes de esfuerzo o carga se determinan analizando el fenómeno que las provoca.

CR3.2 La aplicación del cálculo (torsión, flexión, cizalladura, compresión, rotura, fluencia, entre otros) se realiza según las solicitudes requeridas.

CR3.3 Los coeficientes de seguridad (rotura, vida, entre otros) que se emplean en la aplicación de cálculos de elementos son los requeridos por las especificaciones técnicas.

CR3.4 La forma y dimensión de los elementos que componen los troqueles (estructuras, elementos de unión, entre otros) se establecen teniendo en cuenta los resultados de los cálculos obtenidos.

CR3.5 Los elementos normalizados (tornillos, pasadores, chavetas, guías, entre otros) se seleccionan en función de las solicitudes a los que están sometidos y las características aportadas por el fabricante.

RP4: Diseñar con herramientas informáticas de diseño asistido por ordenador (CAD) el modelo virtual y los planos para la fabricación del troquel y sus componentes.

CR4.1 La fabricación, mantenimiento y montaje (accesibilidad, utilización de herramientas normalizadas, facilidad de montaje, posibilidad de automatización, entre otros) se tienen en cuenta en el diseño del troquel.

CR4.2 Los planos se realizan aplicando las normas de representación gráfica (formatos de planos, líneas de dibujo, acotación, tolerancias, vistas, secciones, entre otros).

CR4.3 Los ajustes y tolerancias se establecen de acuerdo con la función que desempeñan las piezas y el tipo de fabricación prevista.

CR4.4 El traslado y manipulación del troquel se determina en función de las dimensiones máximas, los elementos de sujeción, las protecciones para el transporte, el peso, entre otros.

CR4.5 Los elementos del troquel se representan utilizando formas constructivas estandarizadas (entallas, estriados, tornillos, entre otros).

CR4.6 La elección de elementos comerciales se realiza teniendo en cuenta las características técnicas de los elementos normalizados descritas por los proveedores (prestaciones, instrucciones de montaje, productos auxiliares de mantenimiento, entre otros).

RP5: Verificar que el desarrollo del proyecto obedece a las especificaciones de diseño, para asegurar la calidad del producto y el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR5.1 El procedimiento de verificación se realiza contemplando aspectos de calidad del producto, normativa y reglamentación específicas, funcionalidad, seguridad, costes, utillajes, fabricabilidad, materiales, elementos diseñados, planos de conjunto y despiece y manual de uso y mantenimiento, además del AMFE de diseño y su actualización.

CR5.2 Los diferentes elementos diseñados responden al objetivo marcado por las especificaciones técnicas que hay que cumplir.

CR5.3 Las verificaciones más relevantes que deben realizarse se especifican en las pautas de control.

CR5.4 El acotado de planos se contrasta con las características técnicas y con los planos de conjunto del producto y se realiza en función del proceso de mecanizado al que debe someterse la superficie.

CR5.5 Las pautas de mecanizado que se establecen aseguran la fabricación del utillaje según las características de diseño.

CR5.6 La verificación del desarrollo del proyecto se determina atendiendo a criterios de calidad y al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Aplicaciones informáticas de CAD/CAE (diseño e ingeniería asistida por ordenador).

### Productos y resultados

Información para el diseño de troqueles obtenida. Configuración del troquel determinado. Dimensionado del troquel calculado. Troqueles de corte y conformado diseñados. Verificación del desarrollo del proyecto efectuada

### Información utilizada o generada

Planos de la pieza a conformar. Modelo CAD de la pieza a conformar. Pedido del troquel. Normas técnicas de representación gráfica. Normas de construcción del cliente. Planos de fabricación del troquel. Modelos CAD de los componentes del troquel. Manual de uso y mantenimiento del troquel.

## Unidad de competencia 2

**Denominación:** PLANIFICAR LA FABRICACIÓN DE TROQUELES PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS DE CHAPA METÁLICA

**Nivel:** 3

**Código:** UC2152\_3

## Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Definir el proceso de fabricación de los componentes del troquel, así como su posterior montaje, estableciendo la secuencia de operaciones a efectuar y los medios de producción necesarios, asegurando su viabilidad, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR1.1 El plan de fabricación recoge los medios disponibles, así como las necesidades de externalización.

CR1.2 Las pautas para asegurar la fabricación del utillaje se establecen según los plazos establecidos.

CR1.3 Las operaciones de mecanizado de cada componente se adecuan a las especificaciones del plano y a los medios disponibles.

CR1.4 Las operaciones se ajustan a los tiempos establecidos en el plan de fabricación.

CR1.5 El proceso de fabricación de los componentes del troquel se determina atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP2: Programar la utilización de los recursos (materias primas, máquinas, herramientas, tratamientos, utillaje, y personal, entre otros) para la elaboración de los componentes

de troquel y su posterior montaje, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR2.1 La utilización de los recursos individuales se optimiza para mejorar la rentabilidad.

CR2.2 Los potenciales cuellos de botella se identifican en el proceso de fabricación del troquel y se toman las medidas necesarias para cumplir con los plazos establecidos.

CR2.3 Las tareas externalizadas se programan en función de los plazos establecidos y la capacidad de producción.

CR2.4 La programación de la utilización de los recursos se determina atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP3: Elaborar los programas CNC con las herramientas informáticas CAM para la fabricación de los componentes del troque.

CR3.1 El orden cronológico de las operaciones; las herramientas utilizadas; los parámetros de operación; y las trayectorias se establecen en el programa de CNC.

CR3.2 La programación de la máquina se realiza en función del tipo de mecanizado, tipo de herramienta, velocidad de trabajo, esfuerzos y tipo de material mecanizado.

CR3.3 La trayectoria de la herramienta se adecua según la estrategia de mecanizado.

CR3.4 En la simulación del programa o la prueba en máquina se comprueba que el mecanizado es viable y se desarrolla en secuencia lógica.

### Contexto profesional

#### Medios de producción

Aplicaciones informáticas CAD-CAM. Aplicaciones informáticas de planificación.

#### Productos y resultados

Proceso de fabricación de los componentes del troquel definido. Utilización de los recursos programada. Programas CNC elaborados con herramientas informáticas CAM.

#### Información utilizada o generada

Planos de fabricación del troquel. Normas técnicas de representación gráfica. Modelos CAD de los componentes del troquel. Programas CNC para las operaciones de mecanizado de los componentes del troquel. Plan de procesos y plan de operaciones para la fabricación de cada uno de los componentes del troquel. Pautas de control para cada uno de los componentes del troquel.

### Unidad de competencia 3

**Denominación:** ELABORAR COMPONENTES DE TROQUELES PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS DE CHAPA METÁLICA

**Nivel:** 3

**Código:** UC2157\_3

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Montar las piezas sobre el utillaje para el mecanizado de componentes de los troqueles, empleando las herramientas y útiles adecuados, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR1.1 Los útiles de sujeción se seleccionan garantizando el amarre de la pieza en función de la forma, dimensiones y proceso de mecanizado y sin dañar la pieza.

CR1.2 El centrado o alineado de la pieza se realiza con la precisión exigida en el proceso.

CR1.3 Los montajes se realizan con las herramientas requeridas y respetando el par máximo de apriete.

CR1.4 El traslado y manipulación de las piezas se realiza con los medios especificados en función de las dimensiones máximas, los elementos de sujeción, las protecciones para el transporte, el peso, entre otros.

CR1.5 Las piezas y útiles se mantienen limpias permitiendo el correcto posicionamiento de éstas.

CR1.6 El montaje de las piezas sobre el utillaje se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP2: Preparar la máquina para mecanizar los componentes del troquel, a partir de la orden de fabricación y en función del proceso, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR2.1 Los utillajes de amarre se montan y alinean en la máquina teniendo en cuenta las instrucciones de la máquina y la calidad de la pieza a obtener.

CR2.2 El programa CNC se carga con los periféricos específicos o se transfieren a través de la red de comunicación.

CR2.3 Los decalajes de las herramientas se introducen en el programa de CNC.

CR2.4 Las operaciones de preparación de la máquina se realizan teniendo en cuenta la normativa vigente, los criterios de calidad y el plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP3: Mecanizar los componentes del troquel con máquinas herramienta, convencionales y CNC, por arranque de viruta y procedimientos especiales, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR3.1 Los parámetros de mecanizado (velocidad, avance, profundidad, entre otros) se adecuan en función de la máquina, proceso, material de la pieza y la herramienta utilizada.

CR3.2 Las referencias de posicionado de las herramientas se establecen atendiendo a la posición relativa de éstas con respecto a la pieza.

CR3.3 El desgaste de las herramientas se tiene en cuenta para proceder a su cambio y corrección de recorridos.

CR3.4 La pieza obtenida se ajusta a las tolerancias de fabricación.

CR3.5 Las labores de mantenimiento de primer nivel previstas para las máquinas, instalaciones o equipos se efectúan según las fichas de mantenimiento.

CR3.6 La mecanización de los componentes del troquel se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Periféricos de comunicación de CNC. Herramientas de montaje. Máquinas-herramienta CNC y convencionales de mecanizado por arranque de viruta y procesos especiales (Torno, fresadora, taladro, electroerosión por penetración, electroerosión por hilo, rectificadora plana, rectificadora universal, entre otras). Sistemas de amarre estándar y utillajes específicos. Herramientas de corte. Elementos de transporte y manutención. Herramientas manuales. Elementos de medición y control.

**Productos y resultados**

Piezas sobre el utillaje para el mecanizado de componentes de los troqueles montadas. Máquina para mecanizar los componentes del troquel preparada. Componentes del troquel mecanizados

**Información utilizada o generada**

Planos de fabricación del troquel. Normas técnicas de representación gráfica. Programas CNC para las operaciones de mecanizado de los componentes del troquel. Plan de procesos y plan de operaciones para la fabricación de cada uno de los componentes del troquel. Pautas de control para cada uno de los componentes del troquel. Catálogos de material y herramientas. Instrucciones del proceso. Instrucciones de mantenimiento de uso. Características de los refrigerantes y lubricantes. Normativa de Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente.

