

# I. Disposiciones generales

## MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

**21607** REAL DECRETO 1671/1994, de 22 de julio, por el que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico superior en Construcciones Metálicas.

El artículo 35 de la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, determina que corresponde al Gobierno, previa consulta a las Comunidades Autónomas, establecer los títulos correspondientes a los estudios de formación profesional, así como las enseñanzas mínimas de cada uno de ellos. Por otro lado y conforme al artículo 4 de la citada Ley Orgánica, corresponde también al Gobierno fijar los aspectos básicos del currículo o enseñanzas mínimas para todo el Estado, atribuyendo a las Administraciones Educativas competentes el establecimiento propiamente dicho del currículo.

En cumplimiento de estos preceptos, el Real Decreto 676/1993, de 7 de mayo, ha establecido las directrices generales sobre los títulos y las correspondientes enseñanzas mínimas de formación profesional, definiendo las características básicas de estas enseñanzas, sus objetivos generales, su organización en módulos profesionales, así como diversos aspectos básicos de su ordenación académica. A su vez, en el marco de las directrices establecidas por el citado Real Decreto, el Gobierno, mediante los correspondientes Reales Decretos, está procediendo a establecer los títulos de formación profesional y sus respectivas enseñanzas mínimas.

A medida que se vaya produciendo el establecimiento de cada título de formación profesional y de sus correspondientes enseñanzas mínimas —lo que se ha llevado a efecto para el título de Técnico superior en Construcciones Metálicas por medio del Real Decreto 1656/1994, de 22 de julio—, procede que las Administraciones educativas y, en su caso, el Gobierno, como ocurre en el presente Real Decreto, regulen y establezcan el currículo del correspondiente ciclo formativo en sus respectivos ámbitos de competencia.

De acuerdo con los principios generales que han de regir la actividad educativa, según el artículo 2 de la reiterada Ley Orgánica 1/1990, el currículo de los ciclos formativos ha de establecerse con carácter flexible y abierto, de modo que permita la autonomía docente de los centros, posibilitando a los profesores adecuar la docencia a las características de los alumnos y al entorno socio-cultural de los centros. Esta exigencia de flexibilidad es particularmente importante en los currículos de los ciclos formativos, que deben establecerse según prescribe el artículo 13 del Real Decreto 676/1993 teniendo en cuenta, además, las necesidades de desarrollo eco-

nómico, social y de recursos humanos de la estructura productiva del entorno de los centros educativos.

El currículo establecido en el presente Real Decreto requiere, pues, un posterior desarrollo en las programaciones elaboradas por el equipo docente del ciclo formativo que concrete la referida adaptación, incorporando principalmente el diseño de actividades de aprendizaje, en particular las relativas al módulo de formación en centro de trabajo, que tengan en cuenta las posibilidades de formación que ofrecen los equipamientos y recursos del centro educativo y de los centros de producción, con los que se establezcan convenios de colaboración para realizar la formación en centro de trabajo.

La elaboración de estas programaciones se basará en las enseñanzas establecidas en el presente Real Decreto, tomando en todo caso como referencia la competencia profesional expresada en el correspondiente perfil profesional del título, en concordancia con la principal finalidad del currículo de la formación profesional específica, orientada a proporcionar a los alumnos la referida competencia y la cualificación profesional que les permita resolver satisfactoriamente las situaciones de trabajo relativas a la profesión.

Los objetivos de los distintos módulos profesionales, expresados en términos de capacidades terminales y definidos en el Real Decreto que en cada caso establece el título y sus respectivas enseñanzas mínimas, son una pieza clave del currículo. Definen el comportamiento del alumno en términos de los resultados evaluables que se requieren para alcanzar los aspectos básicos de la competencia profesional. Estos aspectos básicos aseguran una cualificación común del titulado, garantía de la validez del título en todo el territorio del Estado y de la correspondencia europea de las cualificaciones. El desarrollo de las referidas capacidades terminales permitirá a los alumnos alcanzar los logros profesionales identificados en las realizaciones y criterios de realización contenidos en cada unidad de competencia.

Los criterios de evaluación correspondientes a cada capacidad terminal permiten comprobar el nivel de adquisición de la misma y constituyen la guía y el soporte para definir las actividades propias del proceso de evaluación.

Los contenidos del currículo establecidos en el presente Real Decreto son los indispensables para alcanzar las capacidades terminales y tienen por lo general un carácter interdisciplinar derivado de la naturaleza de la competencia profesional asociada al título. El valor y significado en el empleo de cada unidad de competencia y la necesidad creciente de polivalencia funcional y tecnológica del trabajo técnico determinan la inclusión en el currículo de contenidos pertenecientes a diversos campos del saber tecnológico, aglutinados por los procedimientos de producción subyacentes en cada perfil profesional.

Los elementos curriculares de cada módulo profesional incluyen por lo general conocimientos relativos a conceptos, procesos, situaciones y procedimientos que concretan el saber hacer técnico relativo a la profesión. Las capacidades actitudinales que pretenden conseguir-

se deben tomar como referencia fundamental las capacidades terminales del módulo de formación en centro de trabajo y las capacidades profesionales del perfil.

Por otro lado, los bloques de contenidos no han de interpretarse como una sucesión ordenada de unidades didácticas. Los profesores deberán desarrollarlas y organizarlas conforme a los criterios que, a su juicio, permitan que se adquiera mejor la competencia profesional. Para ello debe tenerse presente que las actividades productivas requieren de la acción, es decir, del dominio de unos modos operativos, del saber hacer. Por esta razón, los aprendizajes de la formación profesional, y en particular de la específica, deben articularse fundamentalmente en torno a los procedimientos que tomen como referencia los procesos y métodos de producción o de prestación de servicios a los que remiten las realizaciones y el dominio profesional expresados en las unidades de competencia del perfil profesional.

