

1. Equipos de soldadura eléctrica. Soldadura por arco: criterios de calidad, corte y material a utilizar. Medidas de seguridad y protección, tanto del soldador como de su entorno.

Introducción

La soldadura eléctrica representa una de las técnicas fundamentales en el ámbito de la fabricación y el mantenimiento industrial, desempeñando un papel clave en sectores como la construcción metálica, la automoción, la energía, la maquinaria pesada o las infraestructuras. Su versatilidad, resistencia estructural y eficiencia en la unión de metales la convierten en una solución ampliamente utilizada en todo tipo de procesos productivos. Dentro de este campo, la soldadura por arco eléctrico destaca por su elevada penetración, adaptabilidad a distintos materiales y entornos, y su capacidad para responder a las exigencias técnicas de calidad y seguridad requeridas en la industria actual.

La correcta selección y uso de los equipos de soldadura, así como la elección de los materiales de aporte y corte, influyen de forma decisiva en la resistencia, durabilidad y funcionalidad de las uniones realizadas. A ello se suma la necesidad de establecer criterios de calidad precisos que aseguren la fiabilidad de la soldadura, evitando defectos como porosidades, grietas, falta de fusión o inclusiones que podrían comprometer la integridad de la estructura. Por tanto, el conocimiento técnico de los procesos de soldadura por arco y el dominio de los equipos asociados son competencias esenciales para cualquier profesional vinculado a la producción y al mantenimiento industrial.

No menos relevante resulta la implementación rigurosa de las medidas de seguridad. La soldadura conlleva riesgos importantes tanto para el operario como para su entorno, debido a la exposición a radiaciones, temperaturas extremas, proyecciones metálicas y humos tóxicos. La adopción de equipos de protección individual (EPI), sistemas de ventilación, señalización, mantenimiento preventivo de los equipos y protocolos de actuación adecuados son imprescindibles para garantizar un entorno de trabajo seguro y conforme a la normativa vigente.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. La formación en tecnologías de soldadura y prevención de riesgos proporciona al alumnado herramientas clave para su inserción en el mundo laboral, permitiéndole intervenir con solvencia en procesos productivos reales bajo criterios de calidad, seguridad y sostenibilidad.

El análisis técnico de los equipos de soldadura por arco, la aplicación de criterios de calidad en el proceso, la selección de materiales adecuados, los métodos de corte más apropiados y las medidas de protección exigibles conforman los ejes sobre los que se articula el presente tema, ofreciendo una visión integral y aplicada de una competencia esencial en el entorno industrial.

Equipos de soldadura eléctrica

Clasificación general de los equipos de soldadura eléctrica

Los equipos de soldadura eléctrica se utilizan para unir materiales metálicos mediante la generación de calor, producido por el paso de una corriente eléctrica. En función del tipo de corriente, el método de generación del arco y el material de aporte, se pueden clasificar en diversos grupos. No obstante, desde un punto de vista funcional, los equipos más comunes en el ámbito de la soldadura eléctrica se agrupan en:

- **Equipos de soldadura por arco manual (SMAW)** o soldadura con electrodo revestido: consisten en una fuente de alimentación eléctrica que suministra corriente continua o alterna, un portaelectrodos manual y una pinza de masa. Utiliza electrodos consumibles revestidos.
- **Equipos de soldadura MIG/MAG (GMAW)**: emplean un hilo continuo como electrodo y un gas protector (inerte o activo, respectivamente). Requieren un alimentador de hilo, una fuente de corriente continua y una botella de gas con manorreductor.
- **Equipos de soldadura TIG (GTAW)**: utilizan un electrodo no consumible de tungsteno y gas inerte para proteger el arco. Permiten un alto control del proceso y se emplean en uniones de alta calidad.
- **Equipos de soldadura por arco sumergido (SAW)**: el electrodo metálico está cubierto por un fundente granular que protege el baño de fusión. Se utiliza principalmente en soldadura automática o semiautomática en grandes estructuras.
- **Máquinas de corte por arco (plasma o arco aire)**: aunque no son equipos de soldadura en sentido estricto, comparten principios similares y se emplean para separar piezas metálicas mediante fusión localizada.

Cada uno de estos equipos requiere características específicas de alimentación, regulación, seguridad y mantenimiento, así como una formación adecuada por parte del operario.

Componentes principales de los equipos

Todos los equipos de soldadura eléctrica comparten una serie de elementos básicos cuya calidad, mantenimiento y correcta utilización determinan en gran medida la eficacia y seguridad del proceso:

- **Fuente de energía (convertidor o transformador):** convierte la corriente eléctrica de red en un tipo de corriente (continua o alterna) adecuada para la soldadura. Puede ser de tipo transformador convencional, rectificador, inversor electrónico o grupo motor-generador.
- **Circuito de soldadura:** incluye el cable de masa, el cable de corriente y el portaelectrodos (en SMAW) o la antorcha de soldadura (en MIG/MAG y TIG).
- **Sistema de regulación de parámetros:** permite ajustar la intensidad de corriente, la tensión del arco, la velocidad de alimentación del hilo (en MIG/MAG) o el caudal de gas protector (en TIG y MIG/MAG).
- **Sistema de refrigeración:** en procesos que generan alta temperatura de forma continua, es habitual incorporar sistemas de refrigeración líquida o forzada por aire para proteger la antorcha y los componentes electrónicos.
- **Sistemas auxiliares:** como alimentadores automáticos, sistemas de control digital, módulos de programación, pantallas táctiles, registradores de parámetros y software de trazabilidad.