**Unidad de competencia 4**

**Denominación:** AJUSTAR, MONTAR Y VERIFICAR LA FUNCIONALIDAD Y LOS COMPONENTES DE MOLDES

**Nivel:** 3

**Código:** UC2158\_3

**Realizaciones profesionales y criterios de realización**

RP1: Verificar la forma, dimensiones y acabados superficiales de los componentes del troquel, para asegurar la calidad de los mismos, según los procedimientos establecidos y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR1.1 Las piezas a medir se encuentran limpias y aclimatadas.

CR1.2 Los instrumentos se seleccionan en función del parámetro a verificar conforme a las especificaciones técnicas del producto.

CR1.3 La calibración de los elementos de verificación se comprueba verificando la ficha de calibración.

CR1.4 La verificación se realiza conforme a los procedimientos establecidos en las normas.

CR1.5 La verificación de la forma, dimensiones y acabados superficiales de los componentes del troquel se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP2: Ajustar los componentes del troquel a las especificaciones y a los requerimientos funcionales, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente. Ajustar los componentes del troquel a las especificaciones y a los requerimientos funcionales, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente

CR2.1 Las zonas a ajustar, incluidas las cadenas cinemáticas, se determinan montando los componentes del molde y comprobando su funcionalidad.

CR2.2 Los procedimientos para ajustar los componentes del molde (proceso, máquinas, herramientas entre otros) se determinan en función de los ajustes que se deben realizar.

CR2.3 Las operaciones manuales de acabado se realizan con las herramientas requeridas al ajuste a realizar.

CR2.4 Las máquinas de arranque de viruta, de abrasión y especiales se utilizan según procedimientos establecidos.

CR2.5 Las especificaciones y requerimientos funcionales de los componentes



del molde se verifican durante el proceso de ajuste.

CR2.6 El ajuste de los componentes del molde se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP3: Montar el troquel ensamblando los componentes, subconjuntos y sistemas, según las normas y procedimientos establecidos, empleando las herramientas y útiles adecuados, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR3.1 El centrado o alineado de la pieza se realiza con la precisión exigida en el proceso.

CR3.2 Los montajes se realizan con las herramientas adecuadas y respetando el par máximo de apriete.

CR3.3 Los elementos de transporte y elevación se utilizan en función de las características del material que hay que transportar.

CR3.4 Las piezas y útiles se mantienen limpias permitiendo el correcto posicionamiento de éstas.

CR3.5 El montaje del troquel ensamblando los componentes, subconjuntos y sistemas se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP4: Verificar los movimientos de las cadenas cinemáticas de los componentes del troquel, según los procedimientos establecidos, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR4.1 Las cadenas cinemáticas de los componentes del troquel se verifican conforme a especificaciones establecidas en el diseño.

CR4.2 Los diferentes elementos de la cadena cinemática se ajustan al objetivo funcional que hay que cumplir.

CR4.3 Las verificaciones realizadas se ajustan a lo definido en las pautas de control.

CR4.4 La verificación de los movimientos de las cadenas cinemáticas de los componentes del troquel se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP5: Verificar la estanqueidad de los sistemas hidráulicos y de los circuitos de circulación de líquido refrigerante del troquel, según los procedimientos establecidos, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR5.1 Los circuitos hidráulicos se verifican conforme a especificaciones establecidas en el diseño.

CR5.2 Los elementos de los sistemas hidráulicos se ajustan al objetivo funcional establecido.

CR5.3 Las verificaciones realizadas se ajustan a lo definido en las pautas de control.

CR5.4 La verificación de la estanqueidad de los sistemas hidráulicos y de los circuitos de circulación de líquido refrigerante del troquel se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP6: Verificar el funcionamiento del troquel en las pruebas operativas, analizando los defectos en las piezas producidas y estableciendo las medidas correctivas para su resolución, según los procedimientos establecidos, con la calidad requerida, y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR6.1 Las piezas fabricadas con el molde se corresponden con las especificaciones técnicas de la pieza a fabricar.

CR6.2 Las verificaciones de la pieza realizadas se ajustan a lo definido en las pautas de control.

CR6.3 Las medidas correctivas se establecen de acuerdo a los defectos observados en las piezas producidas y en el funcionamiento del troquel durante las pruebas en máquina.

CR6.4 La verificación del funcionamiento del molde se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Aplicaciones informáticas de control de calidad y metrología dimensional. Máquinas y útiles de metrología dimensional (Máquina de medir por coordenadas, proyector de perfiles, durómetro, rugosímetro, pies de rey, micrómetros, perfilómetros, entre otros). Prensas de estampación. Sistemas de visión artificial.

### Productos y resultados

Forma, dimensiones y acabados superficiales de los componentes del troquel verificados. Componentes del troquel ajustados a las especificaciones y a los requerimientos funcionales. Componentes del troquel montados. Componentes del troquel verificados

### Información utilizada o generada

Planos de fabricación del troquel. Normas técnicas de representación gráfica. Pautas de control para cada uno de los componentes del troquel. Instrucciones del proceso. Instrucciones de mantenimiento de uso. Normativa de Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente. Informes de medición y control de los componentes del troquel. Informes de medición y control de las piezas producidas por el troquel. Informes de las pruebas de funcionamiento del troquel.

## III. FORMACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

### MÓDULO FORMATIVO 1

**Denominación:** Diseño de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica

**Código:** MF2155\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

**UC2155\_3: Diseñar troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica**

**Duración:** 180 horas

### UNIDAD FORMATIVA 1

**Denominación:** MATRICERÍA

**Código:** UF2040

**Duración:** 60 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 y RP2.

## Capacidades y criterios de evaluación

C1: Interpretar información técnica para el diseño de troqueles identificando las formas, material y características de piezas a obtener por estampación.

CE1.1 Identificar en los planos de piezas las características de forma, dimensiones y acabados que influyan en el diseño del troquel.

CE1.2 Identificar en pedidos de troqueles la vida útil o prensa prevista, entre otras características que influyen en el diseño del troquel.

CE1.3 Identificar formas que pueden presentar dificultades para la conformación de piezas.

CE1.4 Identificar el material de la pieza a estampar.

C2: Analizar las características de los troqueles para definir su forma, dimensiones, soluciones constructivas y coste.

CE2.1 Identificar el comportamiento de la chapa en el proceso de estampación (troquelado, plegado, embutición, entre otros).

CE2.2 Describir los tipos de troqueles en función de las formas a estampar y el tipo de prensa.

CE2.3 Identificar formas de la pieza que pueden dificultar o impedir su obtención por procesos de estampación

CE2.4 Identificar los costes de fabricación del troquel.

CE2.5 Describir las operaciones del mantenimiento de troqueles.

CE2.6 Relacionar los materiales y sus tratamientos térmicos, superficiales y recubrimientos necesarios con las funciones de los componentes del troquel.

CE2.7 Describir los ensayos que se aplican en el troquelado y conformado.

CE2.8 Identificar los contenidos de los manuales de uso y mantenimiento de troqueles.

CE2.9 Describir los elementos estandarizados de troqueles.

CE2.10 En un supuesto práctico de definición de un troquel convenientemente caracterizado por la documentación técnica del pedido de una pieza de chapa metálica:

- Determinar la secuencia de operaciones a realizar sobre la chapa para obtener la pieza troquelada.
- Seleccionar el tipo de troquel en función de la pieza a obtener por estampación y la prensa a utilizar.
- Determinar los elementos comerciales estandarizados a utilizar en el troquel.
- Seleccionar los materiales y tratamientos a realizar en los componentes del troquel.
- Determinar los ensayos a realizar en el troquel.
- Estimar los costes de fabricación del troquel.
- Determinar las acciones de mantenimiento del troquel.

## Contenidos

### 1. Documentación técnica para fabricación de troqueles

- Hojas de pedido de troqueles.
- Normas de diseño y fabricación de troqueles.
- Interpretación de planos de conjunto para la definición del troquel.
- Interpretación de planos de despiece, listas de materiales y elementos normalizados y catálogos de componentes normalizados de troqueles.
- Dossier técnico del producto (manuales de uso y mantenimiento de troqueles, planos de conjunto, esquemas, listado de repuestos...) e informes técnicos relacionados con la factibilidad del diseño y necesidades de fabricación.

**2. Fabricación por troquelado**

- Tipo de flujo del producto:
  - En línea.
  - Intermitente.
- Tipo de servicio al cliente:
  - Fabricación para inventario.
  - Fabricación para surtir pedidos.
- Configuración de la maquinaria y útiles.
- Recorrido de los materiales en el taller.
  - Materia prima.
  - Embalaje.
  - Producto terminado.
  - Material de desecho reutilizable y no reutilizable.
  - Otros materiales.
  - Servicios externos al taller.
  - Almacenes.
  - Servicio de mantenimiento.
  - Servicio de taller del troqueles.
  - Servicio de planificación.
- Costes de fabricación de piezas troqueladas.
- Ensayos de troqueles.
- Mantenimiento de troqueles.

**3. Características de las prensas de troquelado**

- Definición y tipos.
- Descripción de las prensas.
- Características básicas de las prensas.
- Otros datos:
  - Velocidad de la máquina.
  - Máximo paso de alimentación.
  - Ancho máximo de banda admisible.
  - Espesores.

**4. Útiles de corte y conformado**

- Operaciones de deformación. Comportamiento de diferentes materiales ante la deformación. Operaciones básicas de deformación.
- Cinemática y estática del proceso de corte y estampación. Análisis de la deformación. Relación entre velocidades de deformación.
- Procesos de deformación volumétrica:
  - Estampación en frío.
- Procesos de deformación mecánico:
  - Doblado, embutido, conformado de chapa, corte (corte estándar y fino).
- Útiles de estampación en frío:
  - Clasificación de los troqueles.
  - Criterios de elección de un troquel.
- Útiles para troquelaría. Introducción. Punzones y portapunzones. Matrices y portamatrices. Topes. Guías. Extractores y alimentadores. Materiales para útiles de troquelaría.
- Tipos de troqueles:
  - Troqueles de corte: Según tipo de proceso. Según la estructura del troquel.
  - Troqueles de repasar.
  - Troqueles de corte interrumpido.
  - Troqueles de corte por seccionado.
  - Troqueles de dentar.
  - Troqueles con punzón de goma.