Asimismo, para que el aprendizaje sea eficaz, debe establecerse también una secuencia precisa entre todos los contenidos que se incluyen en el período de aprendizaje del módulo profesional. Esta secuencia y organización de los demás tipos de contenido en torno a los procedimientos, deberá tener como referencia las capacidades terminales de cada módulo profesional.

Finalmente, la teoría y la práctica, como elementos inseparables del lenguaje tecnológico y del proceso de enseñanza-aprendizaje, que se integran en los elementos curriculares de cada módulo, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 676/1993, deben integrarse también en el desarrollo del currículo que realicen los profesores y en la programación del proceso educativo adoptado en el aula.

Estas tres orientaciones sobre la forma de organizar el aprendizaje de los contenidos, resulta por lo general, la mejor estrategia metodológica para aprender y comprender significativamente los contenidos de la formación profesional específica.

Las competencias profesionales del título de Mecánica Industrial: Construcciones Metálicas, se refieren al análisis e interpretación de anteproyectos para obtener la información técnica precisa para elaborar planos de fabricación de construcciones metálicas, el desarrollo de los procesos y programaciones de fabricación, así como su ejecución con la calidad requerida en el tiempo prescrito.

El conjunto de los títulos profesionales de Mecánica Industrial: Construcciones Metálicas, pretende cubrir las necesidades de formación correspondientes a niveles de cualificaciones profesionales de los campos de fabricación y reparación de: productos metálicos estructurales, grandes depósitos y calderería gruesa, estructuras asociadas a la construcción de maquinaria, carrocerías, remolques y volquetes, construcción naval, material ferroviario, aeronaves, bicicletas, motocicletas y otro material de transporte.

Las cualificaciones profesionales identificadas y expresadas en los perfiles de los títulos responden a las necesidades de cualificación en el segmento de trabajo técnico de los procesos tecnológicos de: trazado, marcado, corte térmico y mecánico, taladrado, escariado, avellanado, puzonado, roscado, fresado, uniones fijas y desmontables en lo referente a elaboración de planos de fabricación, desarrollo de procesos y programas de fabricación, ejecución y control de la calidad del proceso y producto, puesta a punto y supervisión de la producción.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Educación y Ciencia, previo informe del Consejo Escolar del Estado, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 22 de julio de 1994,

## DISPONGO:

### Artículo 1.

1. El presente Real Decreto determina el currículo para las enseñanzas de formación profesional vinculadas al título de Técnico superior en Construcciones Metálicas. A estos efectos, la referencia del sistema productivo se establece en el Real Decreto 1656/1994, de 22 de julio, por el que se aprueban las enseñanzas mínimas del título. Los objetivos expresados en términos de capacidades y los criterios de evaluación del currículo del ciclo formativo, son los establecidos en el citado Real Decreto.

2. Los contenidos del currículo se establecen en el anexo I del presente Real Decreto.

3. En el anexo II del presente Real Decreto se determinan los requisitos de espacios e instalaciones que deben reunir los centros educativos para la impartición del presente ciclo formativo.

### Artículo 2.

El presente Real Decreto será de aplicación en el ámbito territorial de gestión del Ministerio de Educación y Ciencia.

### Artículo 3.

Los módulos profesionales de este ciclo formativo se organizarán en dos cursos académicos.

Son módulos profesionales del primer curso:

Representación en construcciones metálicas.  
Soluciones constructivas en construcciones metálicas.

Ejecución de procesos en construcciones metálicas.  
Materiales y metalurgia de la soldadura.

Son módulos profesionales del segundo curso:

Desarrollo de proyectos en construcciones metálicas.  
Definición de procesos en construcciones metálicas.  
Gestión de la calidad en construcciones metálicas.  
Relaciones en el entorno de trabajo.  
Planes de seguridad en las industrias de construcciones metálicas.  
Formación y orientación laboral.  
Formación en centro de trabajo.

### Disposición adicional única.

De acuerdo con las exigencias de organización y metodología de la educación de adultos, tanto en la modalidad de educación presencial como en la de educación a distancia, el Ministerio de Educación y Ciencia podrá adaptar el currículo al que se refiere el presente Real Decreto conforme a las características, condiciones y necesidades de la población adulta.

### Disposición final primera.

El currículo establecido en el presente Real Decreto será de aplicación supletoria en las Comunidades Autónomas que se encuentren en pleno ejercicio de sus competencias educativas, de conformidad con lo establecido en el artículo 149.3 de la Constitución.

### Disposición final segunda.

La distribución horaria semanal de los diferentes módulos profesionales que corresponden a este ciclo formativo será establecida por el Ministerio de Educación y Ciencia.

**Disposición final tercera.**

El Ministro de Educación y Ciencia dictará las normas pertinentes en materia de evaluación y promoción de los alumnos.

**Disposición final cuarta.**

Se autoriza al Ministro de Educación y Ciencia para dictar las disposiciones que sean precisas para la aplicación de lo dispuesto en este Real Decreto.

**Disposición final quinta.**

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid a 22 de julio de 1994.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Educación y Ciencia,  
GUSTAVO SUAREZ PERTIERRA

**ANEXO I****Módulo profesional 1: representación en construcciones metálicas**

CONTENIDO (duración 260 horas)

Representación de elementos y conjuntos en construcciones metálicas. Vistas.