- Componentes de un troquel: Placa base. Placa matriz. Punzón. Mango.
- Útiles para troquelaría. Matriz simple de embutir. Matriz de cortar-embutir-perforar. Matriz de embutir de efecto múltiple. Troquel progresivo. Troquel para automoción.
- Útiles de doblar y curvar: útiles dobladores simples. Útiles dobladores de acción múltiple
- Útiles de embutir: útiles de embutir simples. Útiles de embutir con expulsor.
- Útiles de embutir con pisador. Útiles de embutir con punzón de goma. Útiles de embutir de acción hidráulica. Útiles de embutir por prensado. Útiles de embutir combinados. Útiles de embutir progresivos.

#### 5. Selección de materiales para útiles de corte y conformado:

- Clasificación, características y usos de los materiales empleados.
- Propiedades físicas, químicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales usados en los útiles de procesado de chapa y estampación.
- Tratamientos térmicos y termoquímicos utilizados en los útiles de procesado de chapa y estampación.
- Materiales metálicos, cerámicos y polímeros más usuales en los útiles de procesado de chapa y estampación. Clasificación, características y usos.
- Formas comerciales de los materiales. Designación. Utilización de catálogos comerciales.
- Compromiso ético con los valores de conservación y defensa del patrimonio ambiental y cultural de la sociedad.

### UNIDAD FORMATIVA 2

**Denominación:** CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE ELEMENTOS DEL TROQUEL

**Código:** UF2041

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3

#### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Realizar los cálculos necesarios para el dimensionado de los componentes del troquel realizando los cálculos a partir de los datos técnicos de la pieza y del troquel.

CE1.1 Identificar las solicitaciones mecánicas a las que están sometidos los elementos del troquel.

CE1.2 Calcular los esfuerzos aplicados sobre los componentes de troqueles en función de las solicitaciones a las que están sometidos

CE1.3 Determinar coeficientes de seguridad aplicados en el dimensionado de los componentes de un troquel.

CE1.4 Dimensionar elementos de troquel en función de los resultados de los cálculos de esfuerzos.

CE1.5 Calcular las necesidades de refrigeración del troquel.

CE1.6 Seleccionar elementos normalizados en función de sus características y las solicitaciones determinadas

CE1.7 Seleccionar materiales según la funcionalidad del componente diseñado.

CE1.8 Optimizar costes y mantenimiento del troquel actuando sobre el diseño

CE1.9 En un supuesto práctico de dimensionado de un troquel convenientemente caracterizado por la documentación técnica del pedido de una pieza de chapa metálica:

- Identificar las solicitaciones mecánicas que afectan a cada uno de los componentes del troquel.

- Calcular los esfuerzos a los que se somete cada componente.
- Dimensionar cada componente aplicando los debidos coeficientes de seguridad.
- Seleccionar los elementos normalizados utilizando catálogos comerciales.

## Contenidos

### 1. Cálculo y dimensionado del útil

- Fuerzas producidas en el conformado de chapa. Esfuerzo desarrollados en el corte, doblado y embutido. Fuerzas de extracción. Fuerzas de expulsión.
- Corte en prensa. Disposición de la pieza.
- Esfuerzos corte.
- Dimensionado de la base matriz y del cabezal punzonador.
- Juego entre el punzón y matriz.
- Distribución de punzones.
- Desarrollos y esfuerzos en el doblado y en la embutición.
- Cálculos en operaciones de troquelaría: corte de chapa. Dobrado de chapa. Embutición.
- Cálculo y dimensionamiento de las piezas de amarre.
- Cálculo y dimensionamiento de las piezas que componen el troquel.
- Formulas básicas de los diferentes útiles empleados en matricería.
- Formas y detalles constructivos de los elementos que determinan el útil de matricería.
- Manejo de catálogos y adecuación de los elementos calculados a los elementos comerciales.
- Elementos estandarizados empleados en los utillajes y sus aplicaciones más usuales.
- Tolerancias en la construcción de utillajes.
- Ingeniería asistida por ordenador CAE:
  - Modelos.
  - Solicitaciones, Cargas.
  - Simulación aplicando elementos finitos.
  - Análisis y mejora de la solución.

## UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** DISEÑO DE TROQUELES ASISTIDO POR ORDENADOR (CAD)

**Código:** UF2154

**Duración:** 90 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP 4 y RP5.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Diseñar troqueles con la ayuda de aplicaciones informáticas CAD para obtener los planos de fabricación y montaje.

CE1.1 Identificar las normas de representación gráfica usadas para el diseño de troqueles.

CE1.2 Determinar ajustes y tolerancias de componentes de troqueles de acuerdo a su función.

CE1.3 Relacionar la accesibilidad, montaje, mantenimiento y fabricabilidad de troqueles con las características del diseño de sus componentes.

CE1.4 Explicar los elementos necesarios que se deben incluir en el diseño de troqueles para su transporte y manipulación, incluyendo las protecciones.

CE1.5 Identificar los elementos y formas estandarizadas usados en la fabricación de troqueles.

CE1.6 Describir las pautas de control que se utilizan para la fabricación de troqueles.

CE1.7 En un supuesto práctico de diseño de un troquel convenientemente caracterizado por la documentación técnica y a partir de la definición del mismo y del dimensionado de sus componentes:

- Dibujar los planos de fabricación y montaje del troquel utilizando herramientas informáticas de representación gráfica 3D.
- Acotar cada uno de los componentes aplicando la normativa de representación gráfica.
- Establecer las pautas de control para la fabricación del troquel.

C2: Aplicar técnicas de verificación del diseño de troqueles para asegurar la calidad del producto y el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE2.1 Describir los procedimientos de verificación del diseño de troqueles.

CE2.2 Explicar el AMFE al diseño de troqueles.

CE2.3 Relacionar las especificaciones técnicas con las calidades de los elementos diseñados.

CE2.4 En un caso práctico de verificación de un diseño de troquel para la fabricación de una pieza de chapa metálica:

- Comprobar que el diseño del troquel contiene toda la información para su fabricación, montaje, uso y mantenimiento.
- Identificar los grupos funcionales del troquel.
- Buscar históricos de problemas acaecidos con troqueles o componentes similares.
- Realizar un árbol de fallos.
- Determinar la gravedad de cada fallo, la probabilidad de que ocurra y la probabilidad de no detección para poder calcular el valor de prioridad de riesgo.
- Determinar las causas de los fallos.
- Proponer soluciones a los problemas detectados.

## Contenidos

### 1. Diseño de útiles de troquelado para chapa y estampación.

- Factores a considerar en el diseño: proceso de fabricación y montaje. Medios disponibles. Costes. Mantenimiento.
- Normativa y aspectos a considerar en el diseño, en relación con la seguridad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Normas de aplicación. Evaluación de riesgos.
- Aspectos legislativos.
- Normativa de seguridad y medioambiente aplicable a los procesos de corte y conformado.
- Eficiencia en el diseño en relación con la simplificación de las formas, la funcionalidad, con el ahorro y el uso racional de materiales y energía.
- Desarrollo de las soluciones constructivas de útiles de chapa y estampación.
- Tipología de los defectos en los procesos de conformado de la chapa.
- Dispositivos de fijación y retención del paso de la banda.
- Elementos normalizados empleados en matricería.

### 2. Diseño 2D y 3D de piezas y conjuntos de troquelaría.

- Programas vectoriales y paramétricos 2d/3d. Elección.
- Programas comerciales. Niveles y usos en la industria actual.
- Creación de croquis.

- Herramientas de croquizar. Relaciones geométricas en los croquis.
- Acotación de croquis. Acotación automática.
- Creación y gestión de planos de trabajo.
- Visualización, zoom, giros, traslaciones.
- Creación de ejes, Sistema de coordenadas y puntos.
- Matrices 3d polares y rectangulares.
- Simetría de operaciones.
- Otras operaciones.
- Herramientas de medición y verificación. Volumen, área, centro gravedad.
- Introducción al diseño paramétrico y variacional.
- Creación de Tablas de Diseño. Relación con hoja de cálculo.
- Editar Tabla de diseño.
- Creación automática de Tablas de Diseño. Relación tablas de diseño y generación de catálogos.
- Sólidos.
- Superficies.
- Chapa metálica.
- Estructuras y piezas soldadas.

### 3. Ensamblajes de piezas y conjuntos de troqueles.

- Métodos de diseño de ensamblajes.
- Entorno del módulo de ensamblaje.
- Creación de un ensamblaje.
- Manipulación de componentes.
- Relaciones de posición entre componentes, estándar y avanzadas.
- Detección de colisiones.
- Cinemática de colisiones físicas.
- Detección de interferencias.
- Operaciones para ensamblaje.
- Vista explosionada.
- Elementos normalizados de troquelaría.

### 4. Verificación del diseño de útiles de troquelado:

- AMFE aplicado al diseño de útiles de procesado de chapa y estampación.
- Análisis de útiles diseñados aplicando el AMFE: Defectos y fallos típicos de útiles de procesado de chapa y estampación y de los productos obtenidos.
- Verificación de cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.

### 5. Gestión de documentación técnica. Elaboración de planos y dibujos.

- Creación de dibujos. Configuración de formatos de dibujo. Escalas.
- Obtención de vistas y secciones. Cortes y roturas.
- Formato de línea. Acotación de dibujos. Formato y tipo de cotas.
- Anotación de dibujos. Tolerancias geométricas, símbolos soldadura, acabados superficiales.
- Gestión de periféricos, impresión, almacenaje, transmisión.
- Intercambio de datos.
- Tipos de extensiones y formatos de archivo de piezas y ensamblajes.
- Características de cada tipo de formato. Iges, Vda, Catia, Parasolid, Sat, Step, Proe, Dxf, Dwg, Stl.
- Generación de presentaciones AVI y HTML. Publicación y gestión de documentos para la web.

### 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 y 2.



## **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:** PLANIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE TROQUELES PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS DE CHAPA METÁLICA

**Código:** MF2156\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2156\_3 Planificar la fabricación de troqueles moldes para la obtención de piezas de chapa metálica.

**Duración:** 140 horas

## **UNIDAD FORMATIVA 1**

**Denominación:** PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES DE TROQUELES

**Código:** UF2155

**Duración:** 50 horas.

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 y RP2

## **Capacidades y criterios de evaluación**

C1: Analizar la documentación técnica del troquel relativa al proceso de mecanizado de los componentes para su posterior fabricación y montaje.

CE1.1 Relacionar los mecanizados necesarios con las características del producto.

CE1.2 Determinar el plan de fabricación.

CE1.3 Describir los medios necesarios para la fabricación del troquel.

CE1.4 Identificar el camino crítico para la fabricación del troquel.

CE1.5 Describir las operaciones de mecanizado en troqueles.

CE1.6 Describir los procesos de relajación de las tensiones residuales del mecanizado.

CE1.7 Elaborar hojas de proceso para la fabricación de componentes de troquelado.

C2: Determinar las fases del proceso de montaje de los componentes del troquel en función de la forma y características del mismo.

CE2.1 Determinar el plan de montaje de los componentes fabricados.

CE2.2 Describir los medios necesarios para el montaje del troquel.

CE2.3 Describir las operaciones de montaje de troqueles.

CE2.4 Elaborar hojas de proceso para el montaje de troqueles.

CE2.5 Describir la importancia del orden en la secuencia de montaje del troquel.

CE2.6 Identificar el camino crítico en el montaje del troquel.

C3: Elaborar programas de fabricación del troquel y su montaje, a partir de la documentación técnica, en función de los recursos disponibles.

- CE3.1 Relacionar los recursos necesarios con la rentabilidad del producto.
- CE3.2 Explicar los diagramas de procesos identificando los cuellos de botella.
- CE3.3 Elaborar y clasificar la documentación necesaria para la programación de la producción.
- CE3.4 Programar los procesos externalizados con el fin de tener los recursos externos a disposición en el momento requerido.
- CE3.5 Planificar la logística necesaria para el transporte de componentes.
- CE3.6 En un supuesto práctico convenientemente caracterizado por la documentación técnica del troquel para la fabricación de una pieza de chapa metálica y los recursos disponibles en una empresa:
  - Identificar los procesos a realizar en las propias instalaciones y los que se externalizan.
  - Seleccionar las máquinas útiles y herramientas para fabricar cada uno de los componentes.
  - Determinar el flujo de materiales, tanto materias primas como materiales semielaborados.
  - Determinar los cuellos de botella para minimizar su impacto en la globalidad del proceso.
  - Elaborar la documentación técnica de la programación de la producción.

## Contenidos

### 1. Procesos de mecanizado para elementos de troquelaría y materiales.

- Tipos de procesos de mecanizado en troquelaría.
  - Por arranque de viruta.
  - Por abrasión.
  - Por Electroerosión.
- Condiciones tecnológicas a tener presente en el proceso de mecanizado.
  - Características y posibilidades.
  - La formación de viruta.
  - Parámetros de trabajo.
  - Influencia de los materiales y los tratamientos térmicos y superficiales en los procesos de mecanizado para troqueles.
- Máquinas, herramientas y utillaje utilizados en los procesos de mecanizado.
  - Clasificación de las máquinas-herramienta para mecanizado.
  - Características y capacidades productivas.
  - Herramientas para mecanizar. Herramientas de corte. Tipos, características y selección.
  - Accesorios y utillaje para el mecanizado.
- Procedimientos de medición y verificación en el proceso de mecanizado.
- Planificación metódica de los procesos de mecanizado.
  - Selección del proceso y de los equipos (máquinas, herramientas y útiles).
  - Determinación de fases y operaciones con previsión de las dificultades y el modo de superarlas.
  - Elaboración de hojas de proceso.
  - Elaboración del AMFE (Análisis modal de fallos y efectos) de procesos de mecanizado.
  - Reconocimiento y valoración de las técnicas de organización.
- La prevención de riesgos laborales y la protección medioambiental en los procesos de mecanizado.

2. **Procesos de montaje del troquel**
  - Procesos de montaje del troquel. Tipos de procesos de montaje. Características y posibilidades.
  - Máquinas, herramientas y utillaje utilizados en los procesos de montaje.
  - Clasificación de las máquinas y equipos para montaje. Características.
  - Herramientas, accesorios y utillaje para el montaje. Tipos, características y selección.
  - Planificación metódica de los procesos de montaje.
  
3. **Programación de la producción, análisis de tiempos y valoración de costes para la fabricación de elementos de troquelería.**
  - Cálculo y análisis de tiempos de los procesos de Mecanizado para la fabricación de elementos de troquelería.
    - Tiempos de producción. Tipos y unidades.
    - Sistemas de medida de tiempos.
    - Mejora de métodos.
  - Cálculo de costes de los procesos de mecanizado para la fabricación de elementos de troquelería.
    - Componentes del coste.
    - Valoración de la disminución del coste en la competitividad del proceso.
  - Elaboración de presupuestos de mecanizado para la fabricación de elementos de troquelería.
  - Planificación y programación de la producción.
    - Determinación de la capacidad de máquina.
    - Carga de trabajo.
    - Rutas de producción.
    - Lotes de producción.
    - MRP (planificación de las necesidades de materiales).
    - Órdenes de trabajo: Elaboración y lanzamiento.
    - Lanzamiento de la producción.
  - Programación de proyectos.
    - Diagrama de Gantt.
    - Método PERT.
    - Determinación del camino crítico.
    - Método Roy o MPM.
  - Control y seguimiento de la producción.
    - Técnicas de control de la producción.
    - Estadística.
    - Supervisión de procesos.
    - Reprogramación.
    - Métodos de seguimiento de la producción: PERT, Gantt, Roy, coste mínimo
  - Ingeniería concurrente.
  - Software de gestión de la producción GPAO (gestión de la producción asistida por ordenador).
  
4. **Logística aplicada a los procesos de fabricación y gestión de la documentación para elementos de troquelería.**
  - Documentos para la programación de la producción: Hojas de ruta, lista de materiales, etc.
  - Técnicas de codificación y archivo de documentación.
  - El informe técnico.
  - Software de gestión documental de la planificación y control de la producción.
  - Aprovisionamiento.
    - Plan de aprovisionamiento, flujo de materiales, etc.
    - Transporte: Tipos y medios.

- Almacenaje y distribución.
  - Sistemas de almacenaje.
  - Manipulación de mercancías.
  - Requisitos de superficie y volumen del almacén.
  - Gestión de «stocks».Gestión de almacén.
  - Embalaje y etiquetado.
  - Control de inventarios.
- Sistemas informáticos de gestión de logística.

## UNIDAD FORMATIVA 2

**Denominación:** PROGRAMACIÓN DE CNC DE TORNO PARA COMPONENTES DE MATRICERÍA O MOLDES

**Código:** UF2156

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3 en lo referido al Torno.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Elaborar programas de CNC de torno para el mecanizado de componentes de matricería o moldes.

- CE1.1 Relacionar estrategias de mecanizado en torno con las formas y calidades mecanizables.
- CE1.2 Explicar las opciones para optimizar los tiempos de fabricación en el torno actuando sobre las estrategias de mecanizado.
- CE1.3 Describir el análisis de viabilidad del mecanizado mediante los procesos de simulación.
- CE1.4 En un caso práctico de elaboración de programas de CNC de torno, para el mecanizado de un componente de matricería o molde:
  - Analizar las formas del componente.
  - Determinar la estrategia de mecanizado que obtenga el acabado superficial requerido con el mínimo uso de recursos.
  - Programar el CNC y revisar el resultado.
  - Simular el programa CNC y optimizarlo.

### Contenidos

#### 1. Programación de control numérico para torno

- Planteamientos generales.
  - Características mecánicas del Torno de control numérico.
  - Mecanismos de posicionamiento.
  - Medida de posición y velocidad.
  - Sistemas de cambio de piezas y herramientas.
  - Tablas de herramientas.
- Conceptos de programación en CNC Torno.
  - Orígenes del Torno de control numérico.
  - Nomenclatura de ejes en el Torno de control numérico.
  - Puntos de referencia.
  - Tipos de programación.
  - Fases de la programación.
  - Lenguajes de programación.

- Programación manual CNC torno aplicado a la fabricación de componentes de matricería o moldes.
  - Estructura y formato de un programa.
  - Programación de coordenadas.
  - Funciones de control de trayectoria.
  - Funciones preparatorias adicionales.
  - Compensación de herramientas.
  - Ciclos fijos básicos de mecanizado.
  - Ciclos fijos avanzados de mecanizado.
  - Funciones auxiliares.
  - Simulación del mecanizado.
  - Comparación de instrucciones entre diferentes lenguajes.
  - Interpretación de manuales técnicos.
  - Identificación y resolución de problemas.
  - Planificación de la actividad.
  - Proceso e indicadores para la evaluación de los resultados.

### UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** PROGRAMACIÓN DE CNC DE FRESADORA PARA COMPONENTES DE MATRICERÍA O MOLDES

**Código:** UF2157

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3 en lo referido al Fresadora.

#### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Elaborar programas de CNC de fresadora para el mecanizado de componentes de matricería o moldes.

CE1.1 Relacionar estrategias de mecanizado en fresadora con las formas y calidades mecanizables.

CE1.2 Explicar las opciones para optimizar los tiempos de fabricación en la fresadora actuando sobre las estrategias de mecanizado.

CE1.3 Describir el análisis de viabilidad del mecanizado mediante los procesos de simulación.

CE1.4 En un caso práctico de elaboración de programas de CNC de fresadora para el mecanizado de un componente de matricería o molde:

- Analizar las formas del componente.
- Determinar la estrategia de mecanizado que obtenga el acabado superficial requerido con el mínimo uso de recursos.
- Programar el CNC y revisar el resultado.
- Simular el programa CNC y optimizarlo.