Representación de uniones soldadas, atornilladas y remachadas. Características gráficas.

Componentes estándares que intervienen en construcciones metálicas y elementos de máquinas relacionados (válvulas, chavetas, cojinetes, codos, empalmes, tornillos, etc.). Características gráficas.

Elementos que intervienen en una construcción metálica. Características gráficas que la definen.

Naves industriales:

Vigas.  
Cerchas.  
Soportes y pilares.  
Planta de estructuras.  
Secciones.

Conjunto de tuberías:

Diagrama de flujo de fluidos.  
Representación de conjuntos de tuberías.  
Detalles.  
Soportes de tuberías.  
Representación isométrica.

Bancadas de máquinas y equipos.

Chasis de material de transporte.

Calderería: representación de elementos de calderería en conjunto y detalle.

Croquización.  
Tolerancias y ajustes.  
Sistemas de tolerancias normalizados.  
Tipos de ajustes.  
Tolerancias en la fabricación mecánica.

Desarrollos geométricos e intersecciones:

Representación de elementos geométricos: recta y plano.

Representación de cuerpos geométricos.  
Obtención de verdaderas magnitudes.  
Desarrollo de superficies geométricas.

Transformaciones.

Intersecciones.

Desarrollos de piezas especiales (transformaciones e intersecciones).

Diseño asistido por ordenador.

Sistema operativo. Equipos CAD.

Programa CAD. Introducción: órdenes de ayuda. Ordenes de dibujo de entidades. Ordenes de edición y consulta. Controles de pantalla. Introducción al concepto de capa de dibujo. Ayudas al dibujo. Bloques. Acotaciones. Sombreados y rayados. Ordenes especiales de 3D. Trazo en papel por impresora gráfica o plotter.

Programa CAD. Procedimientos: dibujo de definición de producto en construcciones metálicas, estrategia y uso de diferentes herramientas de trabajo. Planteamiento básico de un proyecto, unidades, capas y bloques. Digitalización de un plano preexistente. Planteamiento del trabajo en las tres dimensiones. Obtención de la tercera dimensión.

Realizar los planos de definición de producto de una construcción metálica. En esta construcción metálica deben intervenir perfiles, chapas y tubos, así como diferentes medios de unión, especificando las normas que deben aplicar.

**Módulo profesional 2: soluciones constructivas en construcciones metálicas**

CONTENIDO (duración 165 horas)

Grafostática.

Composición, descomposición y equilibrio de fuerzas. Estructuras trianguladas. Cálculo gráfico de cerchas y vigas de celosía.

Momentos estáticos. Centro de gravedad. Momento de inercia.

Momento resistente. Radio de giro.

Estudio analítico de elementos estructurales.

Sometidos a esfuerzos de tracción.

Sometidos a esfuerzos de compresión y pandeo.

Sometidos a esfuerzos de cortadura.

Sometidos a esfuerzos de flexión. Flecha.

Sometidos a esfuerzos de torsión.

Construcciones metálicas: tecnología constructiva. Normas y tablas.

Vigas armadas de alma llena.

Apoyos de vigas. Placas de asiento, asientos móviles.

Vigas de celosía. Nudos.

Vigas caladas.

Soportes. Disposición de los perfiles en los soportes. Presillas.

Anclajes. Extremos de los soportes. Soportes de celosía.

Pórticos. Bases de pórticos. Anclajes.

Tuberías. Compensadores de dilatación. Soportes para tuberías.

Naves industriales: soluciones tecnológicas y elementos constructivos.

Calderas y depósitos. Registros. Fondos. Elementos de conexión.

Material de transporte. Chasis y bastidores.

Uniones soldadas.

Descripción de una unión soldada y características que la definen.

Cálculo práctico de uniones soldadas sometidas a carga estática y variable: soldadura en ángulo. Características. Soldadura a tope. Características.

Normas y cálculos estandarizados: su aplicación y ejemplificaciones.

Deformaciones y tensiones que se producen según tipo de unión soldada.

Corrección de deformaciones.

Uniones atornilladas y/o remachadas.

Descripción y características de una unión con tornillos o remaches.

Dimensiones y características de tornillos y remaches. Cálculo práctico.

Normas y tablas: su aplicación.

Uniones pegadas.

Descripción y características de una unión pegada. Componentes que intervienen y su aplicación.

Normas y tablas: su aplicación.

### **Módulo profesional 3: desarrollo de proyectos en construcciones metálicas**

#### **CONTENIDO (duración 200 horas)**

Desarrollo de proyectos en construcciones metálicas.

Necesidades que deben ser consideradas en el desarrollo de un proyecto de construcciones metálicas.

Fuentes de información y consulta.

Valoración de alternativas.

Componentes de un proyecto. Descripción y análisis:

Datos que intervienen.

Normas exigidas.

Especificaciones requeridas.

Memoria descriptiva.

Pliegos de condiciones.

Presupuestos.

Planos. Características que identifican a éstos.

A partir de proyectos que sean integradores de las técnicas empleadas en construcciones metálicas como podrían ser:

Nave industrial, con cubierta apoyada sobre correas en cerchas y éstas sobre pilares con cimentación centrada (perfiles de chapas).

Silo metálico de almacenamiento de un producto pulverulento, con conductos metálicos de alimentación, vaciado mediante distribuidor a dos conductos metálicos. El silo debe poder visitarse por su parte superior (chapas gruesas). En los proyectos estarán definidos los tipos de material, la organización estructural, las dimensiones de los elementos existentes, las especificaciones generales y los medios de producción disponibles:

Estudiar la factibilidad de fabricación realizando un informe técnico.