#### Contenidos

##### 1. Programación de control numérico para la Fresadora

- Planteamientos generales.
  - Características mecánicas de la Fresadora de control numérico.
  - Mecanismos de posicionamiento.
  - Medida de posición y velocidad.

- Sistemas de cambio de piezas y herramientas.
- Tablas de herramientas.
- Conceptos de programación en CNC Fresadora.
  - Orígenes de la fresadora de control numérico.
  - Nomenclatura de ejes en la fresadora de control numérico.
  - Puntos de referencia.
  - Tipos de programación.
  - Fases de la programación.
  - Lenguajes de programación.
- Programación manual CNC Fresadora aplicado a la fabricación de componentes de matricería o moldes.
  - Estructura y formato de un programa.
  - Programación de coordenadas.
  - Funciones de control de trayectoria.
  - Funciones preparatorias adicionales.
  - Compensación de herramientas.
  - Ciclos fijos básicos de mecanizado.
  - Ciclos fijos avanzados de mecanizado.
  - Funciones auxiliares.
  - Simulación del mecanizado.
  - Comparación de instrucciones entre diferentes lenguajes.
  - Interpretación de manuales técnicos.
  - Identificación y resolución de problemas.
  - Planificación de la actividad.
  - Proceso e indicadores para la evaluación de los resultados.

## UNIDAD FORMATIVA 4

**Denominación:** CAM PARA FABRICACIÓN DE COMPONENTES DE MATRICERÍA O MOLDES

**Código:** UF2158

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Elaborar programas de CNC para el mecanizado utilizando aplicaciones informáticas CAM.

- CE1.1 Relacionar estrategias de mecanizado con las formas y calidades mecanizables.
- CE1.2 Explicar las opciones para optimizar los tiempos de fabricación actuando sobre las estrategias de mecanizado.
- CE1.3 Explicar el postprocesado de programas CAM para obtener el programa de CNC.
- CE1.4 Describir el análisis de viabilidad del mecanizado mediante los procesos de simulación.
- CE1.5 En un caso práctico de elaboración de programas CAM para el mecanizado de piezas:
  - Importar el diseño 3D a una aplicación informática CAM.
  - Analizar las formas del componente.
  - Determinar la estrategia de mecanizado que obtenga el acabado superficial requerido con el mínimo uso de recursos.

- Postprocesar el resultado del programa CAM para obtener un programa de CNC y revisar el resultado.
- Simular el programa CNC y optimizarlo.

## Contenidos

### 1. Modificación de geometrías

- Sistemas de representación en 2D y 3D.
- Entorno 2D, 3D/Superficies.
  - Creación de entidades y superficies con variables CAD.
  - Modificación y manipulación de entidades y superficies con variables CAD.
  - Utilización de variables de posición.
  - Modificación y manipulación del entorno.
  - Visualización de piezas.
- Entorno 3D/Sólidos.
  - Creación y manipulación de croquis utilizando herramientas CAD Sólido.
  - Creación y manipulación de geometrías de referencia.
  - Creación y manipulación de operaciones sólidas.
  - Editar y modificar operaciones de una pieza dentro de un conjunto.
  - Generar elementos o piezas a partir de otros ya existentes.
  - Modificar y manipular opciones de dibujo.
  - Formatos de intercambio gráfico.
  - Exportar documentos.
  - Configuración de opciones de exportar.
  - Exportar/importar y utilizar archivos.
  - Exportar archivos STL.

### 2. Programación asistida por ordenador (CAM)

- Planteamientos generales.
  - Concepto de fabricación asistida por ordenador.
  - Sistemas CAM: Características, clasificación, ventajas e inconvenientes de su utilización.
  - Características mecánicas de las máquinas-herramienta de control numérico.
  - Mecanismos de posicionamiento.
  - Medidas de posición y velocidad.
  - Sistemas de cambio de herramienta y piezas.
- Conceptos previos a la programación asistida.
  - Relación entre orígenes de las máquinas-herramienta de control numérico y el sistema CAM.
  - Nomenclatura de ejes en las máquinas-herramienta de control numérico y del sistema CAM.
  - Puntos de referencia.
  - Módulos y entornos en fabricación asistida.
  - Lenguajes de programación.
- Programación asistida.
  - Configuración inicial del sistema.
  - Definición de la tabla de herramientas o útiles.
  - Definición de condiciones tecnológicas.
  - Generación de trayectoria auxiliares.
  - Selección de la operación y la estrategia en función del tipo de mecanizado a realizar.
  - Generación de trayectoria de herramientas o útiles.
  - Optimización de recorridos.
  - Parametrización y asociatividad automática del mecanizado.
  - Modificación de parámetros de mecanizado, posprocesado y ficheros.

- Simulación virtual de las operaciones.
- Posprocesado de las piezas para una o varias máquinas.
- Gestión de ficheros CN.
- Gestión de ficheros de configuración.
- Interpretación de manuales técnicos.
- Identificación y resolución de problemas.
- Planificación de la actividad.
- Proceso e indicadores para la evaluación de los resultados.
- CNC torno, fresa y electroerosión.
  - Operaciones y ciclos.
  - Orígenes de programa MCS.
  - Mecanizado en múltiples planos.
  - Mecanizado con y sin mesa giratoria.
  - Contorneado de 2 ejes con Ángulo.
  - Tipos de esquina y Ángulos de inclinación.
  - Contorneado de 4 Ejes.
  - Repasos en 2 Ejes sin Ángulo con Corte de Cuello.
  - Destructivo en 2 Ejes.
  - Macros Simple y Múltiple.
  - Modificadores.
    - De dirección.
    - De entras/salida.
    - Agujero inicial y final.
    - Cortes de cuello.

### 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 y 2.

### 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:** ELABORACIÓN DE COMPONENTES DE TROQUELES PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS DE CHAPA METÁLICA

**Código:** MF2157\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2157\_3 Elaborar componentes de troqueles para la obtención de piezas chapa metálica.

**Duración:** 150 horas



## UNIDAD FORMATIVA 1

**Denominación:** MECANIZADO DE COMPONENTES DE TROQUELES POR ARRANQUE DE VIRUTA

**Código:** UF2159

**Duración:** 70 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2 y RP3, en lo referido al mecanizado de los componentes de un troquel con máquinas por arranque de viruta.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Realizar operaciones de preparación de máquinas para el mecanizado por arranque de viruta de los componentes de troqueles, utilizando los equipos y medios necesarios a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE1.1 Describir los sistemas de amarre de pieza para el mecanizado por arranque de viruta.

CE1.2 Explicar los procedimientos del montaje y alineado de los utillajes en las máquinas por arranque de viruta.

CE1.3 Explicar los procesos de centrado y alineado de la pieza en el utillaje de amarre y máquina.

CE1.4 Describir las condiciones de limpieza de las piezas, útiles y herramientas para su uso y conservación.

CE1.5 Identificar los medios adecuados para la manipulación de piezas teniendo en cuenta la forma, peso y dimensiones.

CE1.6 Describir los sistemas de carga de programas CNC en el control de la máquina para el mecanizado por arranque de viruta.

CE1.7 En un caso práctico de preparación de la máquina herramienta para el mecanizado de un componente de troquel:

- Amarrar la pieza en la máquina.
- Medir la herramienta e introducir los decalajes en la máquina.
- Montar las herramientas de corte en la máquina.
- Centrar y alinear el útil y la pieza con los diferentes ejes de la máquina.
- Cargar el programa de CNC en la máquina.
- Realizar una simulación en vacío del proceso de mecanizado.
- Corregir los parámetros de mecanizado en función de la máquina y el acabado a obtener.
- Comprobar el desgaste de la herramienta y corregir los decalajes en el CNC.

C2: Operar máquinas-herramienta para el mecanizado de componentes de troqueles por arranque de viruta, cumpliendo las especificaciones del proceso y obteniendo la calidad requerida.

CE2.1 Explicar el uso de las máquinas-herramienta por arranque de viruta utilizadas en la mecanización de piezas de troquel.

CE2.2 Describir los comportamientos necesarios para cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE2.3 Explicar los procesos de verificación de componentes de troquel mecanizado por arranque de viruta.

CE2.4 Identificar las acciones a realizar en el mantenimiento de usuario de las máquinas-herramienta por arranque de viruta.

CE2.5 Describir los efectos del mecanizado en la generación de tensiones residuales.

CE2.6 En un caso práctico de mecanizado por arranque de viruta de un componente de un troquel:

- Realizar las operaciones de mecanizado por arranque de viruta siguiendo la hoja de proceso.
- Comprobar el centrado y alineación de la pieza en cada nueva atada.
- Mecanizar el componente del troquel.
- Verificar las dimensiones y la forma de la pieza antes de moverla del útil de fijación.
- Manipular la pieza y la máquina-herramienta de arranque de viruta siguiendo las medidas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

## Contenidos

### 1. Mecanizado de componentes de troqueles en torno

- Tornos (convencional, CNC, centro de torneado).
  - Tipos.
  - Partes.
  - Accionamientos.
- Sistemas de amarre para componentes del troquel.
- Diferentes montajes de piezas a mecanizar.
- Refrigeración
- Preparación de tornos para mecanizado de componentes del troquel.
- Operaciones fundamentales en el torno paralelo para mecanizado de componentes del troquel, así como los cálculos necesarios para su correcta aplicación.
  - Torneado cilíndrico y cónico. Exterior e interior.
  - Taladrado, refrentado, tronzado, moleteado, roscado, pulido, etc.
- Accesorios del torno paralelo.
- Carga de programas de CNC en máquina.
  - Montaje de piezas y toma de referencias en máquinas de CNC.
  - Simulación de programas en torno.
  - Mecanizado de componentes del troquel en torno CNC.
  - Herramientas y portaherramientas necesarios para cada operación.
  - Medios de manipulación de materias primas o componentes del troquel mecanizados.
  - Prevención de riesgos laborales en la utilización del torno.
  - Mantenimiento de usuario del torno.