Realizar los planos de fabricación.

Diseñar los detalles constructivos.

Diseñar los utillajes precisos.

Incorporar a los planos la información tecnológica precisa para la fabricación y/o montaje.

### **Módulo profesional 4: ejecución de procesos en construcciones metálicas**

#### **, CONTENIDO (duración 445 horas)**

Principios de máquinas.

Motores eléctricos. Tipos y aplicaciones.

Transformadores y rectificadores. Su aplicación en equipos de soldeo.

Elementos de máquinas. Aplicaciones en equipos de taller.

Energía útil. Potencia de una máquina. Par motor. Pérdidas de energía. Rendimientos.

Operaciones de taller: análisis. Equipos. Técnica operatoria. Normas de uso. Aplicaciones. Relación entre distintas técnicas. Seguridad e higiene aplicables.

El taller de construcción metálica: descripción y características que lo definen.

Chapas y perfiles. Tecnoplásticos: características generales. Clasificación y formas comerciales.

Proceso típico utilizado en la realización de una construcción metálica: diagrama de recorrido: recepción de materiales, trazado y marcado, corte, mecanizado, conformado, armado, montaje, tratamientos.

Recepción y almacenamiento de materiales: condiciones que deben ser cumplidas. Seguridad aplicable al proceso.

Herramientas de uso corriente en construcciones metálicas.

Descripción de las mismas y sus aplicaciones en los diferentes procesos que intervienen en la construcción metálica.

Técnica de manejo.

Aplicación práctica.

Enderezado de chapas y perfiles:

Técnicas.

Aplicaciones prácticas.

Aparatos de medida utilizados en construcción metálica.

Descripción.

Técnicas de manejo.

Aplicaciones prácticas.

Trazado.

Descripción.

Técnicas y equipos.

Aplicación práctica.

Corte mecánico.

Características que lo definen.

Técnicas empleadas.

Equipos que intervienen: prestaciones, descripción de los mismos, seguridad de uso y aplicable, mantenimiento requerido.

Aplicación práctica.

Taladrado.

Características de la operación de taladrado.

Equipos de taladrado: prestaciones, descripción de los mismos, seguridad de uso y aplicable, mantenimiento requerido.

Aplicación práctica.

Punzonado.

Características de la operación.

Equipo de punzonado.

Seguridad de uso y aplicable.

Roscado.

Características técnicas.

Operaciones de roscado: parámetros que intervienen.

Medios de roscado.

Características técnicas de tornillos y tuercas empleadas en construcción metálica.

Aplicación práctica.

- Curvado de chapas y perfiles.  
Plegado.  
Características de las operaciones.  
Parámetros que intervienen y su influencia.  
Influencia del calor en estas operaciones.  
Equipos y medios empleados.  
Descripción.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Mantenimiento requerido.  
Aplicaciones prácticas.
- Unión por medio de remaches.  
Características de la operación.  
Medios empleados en el remachado.  
Características técnicas de los remaches.  
Aplicación práctica.
- Oxicorte.  
Procedimiento de oxicorte.  
Características técnicas.  
Equipos e instalaciones: descripción y prestaciones.  
Características.  
Mantenimiento requerido.  
Técnica operatoria.  
Parámetros que intervienen y su influencia.  
Deformaciones.  
Defectos típicos.  
Aplicación de oxicorte.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicación práctica.
- Corte por plasma. Procedimiento de corte por plasma.  
Características técnicas.  
Equipos e instalación: descripción, características y mantenimiento requerido. Técnica operatoria.  
Parámetros que intervienen y su influencia.  
Deformaciones.  
Defectos típicos.  
Aplicaciones del corte por plasma.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicación práctica.
- Nuevas tecnologías utilizadas en operaciones de corte y su tendencia.  
Descripción general.  
Aplicaciones.
- Estudio comparativo de los tipos de corte: tecnología, economía, acabado, etc.  
Características de la unión soldada.  
Definición por soldeo.  
Procedimientos de soldeo.
- Soldo por llama.  
Estudio de las llamas. Propiedades.  
Gases.  
Equipo e instalación de soldo. Manorreductores.  
Sopletes.  
Puesta a punto.  
Fundentes. Características.  
Aplicaciones del soldo por llama.  
Técnica operatoria. Parámetros.  
Deformaciones y su corrección.  
Preparación de bordes.  
Seguridad de bordes.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicaciones prácticas.  
Soldo manual por arco eléctrico.
- Estudio del arco eléctrico. Características. Zonas.  
Estabilidad del arco en corriente continua y corriente alterna.
- Electrodos. Normas.  
Equipos de soldo. Descripción. Características y mantenimiento requerido. Transformadores. Rectificadores.  
Técnica operatoria. Parámetros.  
Análisis de las prestaciones de los equipos de c.c. y c.a.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicaciones prácticas.
- Soldo arco-aire.  
Características del procedimiento.  
Equipos de soldo. Descripción. Características y mantenimiento requerido.  
Aplicaciones del procedimiento.  
Técnica operatoria. Parámetros.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicaciones prácticas.
- Soldo TIG.  
Procedimiento. Características.  
Electrodo. Material de aportación.  
Equipos e instalaciones. Descripción. Características y mantenimiento requerido.  
Técnica operatoria. Parámetros.  
Aplicaciones del procedimiento.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicaciones prácticas.
- Soldo MIG/MAG.  
Procedimiento. Características.  
Regulación del arco.  
Transporte del metal a través del arco.  
Hilos y gases.  
Equipos e instalaciones. Descripción. Características y mantenimiento requerido.  
Técnica operatoria. Parámetros.  
Aplicaciones del procedimiento.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicaciones prácticas.
- Soldo arco sumergido.  
Procedimiento. Características.  
Equipo e instalaciones. Descripción. Características y mantenimiento requerido.  
Técnica operatoria. Parámetros.  
Aplicaciones del procedimiento.  
Seguridad de uso y aplicable.  
Aplicaciones prácticas.
- Otros procedimientos de soldo (láser, por puntos, ultrasonidos, plasma, etc.).  
Características de los diferentes procedimientos.  
Equipos empleados. Descripción y prestaciones.  
Aplicaciones.  
Tendencias de las nuevas tecnologías.
- Estudio comparativo de los procedimientos soldo: equipos, seguridad, cortes, tecnología, acabado.  
Automatización empleada en fabricación soldada.  
Descripción de los automatismos empleados en fabricación soldada.  
Tendencias de la automatización en los procedimientos de soldo.
- Organización del mantenimiento.  
Tipos de mantenimiento:  
Preventivo.  
Predictivo.  
Correctivo.

Organización del mantenimiento en equipos e instalaciones de construcción metálica.  
Soportes informáticos de mantenimiento.

### **Módulo profesional 5: definición de procesos en construcciones metálicas**

CONTENIDO (duración 175 horas)

La empresa de construcción metálica: estructura, organización y funciones.

Tipo de industrias. Sistema productivo. Tamaño. Equipamiento.

Áreas funciones. Departamento de producción. Relaciones funcionales.

Información y preparación de trabajos.

Documentación de partida. Planos, lista de materiales. Aspectos a considerar.

AMFE. Definición y estructura.

Documentación que interviene en un proceso productivo.

Normas utilizadas en construcciones metálicas.

Especificaciones técnicas de fabricación y reparación. Programación de fabricación. Elementos a considerar.

Procesos productivos en construcciones metálicas.

Fases y operaciones típicas de una fabricación y reparación de una construcción metálica. Características técnicas.

Análisis de los diferentes procesos que intervienen en una fabricación o reparación de construcciones metálicas.

Relación e interdependencia entre los distintos procesos y áreas de producción.

Diagramas de procesos en construcciones metálicas. Análisis del flujo de producción.

Elaboración de información de procesos a utilizar en fabricación y reparación de construcciones metálicas aplicando diferentes normas y especificaciones.

Control y programación de máquinas y robots en procesos de construcciones metálicas.

Elementos que componen un sistema de control: transductores, captadores y actuadores.

Estructura de un sistema automático. Sistema de realimentación. Comparadores.

Elementos de accionamiento, regulación y control. Circuitos característicos de aplicación en construcciones metálicas.

Aplicaciones de sistemas automatizados de construcciones metálicas.

Prestaciones y mejoras que introducen los sistemas automáticos en el proceso productivo.

Descripción y manejo de instrucciones de programación de máquinas y robots empleados en construcciones metálicas.

Programa de fabricación. Lanzamiento.

Cálculo de necesidades. Planificación de cargas.

Suministros.

Técnicas de ejecución empleadas en fabricación y reparación de construcciones metálicas. Parámetros a considerar.

Especificaciones necesarias para preparar y distribuir trabajos.

El plan de producción. Definición, métodos empleados y forma en que se determina.

Documentación empleada en avance de producción. Funciones básicas del control.

Factores a controlar. Desviaciones.

Ajustes.

Aplicación del método Pert a la programación de fabricación de construcciones metálicas.

Actividades y eventos.

Camino crítico.

Casos prácticos.

Documentación que interviene en homologación de procesos.

Normas aplicables.

Especificaciones que debe cumplir el proceso.

Estudio del trabajo.

Métodos de trabajo. Análisis. Mejoras. Gráficos y diagramas.

Análisis de fases y descripción de puestos de trabajo.

Tiempos de fabricación. Cálculo de tiempos. Técnicas. Resolución de casos prácticos.

Importancia de la instrucción en la mejora de procesos productivos.

La instrucción en aspectos tecnológicos y su importancia en la competencia.

Aspectos a considerar en la detección de necesidades formativas.

Diseño de instrucción. Elementos que intervienen.

Validación.

### **Módulo profesional 6: gestión de la calidad en construcciones metálicas**

CONTENIDO (duración 90 horas)

Calidad y productividad.

Conceptos fundamentales. Calidad de diseño y de conformidad. Fiabilidad.

Sistema de calidad.

Política industrial sobre calidad.

Soporte básico y agentes asociados al perfeccionamiento de la infraestructura de calidad:

Normalización.

Certificación.

Ensayos.

Calificación.

Inspección.

Plan nacional de calidad industrial vigente.

Gestión de la calidad:

Planificación, organización y control.

Proceso de control de calidad. Calidad de proveedores. Recepción. Calidad del proceso. Calidad del producto. Calidad en el servicio.

Características de la calidad. Evaluación de factores.

Factores que identifican la calidad.

Técnicas de identificación y clasificación. Disposición e instrumentos de control.

Diagrama causa-efecto. Diagrama de dispersión.

Técnicas estadísticas y gráficas.

Círculos de calidad. Programas.

Realización de medios y operaciones de control de características de calidad.

Proceso en estado de control.

Causas de la variabilidad.

Control de fabricación por variables y atributos.

Estudios de capacidad.

Planos de muestreo.

Control de recepción. Tendencias. Fiabilidad de proveedores.

Coste de la calidad.