### 2. Mecanizado de componentes de troqueles en fresadora

- Fresadoras (convencional, CNC, centro de mecanizado).
  - Tipos.
  - Partes.
  - Accionamientos.
- Sistemas de amarre para componentes del troquel.
- Diferentes montajes de piezas a mecanizar.
- Refrigeración.
- Operaciones fundamentales de mecanizado de componentes del troquel en la fresadora universal, así como los cálculos necesarios para su correcta aplicación:
  - Fresado plano, frontal, tangencial, fresado de perfiles y formas poligonales.
  - Ranurado, chaveteros, corte con sierra circular.
  - Mortajado, taladrado y mandrinado.
  - Herramientas y portaherramientas necesarias para cada operación.
- Accesorios de la fresadora universal.
  - Aparato divisor. Cabezal universal. Mortajadora. Mandrinadora.
- Carga de programas CNC en máquina.

- Montaje de piezas y toma de referencias en máquinas CNC.
- Simulación de programas.
- Mecanizado de componentes del troquel en fresadora CNC. Centros de Mecanizado.
- Preparación fresadora y centros de mecanizado.
- Medios de manipulación de piezas.
- Prevención de riesgos laborales en la utilización de la fresadora.
- Mantenimiento de usuario de fresadora y centros de mecanizado.

### 3. Mecanizado de componentes de troqueles en máquinas herramientas auxiliares

- Sistemas de amarre de componentes de troqueles para su mecanizado en las máquinas auxiliares.
- Sistemas de montaje de las piezas y herramientas en las máquinas auxiliares.
- Refrigeración.
- Partes principales y funcionamiento.
- Preparación de máquinas herramientas auxiliares para el mecanizado de componentes de troqueles.
- Trabajos que se pueden realizar en cada una de ellas.
- Mecanizado con máquinas herramientas auxiliares.
- Herramientas que se emplean.
- Parámetros de corte: Velocidad de corte, rotación y avance.
- Prevención de riesgos laborales en la utilización de las máquinas herramientas auxiliares.
- Mantenimiento de usuario en las máquinas auxiliares.

## UNIDAD FORMATIVA 2

**Denominación:** MECANIZADO DE COMPONENTES DE TROQUELES EN RECTIFICADORA CONVENCIONAL Y CNC

**Código:** UF2160

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2 y RP3, en lo referido al mecanizado de los componentes de un troquel con máquinas por abrasión.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Realizar operaciones de preparación de las rectificadoras para el mecanizado de los componentes de troqueles, utilizando los equipos y medios necesarios a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE1.1 Describir los sistemas de amarre de pieza para el rectificado.

CE1.2 Explicar los procedimientos del montaje y alineado de los utillajes para sujeción de troqueles.

CE1.3 Explicar los procesos de centrado y alineado de los componentes del troquel en el utillaje de amarre y máquina.

CE1.4 Describir las condiciones de limpieza de las piezas, útiles y herramientas para su uso y conservación.

CE1.5 Identificar los medios adecuados para la manipulación de los componentes del troquel teniendo en cuenta la forma, peso y dimensiones.

CE1.6 Describir los sistemas de carga de programas CNC en el control de la máquina para el rectificado.

CE1.7 En un caso práctico de preparación de la rectificadora para el mecanizado de un componente de troquel:

- Amarrar el componente del molde en la rectificadora.
- Medir la herramienta e introducir los decalajes en la rectificadora.
- Montar las muelas en la rectificadora.
- Centrar y alinear el útil y la pieza con los diferentes ejes de la rectificadora.
- Cargar el programa de CNC en la rectificadora.
- Realizar una simulación en vacío del proceso de rectificado.
- Corregir los parámetros de mecanizado en función de la máquina y el acabado del componente del molde a rectificar.
- Comprobar el desgaste de la muela y corregir los decalajes en el CNC.

C2: Operar máquinas-herramienta para el mecanizado de componentes de troqueles por abrasión, cumpliendo las especificaciones del proceso y obteniendo la calidad requerida.

CE2.1 Explicar el uso de las máquinas-herramienta de abrasión utilizadas en la mecanización de piezas de troquel.

CE2.2 Describir los comportamientos necesarios para cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE2.3 Explicar los procesos de verificación de componentes de troquel mecanizados por abrasión.

CE2.4 Identificar las acciones a realizar en el mantenimiento de usuario de las máquinas-herramienta de abrasión.

CE2.5 En un caso práctico de mecanizado por abrasión de un componente de troquel:

- Realizar las operaciones de mecanizado por abrasión siguiendo la hoja de proceso.
- Comprobar el centrado y alineación de la pieza en cada nueva atada.
- Rectificar la pieza del troquel.
- Verificar las dimensiones y la forma de la pieza antes de moverla del útil de fijación.
- Manipular la pieza y la máquina siguiendo las medidas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

## Contenidos

### 1. Mecanizado por abrasión en el mecanizado de componentes de troqueles

- Herramientas de rectificado. Muelas. Elección y factores de corte de las muelas. Elección.
- Reavivado de muelas.
- Perfilado de forma de las muelas.
- Preparación de rectificadoras.
  - Sistemas de amarre de pieza. Montaje, alineado y centrado de piezas y útiles de amarre.
  - Sistemas de amarre de sujeción de muelas.
  - Equilibrado de muelas.
  - Medios de manipulación de piezas.
- Máquinas de mecanizado por abrasión en el mecanizado de componentes de troqueles.
  - Tipos de rectificadora.
  - Componentes de la rectificadora.
  - Accionamientos de la rectificadora.
- Refrigeración.
  - Tipos de refrigerante.
  - Boquillas de refrigeración.
- Transferencia de programas CNC a máquina.

- Técnicas operativas de rectificado.
  - Cilíndrico. Cónico.
  - Planeado.
  - Punteado rectificado.
  - Especiales.
- Capacidades y limitaciones para la obtención de formas. Operaciones normales de acabado Accesorios del torno paralelo.
- Prevención de Riesgos Laborales y protección del Medio Ambiente en las rectificadoras.
- Mantenimiento de usuario en las rectificadoras.

### UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** MECANIZADO DE COMPONENTES DE TROQUELES POR ELECTROEROSIÓN

**Código:** UF2161

**Duración:** 50 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2 y RP3, en lo referido al mecanizado de los componentes de un troquel con máquinas por electroerosión.

#### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Realizar operaciones de preparación de máquinas de electroerosión para el mecanizado de los componentes de troqueles, utilizando los equipos y medios necesarios a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE1.1 Describir los sistemas de amarre en máquinas de electroerosión para el mecanizado de componentes de troqueles.

CE1.2 Explicar los procedimientos del montaje y alineado de los utillajes para sujeción de troqueles.

CE1.3 Explicar los procesos de centrado y alineado de los componentes del troquel en el utillaje de amarre y máquina de electroerosión.

CE1.4 Describir las condiciones de limpieza de las piezas, útiles y electrodos para su uso y conservación.

CE1.5 Identificar los medios adecuados para la manipulación de los componentes del troquel teniendo en cuenta la forma, peso y dimensiones.

CE1.6 Describir los sistemas de carga de programas CNC en el control de la máquina de electroerosión.

CE1.7 En un caso práctico de preparación de la máquina de electroerosión para el mecanizado de un componente de troquel:

- Amarrar el componente del molde en la máquina de electroerosión.
- Medir la herramienta e introducir los decalajes en la máquina de electroerosión.
- Medir la herramienta e introducir los decalajes.
- Montar los electrodos en la máquina de electroerosión.
- Centrar y alinear el útil y la pieza con los diferentes ejes de máquina de electroerosión.
- Centrar y alinear el útil y la pieza con los diferentes ejes.
- Cargar el programa de CNC en la máquina de electroerosión.
- Realizar una simulación en vacío del proceso de electroerosión.
- Corregir los parámetros de mecanizado en función de la máquina y el acabado del componente del molde a electroerosionar.
- Comprobar el desgaste de los electrodos y corregir los decalajes en el CNC.

C2: Operar máquinas-herramienta para el mecanizado de componentes de troqueles por electroerosión, cumpliendo las especificaciones del proceso y obteniendo la calidad requerida.

CE2.1 Explicar el uso de las máquinas-herramienta de electroerosión utilizadas en la mecanización de piezas de troquel.

CE2.2 Describir los comportamientos necesarios para cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE2.3 Explicar los procesos de verificación de componentes de troquel mecanizados por electroerosión

CE2.4 Identificar las acciones a realizar en el mantenimiento de usuario de las máquinas-herramienta de electroerosión.

CE2.5 En un caso práctico de mecanizado por electroerosión de un componente de troquel:

- Realizar las operaciones de electroerosionado siguiendo la hoja de proceso.
- Comprobar el centrado y alineación de la pieza en cada nueva atada.
- Electroerosionar la pieza del troquel.
- Verificar las dimensiones y la forma de la pieza antes de moverla del útil de fijación.
- Manipular la pieza y la máquina siguiendo las medidas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

## Contenidos

### 1. Mecanizado por electroerosión por penetración en el mecanizado de componentes de troqueles

- Principios de funcionamiento.
- Máquinas de electroerosión por penetración utilizadas en el mecanizado de componentes de troqueles.
- Técnicas operativas por electroerosión utilizadas en el mecanizado de componentes de troqueles: preparación de máquina, electroerosionado por penetración.
- Capacidades y limitaciones para la obtención de formas.
- Evacuación de residuos de la zona de mecanizado por presión o aspiración.
- Parámetros tecnológicos. Regulación.
- Dieléctricos empleados en el mecanizado. Tratamiento de residuos.
- Sistemas de amarre. Montaje, alineado y centrado de piezas y útiles de amarre.
- Sistemas de sujeción de electrodos.
- Medios de manipulación de piezas.
- Transferencia de programas CNC a máquina.
- Normas de Prevención de Riesgos Laborales y protección del Medio Ambiente.
- Mantenimiento de usuario de las máquinas de electroerosión por penetración.