Clases de coste de la calidad. Preventivo. Por fallos internos. Por fallos externos. De valoración.

Costes de calidad evitables e inevitables.

Valoración y obtención de datos de coste. Costes de la no calidad.

Control de calidad y normativa de construcciones metálicas:

Especificaciones de calidad.

Aseguramiento de calidad.

Homologaciones.

Certificaciones.

Ensayos mecánicos en uniones soldadas.

Propiedades mecánicas de las mismas.

Procedimientos de ensayo destructivos. Fundamentos.

Ensayos de tracción, dureza y plegado.

Ensayos de resistencia y tenacidad.

Ensayos de fatiga.

Ejecución de ensayos mecánicos.

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos mecánicos.

Ensayos no destructivos en uniones soldadas (END).

Procedimientos de ensayos END. Fundamentos.

Inspección por líquidos penetrantes.

Inspección por partículas magnéticas.

Inspección por ultrasonidos.

Inspección por radiografía.

Ejecución de ensayos (exceptuando radiográficos).

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos no destructivos.

Procedimientos de control visual de la fabricación en construcciones metálicas.

Recepción.

Posicionado-alineado.

Aplicación de procedimientos.

Desviaciones.

Control dimensional y geométrico.

Fundamentos.

Instrumentación y equipos.

Técnicas y procedimientos.

Defectos de soldadura.

Análisis e interpretación de los diferentes defectos de soldeo. Relación causa-efecto:

Fisuras.

Cavidad, porosidad.

Inclusiones sólidas.

Falta de fusión.

Falta de penetración.

Defectos de forma.

### **Módulo profesional 7: materiales y metalurgia de la soldadura**

CONTENIDO (duración 90 horas)

Metalurgia básica.

Estructura interna y propiedades de los materiales.

Fabricación de los aceros.

Clasificación de los aceros.

Diagrama hierro-carbono.

Influencia de los diferentes constituyentes que forman los aceros, en las características mecánicas de éstos.

Técnicas de modificación de las propiedades.

Tratamientos térmicos de los aceros.

Procedimientos de reciclaje de materiales.

Ciclo térmico de la soldadura.

Balance térmico.

Parámetros que afectan al ciclo térmico.

Materiales base: constitución, espesor, preparación bordes, etc.

Procedimiento de soldeo: aporte térmico, precalentamiento, etc.

Fenómenos asociados a la operación de soldeo.

Influencia que tienen los diferentes constituyentes que forman los aceros en la soldabilidad de éstos.

Transformaciones químicas y estructurales que se producen en una unión soldada.

Influencia de los gases en la soldadura.

Tensiones y deformaciones provocadas por el soldeo. Prevención y atenuación.

Fisuras en la unión soldada.

Soldabilidad de los aceros y otros materiales.

Introducción al concepto de soldabilidad. Generalidades.

Aspectos que influyen en la soldabilidad.

Soldabilidad de los aceros: aceros aleados. Aceros inoxidables.

Soldabilidad de otros materiales:

Aluminio y sus aleaciones.

Cobre y sus aleaciones.

Titanio, molibdeno, tungsteno, etc.

Fundición de hierro.

Ensayos de soldabilidad. Fundamentos del procedimiento.

Soldabilidad operatoria: condiciones en que deben de realizarse las soldaduras para que cumplan las especificaciones de forma, ausencia de poros y fisuras.

Soldabilidad metalúrgica para la aplicación correcta del ciclo térmico con el fin de evitar la fragilidad de la unión y la disminución de la resistencia a la corrosión.

Soldabilidad constructiva: para que la unión mantenga una resistencia adecuada a las sollicitaciones a las que se someta.

Materiales: materiales base y de aportación.

Materiales que intervienen en construcción metálica (metálicos y tecnoplásticos), características mecánicas y metalográficas.

El empleo de materiales atendiendo a su comportamiento.

Defectos típicos que presentan los materiales y su influencia en la unión soldada.

Materiales de aportación.

Normas y clasificación.

Características de los diferentes metales de aportación.

Condiciones de conservación.

Ensayos metalúrgicos y metalográficos.

Procedimientos de los ensayos.

Interpretación de resultados.

Protecciones superficiales de las construcciones metálicas.

Características superficiales de las construcciones metálicas:

Protección por medios químicos.  
Protección por recubrimiento superficial. Pinturas.

### **Módulo profesional 8: relaciones en el entorno de trabajo**

CONTENIDO (duración 65 horas)

La comunicación en la empresa.

Producción de documentos en los cuales se contengan las tareas asignadas a los miembros de un equipo.

Comunicación oral de instrucciones para la consecución de unos objetivos.

Tipos de comunicación:

Oral/escrita.  
Formal/informal.  
Ascendente/descendente/horizontal.

Etapas de un proceso de comunicación:

Emisores, transmisores.  
Canales, mensajes.  
Receptores, decodificadores.  
«Feedback».

Redes de comunicación, canales y medios.  
Dificultades/barreras en la comunicación:

El arco de distorsión.  
Los filtros.  
Las personas.  
El código de racionalidad.

Recursos para manipular los datos de la percepción:

Esteretipos.  
Efecto halo.  
Proyección.  
Expectativas.  
Percepción selectiva.  
Defensa preceptiva.

La comunicación generadora de comportamientos.  
Comunicación como fuente de crecimiento.

El control de la información. La información como función de dirección.

Negociación.

Concepto y elementos.  
Estrategias de negociación.  
Estilos de influencia.

Solución de problemas y toma de decisiones.

Resolución de situaciones conflictivas originadas como consecuencia de las relaciones en el entorno de trabajo.

Proceso para la resolución de problemas:

Enunciado.  
Especificación.  
Diferencias.  
Cambios.  
Hipótesis, posibles causas.  
Causa más probable.

Factores que influyen en una decisión:

La dificultad del tema.  
Las actitudes de las personas que intervienen en la decisión.

Métodos más usuales para la toma de decisiones en grupo:

Consenso.  
Mayoría.

Fases en la toma de decisiones:

Enunciado.  
Objetivos, clasificación.  
Búsqueda de alternativas, evaluación.  
Elección tentativa.  
Consecuencias adversas, riesgos.  
Probabilidad, gravedad.  
Elección final.

Estilos de mando.

Dirección y/o liderazgo:

Definición.  
Papel del mando.

Estilos de dirección:

«Laissez-faire».  
Paternalista.  
Burocrático.  
Autocrático.  
Democrático.

Teorías, enfoques del liderazgo:

Teoría del «gran hombre».  
Teoría de los rasgos.  
Enfoque situacional.  
Enfoque funcional.  
Enfoque empírico.

La teoría del liderazgo situacional de Paul Hersay.

Conducción/dirección de equipos de trabajo.

Aplicación de las técnicas de dinamización y dirección de grupos.

Etapas de una reunión.  
Tipos de reuniones.  
Técnicas de dinámica y dirección de grupos.  
Tipología de los participantes.  
Preparación de la reunión.  
Desarrollo de la reunión.  
Los problemas de las reuniones.

La motivación en el entorno laboral.

Definición de la motivación.  
Principales teorías de motivación:

McGregor.  
Maslow.  
Stogdell.  
Herzberg.  
McClelland.  
Teoría de la equidad.

Diagnóstico de factores motivacionales.

Motivo de logro.  
«Locus control».

### **Módulo profesional 9: planes de seguridad en las industrias de construcciones metálicas**

CONTENIDO (duración 65 horas)

Planes y normas de seguridad e higiene.

Política de seguridad en las empresas.  
Normativa vigente sobre seguridad e higiene en el sector de las construcciones metálicas.



Normas sobre limpieza y orden en el entorno de trabajo y sobre higiene personal.

Comunicación oral de instrucciones para la consecución de unos objetivos.

Documentación sobre los planes de seguridad e higiene.

Responsables de la seguridad e higiene y grupos con tareas específicas en situaciones de emergencia.

Costes de la seguridad.

Normas de precaución y seguridad en el manejo de materiales.

Factores y situaciones de riesgo.

Riesgos más comunes en el sector de las construcciones metálicas.

Métodos de prevención.

Protecciones en las máquinas e instalaciones.

Medidas de seguridad en producción, preparación de máquinas y mantenimiento.

Medios, equipos y técnicas de seguridad.

Ropas y equipos de protección personal.

Señales y alarmas.

Equipos contra incendios.

Proceso para la resolución de problemas.

Situaciones de emergencia.

Técnicas de evacuación.

Extinción de incendios.

Valoración de daños.

### Módulo profesional 10: formación y orientación laboral

#### CONTENIDO (duración 65 horas)

Salud laboral.

Condiciones de trabajo y seguridad. Salud laboral y calidad de vida. El medio ambiente y su conservación.

Factores de riesgo: físicos, químicos, biológicos, organizativos. Medidas de prevención y protección.

Técnicas aplicadas de la organización segura del trabajo.

Técnicas generales de prevención/protección. Análisis, evaluación y propuesta de actuaciones.

Casos prácticos.

Prioridades y secuencias de actuación en caso de accidentes.

Aplicación de técnicas de primeros auxilios:

Consciencia/inconsciencia.

Reanimación cardiopulmonar.

Traumatismos.

Salvamento y transporte de accidentados.

Legislación y relaciones laborales.

Derecho laboral: normas fundamentales.

La relación laboral. Modalidades de contratación, salarios e incentivos. Suspensión y extinción del contrato.

Seguridad Social y otras prestaciones.

Organos de representación.

Convenio colectivo. Negociación colectiva.

Orientación e inserción socio-laboral.

El mercado laboral. Estructura. Perspectivas del entorno.

El proceso de búsqueda de empleo: fuentes de información, mecanismos de oferta-demanda, procedimientos y técnicas.

Iniciativas para el trabajo por cuenta propia. Trámites y recursos de constitución de pequeñas empresas.

Recursos de auto-orientación profesional. Análisis y evaluación del propio potencial profesional y de los inte-

reses personales. La superación de hábitos sociales discriminatorios. Elaboración de itinerarios formativos/profesionalizadores. La toma de decisiones.

Principios de economía.

Variables macroeconómicas. Indicadores socioeconómicos. Sus interrelaciones.

Economía de mercado: oferta y demanda. Mercados competitivos.

Relaciones socioeconómicas internacionales: CEE.

Economía y organización de la empresa.

Actividad económica de la empresa: criterios de clasificación.

La empresa: tipos y modelos organizativos. Áreas funcionales. Organigramas.

Funcionamiento económico de la empresa.

Patrimonio de la empresa.

Obtención de recursos: financiación propia, financiación ajena.

Interpretación de estados de cuentas anuales.

Costes fijos y variables.

### Módulo profesional de formación en centro de trabajo

#### CONTENIDO (duración 380 horas)

Documentación e información técnica de:

Planos y especificaciones técnicas del producto.

Planos y especificaciones técnicas de fabricación, montaje o reparación.

Planos y especificaciones técnicas de utillaje.

AMFE de producto.

Normas aplicables en el sector.