### 2. Mecanizado por electroerosión por hilo en el mecanizado de componentes de troqueles

- Principios de funcionamiento.
- Máquinas de electroerosión por hilo utilizadas en el mecanizado de componentes del troquel.
- Técnicas operativas de electroerosión por hilo utilizadas en el mecanizado de componentes de troquel: preparación de máquina, corte por electroerosión de hilo.
- Capacidades y limitaciones para la obtención de formas.
- Parámetros tecnológicos. Regulación
- Dieléctricos empleados en el mecanizado. Tratamiento de residuos.
- Sistemas de alimentación y enhebrado de hilo.
- Sistemas de amarre. Montaje, alineado y centrado de piezas y útiles de amarre.

- Medios de manipulación de piezas.
- Transferencia de programas CNC a máquina.
- Normas de Prevención de Riesgos Laborales y protección del Medio Ambiente.
- Mantenimiento de usuario de las máquinas de electroerosión por hilo.

## **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 4**

**Denominación:** AJUSTE, MONTAJE Y VERIFICACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD Y DE LOS COMPONENTES DE TROQUELES

**Código:** MF2158\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2158\_3 Ajustar, montar y verificar la funcionalidad y los componentes de moldes troqueles.

**Duración:** 120 horas

## **UNIDAD FORMATIVA 1**

**Denominación:** METROLOGÍA PARA MATRICES O MOLDES

**Código:** UF2162

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1

## **Capacidades y criterios de evaluación**

C1: Aplicar técnicas de verificación del troquel asegurando que cumplen las especificaciones y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

- CE1.1 Describir las condiciones ambientales y de limpieza que deben cumplir el espacio donde se mide, los instrumentos de verificación y la pieza.
- CE1.2 Relacionar los instrumentos de verificación con los parámetros a verificar.
- CE1.3 Explicar los errores que se producen al verificar debidos al instrumento o proceso y forma de corregirlos.
- CE1.4 Describir los procedimientos de verificación.
- CE1.5 Explicar los usos y mantenimiento de instrumentos de verificación.
- CE1.6 En un caso práctico de verificación de un componente de un troquel:
  - Comprobar las condiciones climáticas del laboratorio.
  - Manipular el componente asegurando no dañarlo.
  - Seleccionar los útiles de verificación en función de las características a verificar.
  - Comprobar que la calibración de los útiles y máquinas de verificación es vigente.

- Utilizar los útiles y máquinas de verificación según los protocolos establecidos.
- Manipular los útiles y máquinas de verificación asegurando su perfecto estado de conservación.
- Registrar las medidas realizadas en el soporte especificado.
- Establecer las medidas correctoras para resolver las desviaciones detectadas.
- Manipular la pieza e instrumentos de verificación siguiendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

## Contenidos

### 1. Verificación de la funcionalidad

- Acondicionamiento de las piezas para su medición.
- Instrumentos de verificación.
- Calibración de los instrumentos de verificación
  - Comprobación de la calibración de los instrumentos de verificación.
- Procedimientos de verificación de piezas en laboratorio de metrología.
  - Verificación dimensional.
  - Verificación superficial.
  - Verificación de formas complejas.
- Máquinas de medición por coordenadas.
- Rugosímetros.
- Verificación por visión artificial.
- Ensayos destructivos y no destructivos para troqueles.
- Normas de verificación.
- Calidad en el proceso de verificación.
- Prevención de Riesgos Laborales en la verificación de componentes de troqueles o moldes.
- Protección del Medio Ambiente en la verificación de componentes de troqueles o moldes.

## UNIDAD FORMATIVA 2

**Denominación:** AJUSTE DE TROQUELES

**Código:** UF2163

**Duración:** 60 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP 2

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Realizar operaciones de ajuste de componentes del troquel según especificaciones de diseño, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

- CE1.1 Identificar los componentes de troqueles que requieren ajuste en base a su funcionalidad.
- CE1.2 Relacionar los defectos en las piezas estampadas con las operaciones de ajuste necesarias en el troquel para su eliminación.
- CE1.3 Describir los procedimientos de ajuste de troqueles.
- CE1.4 Describir los procesos manuales de ajuste y acabado de troqueles.
- CE1.5 Identificar los medios adecuados para la manipulación de piezas teniendo en cuenta la forma, peso y dimensiones.



CE1.6 Describir los comportamientos necesarios para cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental en el ajuste de troqueles.

CE1.7 En un caso práctico de ajuste de un troquel:

- Determinar las partes del troquel que deben ser sometidas a procesos de ajuste
- Establecer las operaciones manuales o en máquina a realiza para ajustar el troquel.
- Realizar las operaciones de ajuste manual o mecánico aplicando los procesos establecidos.
- Utilizar las máquinas y herramientas requeridas en cada operación.
- Verificar el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos funcionales de los componentes del troquel
- Manipular la pieza herramientas y máquinas siguiendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

## Contenidos

### 1. Ajuste de troqueles cortadores y dobladores

- Procedimientos de ajuste.
- Operaciones manuales de ajuste de componentes de troqueles.
- Herramientas para ajuste manual de troqueles.
- Técnicas operativas de ajuste manual.
- Operaciones manuales de acabado de componentes de troqueles.
- Herramientas para acabado de troqueles.
- Técnicas operativas de acabado manual.
- Operaciones de ajuste y acabado por mecanizado de componentes de troqueles.
- Herramientas de ajuste y acabado por mecanizado.
- Técnicas operativas de ajuste y acabado por mecanizado.
- Prevención de riesgos laborales en el ajuste de troqueles cortadores y dobladores.
- Mantenimiento preventivo y limpieza de troqueles.

### 2. Ajuste de troqueles embutidores

- Procedimientos de ajuste de troqueles embutidores.
- Operaciones manuales de ajuste de componentes de troqueles embutidores.
- Herramientas para ajuste manual de troqueles embutidores.
- Técnicas operativas de ajuste manual de troqueles embutidores.
- Operaciones manuales de acabado de componentes de troqueles embutidores.
- Herramientas para acabado de troqueles embutidores.
- Técnicas operativas de acabado manual en troqueles embutidores.
- Operaciones de ajuste y acabado por mecanizado de componentes de troqueles embutidores.
- Herramientas para ajuste y acabado por mecanizado de troqueles embutidores.
- Técnicas operativas de ajuste y acabado por mecanizado de troqueles embutidores.
- Prevención de riesgos laborales en el ajuste de troqueles embutidores.
- Mantenimiento preventivo y limpieza de troqueles embutidores.

## UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** MONTAJE DE TROQUELES Y PUESTA A PUNTO DE LÍNEAS DE ESTAMPADO.

**Código:** UF2164

**Duración:** 30 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3, RP4, RP5 y RP6.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Realizar operaciones de montaje de troqueles utilizando los equipos y medios necesarios, a partir de documentación y especificaciones técnicas y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

- CE1.1 Describir los procedimientos para el montaje de troqueles.
- CE1.2 Relacionar las herramientas de montaje de troqueles con su aplicación.
- CE1.3 Identificar los medios adecuados para la manipulación de piezas teniendo en cuenta la forma, peso y dimensiones.
- CE1.4 Describir las condiciones de limpieza de las piezas, útiles y herramientas para su uso y conservación.
- CE1.5 Describir los procedimientos de verificación del cumplimiento de las especificaciones y requerimientos funcionales de los componentes del troquel.
- CE1.6 Describir los comportamientos necesarios para cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental en el montaje de troqueles.
- CE1.7 En un caso práctico de montaje de un troquel:
  - Ensamblar los diferentes componentes del troquel centrándolos y alineándolos.
  - Realizar las operaciones de montaje.
  - Utilizar las herramientas específicas para cada operación.
  - Apretar los tornillos y tuercas con el par especificado.
  - Verificar el correcto funcionamiento de las cadenas cinemáticas del troquel.
  - Verificar los circuitos hidráulicos conforme a las especificaciones del diseño.
  - Manipular las piezas, herramientas y máquinas siguiendo las medidas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

C2: Aplicar técnicas de verificación de la funcionalidad de los componentes y sistemas del troquel según los requerimientos del diseño.

- CE2.1 Relacionar los tipos de prensas con los tipos de troquel que pueden usar.
- CE2.2 Describir procedimientos de montaje y regulación de troqueles en prensa (recorrido, alimentación, cadencia, entre otros).
- CE2.3 Describir los procedimientos de verificación de las piezas obtenidas con el troquel.
- CE2.4 Relacionar los defectos que se obtienen por estampación con las posibles causas que los originan.
- CE2.5 Relacionar las causas de los defectos con las acciones para su corrección.
- CE2.6 Describir los comportamientos necesarios para cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental en la verificación de la funcionalidad de troqueles.
- CE2.7 En un caso práctico de verificación de la funcionalidad de un troquel:
  - Montar el troquel en la prensa de estampación.
  - Ajustar los parámetros de funcionamiento de la prensa.

- Estampar una pieza de prueba.
- Verificar la pieza obtenida.
- Determinar los parámetros a corregir en función de los defectos observados en la pieza.
- Modificar los parámetros de máquina necesarios.
- Realizar propuestas de modificación del diseño del troquel.
- Manipular piezas, troqueles y máquinas siguiendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

## Contenidos

### 1. Prueba y verificación del troquelado

- Procesos de montaje del troquel.
  - Tipos de procesos de montaje.
  - Características y posibilidades.
- Máquinas, herramientas y utillaje utilizados en los procesos de montaje.
  - Clasificación de las máquinas y equipos para montaje. Características.
  - Herramientas, accesorios y utillaje para el montaje. Tipos, características y selección.
- Planificación metódica de los procesos de montaje.
- Montaje de troquel en prensa.
  - Puesta a punto de prensa.
- Estampación de piezas.
- Verificación de piezas. Elementos de control. Comprobación defectos.
- Procedimientos de medición y verificación utilizados en los procesos de montaje.
- Análisis y corrección de defectos en piezas troqueladas.
- La prevención de riesgos laborales y la protección medioambiental en los procesos de montaje.
- Verificación de cadenas cinemáticas del troquel.
- Verificación de circuitos hidráulicos del troquel. Ajuste presión requerida.
- Ajuste y regulación del troquel en la prensa.
- Mantenimiento de usuario en troqueles y prensa. Limpieza.