Catálogos técnicos de materiales, productos y máquinas.

Manuales técnicos de equipos.

Hojas de procesos.

Analizar documentación e información de fabricación.

Definición de producto a fabricar.

Definición del proceso.

Control dimensional y de formas.

Puntos de inspección y control.

Identificación de materiales.

Factibilidad de construcción.

Hojas de instrucciones.

AMFE. Proceso.

Secuenciación fases proceso.

Medios y equipos a emplear.

Normas de uso/seguridad.

Colaborar en la supervisión de fabricación, montaje o reparación de construcciones metálicas.

Análisis de los procedimientos de soldeo, mecanizado, corte y conformado:

Parámetros empleados.

Control calidad.

Instrumentos de control.

Uso de equipos y medios.

Control avance producción.

Normas de usos y seguridad.

Estado de equipo y medios.

Control dimensional y de formas.

Preparación y puesta en marcha de procedimientos de corte, mecanizado, conformado y soldeo validando el procedimiento.

**Soldeo:**

Arco manual.  
Oxigas.  
MIG/MAG.  
TIG.

**Corte:**

Mecánico.  
Oxicorte/plasma.  
Otro corte disponible.

**Conformado.**

Preparación de bordes.  
Análisis de resultados obtenidos.  
Normas de uso y seguridad.

Preparar programa de mantenimiento de equipos de soldeo, equipos de corte y equipos de conformado.

Plan de mantenimiento de la empresa.  
Repuestos de almacén.  
Libros y manuales técnicos de equipos y máquinas.  
Normas de seguridad.

Realizar ensayos no destructivos de uniones soldadas.

Líquidos penetrantes.  
Partículas magnéticas.  
Ultrasonidos.  
Procedimiento aplicado.  
Resultado obtenido.  
Calibración equipos.  
Seguridad aplicada.  
Informe resultados.

Analizar radiografías de ensayos de unión soldada.

Dictamen de resultados obtenidos.  
Informe resultados.

**ANEXO II****Requisitos de espacios e instalaciones necesarios para poder impartir del currículo del ciclo formativo de Técnico superior en Construcciones Metálicas**

De conformidad la disposición final segunda del Real Decreto 1656/1994, de 22 de julio, por el que se establece el título de Técnico superior en Construcciones Metálicas, los requisitos de espacios e instalaciones de dicho ciclo formativo son:

Espacio formativo	Superficie — m <sup>2</sup>	Grado de utilización — Porcentaje
Ejecución de construcciones metálicas .....	300	25
Laboratorios de ensayos .....	90	15
Aula técnica .....	120	45
Aula polivalente .....	60	15

El grado de utilización expresa en tanto por ciento la ocupación del espacio, por un grupo de alumnos, prevista para la impartición del ciclo formativo.

En el margen permitido por el grado de utilización, los espacios formativos establecidos pueden ser ocupados por otros grupos de alumnos que cursen el mismo u otros ciclos formativos, u otras etapas educativas.

En todo caso, las actividades de aprendizaje asociadas a los espacios formativos (con la ocupación expresada por el grado de utilización) podrán realizarse en super-

ficies utilizadas también para otras actividades formativas afines.

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

**21608 REAL DECRETO 1672/1994, de 22 de julio, por el que se establece el currículo del ciclo formativo de grado medio correspondiente al título de Técnico en Soldadura y Calderería.**

El Real Decreto 1657/1994, de 22 de julio, ha establecido el título de Técnico de Soldadura y Calderería, y sus correspondientes enseñanzas mínimas, en consonancia con el Real Decreto 676/1993, de 7 de mayo, que a su vez fija las directrices generales sobre los títulos de formación profesional y sus enseñanzas mínimas.

De conformidad con el artículo 4 de la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, corresponde a las Administraciones educativas y, en su caso, al Gobierno establecer el currículo del correspondiente ciclo formativo en sus respectivos ámbitos de competencia. Los principios relativos a la ordenación académica, a la organización y al desarrollo didáctico que fundamentan el currículo del ciclo formativo que se establece en el presente Real Decreto son los mismos que han quedado expuestos en el Preámbulo del Real Decreto 1657/1994, de 22 de julio.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Educación y Ciencia, previo informe del Consejo Escolar del Estado, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 22 de julio de 1994,

**DISPONGO:****Artículo 1.**

1. El presente Real Decreto determina el currículo para las enseñanzas de formación profesional vinculadas al título de Técnico en Soldadura y Calderería. A estos efectos, la referencia del sistema productivo se establece en el Real Decreto 1657/1994, de 22 de julio, por el que se aprueban las enseñanzas mínimas del título. Los objetivos expresados en términos de capacidades y los criterios de evaluación del currículo del ciclo formativo, son los establecidos en el citado Real Decreto.

2. Los contenidos del currículo se establecen en el anexo I del presente Real Decreto.

3. En el anexo II del presente Real Decreto se determinan los requisitos de espacios e instalaciones que deben reunir los centros educativos para la impartición del presente ciclo formativo.

**Artículo 2.**

El presente Real Decreto será de aplicación en el ámbito territorial de gestión del Ministerio de Educación y Ciencia.

**Artículo 3.**

Los módulos profesionales de este ciclo formativo se organizarán en dos cursos académicos.

Son módulos profesionales de primer curso:

Desarrollos geométricos en construcciones metálicas.  
Mecanizado en construcciones metálicas.  
Soldadura en atmósfera natural.  
Administración, gestión y comercialización en la pequeña empresa.  
Relaciones en el entorno de trabajo.  
Formación y orientación laboral.