### 2. Verificación funcional del troquel

- Ensayo en vacío y en carga (con material).
- Reconocimiento de superficies después del troquelado.
- Comprobación defectos pieza troquelada. Acabado y geometría deseada.
- Causas de los defectos en las piezas troqueladas.

## 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 FABRICACIÓN DE TROQUELES PARA LA PRODUCCIÓN DE PIEZAS DE CHAPA METÁLICA

**Código:** MP0449

**Duración:** 40 horas

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Colaborar en el diseño de troqueles, definiendo su forma, dimensiones, soluciones constructivas y coste.

CE1.1 Determinar la secuencia de operaciones a realizar sobre la chapa para obtener la pieza troquelada.

CE1.2 Realizar los cálculos necesarios para el dimensionado de los componentes del troquel realizando los cálculos a partir de los datos técnicos de la pieza y del troquel.

CE1.3 Diseñar troqueles con la ayuda de aplicaciones informáticas CAD para obtener los planos de fabricación y montaje.

CE1.4 verificación del diseño de troqueles para asegurar la calidad del producto y el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE1.5 Comprobar que el diseño del troquel contiene toda la información para su fabricación, montaje, uso y mantenimiento.

C2: Colaborar en la elaboración de programas de fabricación del troquel y su montaje, a partir de la documentación técnica, en función de los recursos disponibles.

CE2.1 Identificar los procesos a realizar en las propias instalaciones y los que se externalizan.

CE2.2 Seleccionar las máquinas útiles y herramientas para fabricar cada uno de los componentes.

CE2.3 Determinar el flujo de materiales, tanto materias primas como materiales semielaborados.

CE2.4 Determinar los cuellos de botella para minimizar su impacto en la globalidad del proceso.

CE2.5 Elaborar la documentación técnica de la programación de la producción.

C3: Mecanizar componentes de troqueles preparando y manipulando tornos, centros de mecanizado, rectificadoras y máquinas de electroerosión.

CE3.1 Elaborar programas de CNC para el mecanizado de componentes de troqueles utilizando aplicaciones informáticas CAM.

CE3.2 Preparar máquinas para el mecanizado de componentes de troqueles, utilizando los equipos y medios necesarios a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE3.3 Operar máquinas-herramienta para el mecanizado de componentes de troqueles cumpliendo las especificaciones del proceso y obteniendo la calidad requerida.

CE3.4 Aplicar técnicas de verificación del troquel asegurando que cumplen las especificaciones y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

C4: Realizar operaciones de ajuste, montaje y pruebas del troquel según especificaciones de diseño, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE4.1 Realizar las operaciones de ajuste manual o mecánico aplicando los procesos establecidos.

CE4.2 Operar las máquinas y herramientas requeridas en cada operación.

CE4.3 Verificar el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos funcionales de los componentes del troquel.

CE4.4 Manipular la pieza herramientas y máquinas siguiendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

CE4.5 Montar los componentes del troquel en la secuencia establecida y con las herramientas específicas para cada operación.

CE4.6 Montar el troquel en la prensa y regular el recorrido de los punzones y banda de alimentación.

CE4.7 Troquelar una pieza y detectar desviaciones respecto a las especificaciones técnicas.

CE4.8 Proponer modificaciones en el troquel para corregir las desviaciones detectadas.

C5: Participar en los procesos de trabajo de la empresa, siguiendo las normas e instrucciones establecidas en el centro de trabajo.

CE5.1 Comportarse responsablemente tanto en las relaciones humanas como en los trabajos a realizar.

CE5.2 Respetar los procedimientos y normas del centro de trabajo.

CE5.3 Empezar con diligencia las tareas según las instrucciones recibidas, tratando de que se adecuen al ritmo de trabajo de la empresa.

CE5.4 Integrarse en los procesos de producción del centro de trabajo.

CE5.5 Utilizar los canales de comunicación establecidos.

CE5.6 Respetar en todo momento las medidas de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

## Contenidos

### 1. Diseño de troqueles

- Determinación de la secuencia de operaciones a realizar sobre la chapa para obtener la pieza troquelada.
- Selección del tipo de troquel en función de la pieza a obtener por estampación y la prensa a utilizar.
- Determinación de los elementos comerciales estandarizados a utilizar en el troquel.
- Selección de los materiales y tratamientos a realizar en los componentes del troquel.
- Determinación de los ensayos a realizar en el troquel.
- Estimación de los costes de fabricación del troquel.
- Determinación de las acciones de mantenimiento del troquel.
- Identificar las sollicitaciones mecánicas que afectan a cada uno de los componentes del troquel.
- Cálculo de los esfuerzos a los que se somete cada componente.
- Dimensionado de cada componente aplicando los debidos coeficientes de seguridad.
- Selección de los elementos normalizados utilizando catálogos comerciales.
- Dibujo de los planos de fabricación y montaje del troquel utilizando herramientas informáticas de representación gráfica 3D.
- Comprobación de la información para la fabricación, montaje, uso y mantenimiento del troquel.
- Búsqueda de históricos de problemas acaecidos con troqueles o componentes similares.
- Realización de un árbol de fallos.
- Determinación de la gravedad de cada fallo, la probabilidad de que ocurra y la probabilidad de no detección para poder calcular el valor de prioridad de riesgo.
- Determinación de las causas de los fallos.
- Proposición de las soluciones a los problemas detectados.

### 2. Programación de la fabricación de troqueles y piezas troqueladas

- Identificación de los procesos a realizar en las propias instalaciones y los que se externalizan.
- Selección de las máquinas útiles y herramientas para fabricar cada uno de los componentes.
- Determinación del flujo de materiales, tanto materias primas como materiales semielaborados.

- Determinación de los cuellos de botella para minimizar su impacto en la globalidad del proceso.
- Elaboración de la documentación técnica de la programación de la producción.

### **3. Mecanizado de componentes del troquel en torno, centro de mecanizado rectificadora y electroerosión**

- Programación CNC de máquinas por medio del CAM.
- Simulación y optimización del programa CNC.
- Amarre de la pieza en la máquina.
- Medición de la herramienta e introducir los decalajes en la máquina.
- Montaje de las herramientas de corte y electrodos en la máquina.
- Centrar y alinear el útil y la pieza con los diferentes ejes de la máquina.
- Comprobar el centrado y alineación de la pieza.
- Mecanizado del componente del troquel.
- Manipulación de la pieza y la máquina-herramienta de arranque de viruta siguiendo las medidas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.
- Selección de los útiles de verificación en función de las características a verificar.
- Comprobación de la vigencia de la calibración de los útiles y máquinas de verificación.
- Manipulación de los útiles y máquinas de verificación asegurando su perfecto estado de conservación.

### **4. Ajuste montaje y verificación funcional del troquel**

- Ajuste manual o mecánico del troquel aplicando los procesos establecidos.
- Operación de las máquinas y herramientas requeridas en cada operación.
- Verificación del cumplimiento de las especificaciones de los componentes del troquel.
- Ensamblaje de los componentes del troquel centrándolos y alineándolos.
- Uso de las herramientas específicas para cada operación.
- Apriete de los tornillos y tuercas con el par especificado.
- Verificación del correcto funcionamiento de las cadenas cinemáticas del troquel.
- Verificación de los circuitos hidráulicos conforme a las especificaciones del diseño.
- Montaje del troquel en la prensa de estampación.
- Ajuste de los parámetros de funcionamiento de la prensa.
- Estampación de pieza de prueba.
- Verificación de la pieza obtenida en la prueba.
- Determinación de los parámetros a corregir en función de los defectos observados en la pieza.
- Proposición de modificaciones del diseño del troquel.
- Manipulación de piezas, troqueles y máquinas siguiendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental necesarias.

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

- Comportamiento responsable en el centro de trabajo.
- Respeto a los procedimientos y normas del centro de trabajo.
- Interpretación y ejecución con diligencia las instrucciones recibidas.
- Reconocimiento del proceso productivo de la organización.
- Utilización de los canales de comunicación establecidos en el centro de trabajo.
- Adecuación al ritmo de trabajo de la empresa.
- Seguimiento de las normativas 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
MF2155_3: Diseño de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año
MF2156_3: Planificación de la fabricación de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año
MF2157_3: Elaboración de componentes de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año
MF2158_3: Ajuste, montaje y verificación de la funcionalidad y de los componentes de troqueles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año

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

Espacio Formativo	Superficie m <sup>2</sup> 15 alumnos	Superficie m <sup>2</sup> 25 alumnos
Aula de gestión	45	60
Taller de utillaje	300	400
Almacén de utillaje	50	50

Espacio Formativo	M1	M2	M3	M4
Aula de gestión	X	X	X	X
Taller de utillaje		X	X	X
Almacén de utillaje		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</li> <li>Mesa y silla para formador</li> <li>Mesas y sillas para alumnos</li> </ul>

Espacio Formativo	Equipamiento
Taller de utillaje	<ul style="list-style-type: none"><li>- Taladradoras</li><li>- Sierra mecánica</li><li>- Tornos paralelos convencionales</li><li>- Fresadoras universales</li><li>- Torno CNC</li><li>- Fresadora CNC</li><li>- Centro de Mecanizado CNC</li><li>- Máquinas de electroerosión de penetración CNC</li><li>- Máquinas de electroerosión de corte por hilo CNC</li><li>- Rectificadora cilíndrica universal y de superficies planas</li><li>- Máquinas troqueladoras. Prensas y accesorios.</li><li>- Herramientas</li><li>- Equipos de protección individual</li></ul>
Almacén de utillaje	<ul style="list-style-type: none"><li>- Armarios metálicos para herramientas.</li><li>- Estanterías.</li><li>- Maquinaria de transporte apropiada para el desplazamiento de elementos.</li><li>- Materiales.</li><li>- Contenedores para el reciclado</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.