Además, en entornos industriales complejos, se integran estos equipos en **robots de soldadura** o células automatizadas, donde la interacción entre máquina, operario y sistema de control permite una elevada productividad y precisión.

Elección del equipo según el tipo de trabajo

La selección del equipo de soldadura depende de múltiples factores técnicos, económicos y organizativos. Algunos de los criterios más relevantes son:

- **Tipo de material a soldar:** acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre u otras aleaciones requieren diferentes procesos y equipos.
- **Espesor de las piezas:** influye directamente en la intensidad de corriente y el tipo de proceso más adecuado. Por ejemplo, TIG se usa en espesores finos, mientras que SMAW y MIG/MAG son más versátiles en rangos medios y gruesos.
- **Condiciones del entorno:** los equipos portátiles y de corriente alterna se usan comúnmente en obra civil o reparaciones en campo. En cambio, los equipos MIG/MAG requieren entornos más controlados.

- **Nivel de calidad requerido:** procesos como TIG o arco sumergido se emplean cuando se exige alta calidad, mínima deformación y acabados finos.
- **Coste y mantenimiento:** la inversión inicial, el consumo de insumos (electrodos, hilo, gas) y la facilidad de mantenimiento también condicionan la elección del equipo.

Por tanto, conocer las prestaciones técnicas de los equipos y su adecuación a las condiciones específicas del trabajo resulta esencial para optimizar el proceso de soldadura.

Mantenimiento y calibración

El rendimiento de los equipos de soldadura eléctrica depende en gran medida de su estado de mantenimiento. Las operaciones más habituales incluyen:

- **Limpieza de filtros, conexiones y ventiladores.**
- **Verificación de cables, conectores y terminales.**
- **Revisión del sistema de refrigeración y niveles de líquido.**
- **Inspección de componentes electrónicos y tarjetas de control.**
- **Calibración de parámetros de salida según normativa técnica.**

Además, es imprescindible cumplir con los intervalos de mantenimiento recomendados por el fabricante y registrar las revisiones realizadas, especialmente en entornos certificados o sometidos a normativas de control de calidad.

Aplicación en el ámbito profesional y formativo

El dominio técnico de los equipos de soldadura eléctrica constituye una competencia esencial para los profesionales del sector industrial, ya que permite intervenir con autonomía, eficiencia y seguridad en procesos de fabricación, montaje, reparación y mantenimiento. En el contexto de la Formación Profesional, el trabajo con estos equipos permite desarrollar habilidades prácticas, interpretar documentación técnica, aplicar criterios de selección y asumir responsabilidades en entornos productivos reales.

Este conocimiento técnico se complementa, a continuación, con el estudio de los procesos de soldadura por arco, los criterios de calidad aplicables, los métodos de corte y la elección de materiales, pilares fundamentales para una ejecución adecuada y profesional del trabajo soldado.

Soldadura por arco: criterios de calidad, corte y material a utilizar

Fundamentos del proceso de soldadura por arco

La soldadura por arco es un procedimiento de unión en el que el calor necesario para fundir el metal base y el material de aporte se genera mediante un arco eléctrico mantenido entre el electrodo y las piezas a soldar. Este proceso puede realizarse con o sin gas protector, con electrodo consumible o no consumible, y bajo diferentes configuraciones técnicas, según el tipo de equipo utilizado. La intensidad del arco, la estabilidad del proceso, la protección del baño de fusión y la correcta aplicación de los parámetros son factores que determinan la calidad de la unión y su adecuación funcional.

Entre los principales procesos de soldadura por arco destacan:

- **SMAW (Shielded Metal Arc Welding)** o soldadura con electrodo revestido.
- **GMAW (Gas Metal Arc Welding)**, que incluye MIG (gas inerte) y MAG (gas activo).
- **GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)** o soldadura TIG, con electrodo de tungsteno.
- **SAW (Submerged Arc Welding)**, con arco sumergido bajo fundente granular.

La elección del proceso dependerá del tipo de material, del espesor, del entorno de trabajo y de los requisitos de calidad del producto final.

Criterios de calidad en soldadura por arco

Para garantizar uniones seguras, duraderas y conforme a especificaciones técnicas, deben establecerse criterios objetivos de calidad aplicables durante y después de la ejecución de la soldadura. Estos criterios están orientados a evitar defectos internos o externos que comprometan la resistencia mecánica, la estanqueidad o la integridad estructural de la junta.

Los **principales defectos a prevenir** incluyen:

- **Porosidad:** generada por atrapamiento de gases en el metal fundido.
- **Falta de fusión:** cuando el metal base no llega a fundirse adecuadamente.
- **Inclusiones de escoria:** restos sólidos atrapados en la soldadura.
- **Fisuras o grietas:** generadas por tensiones internas o enfriamiento desigual.

- **Exceso o falta de penetración:** relacionada con el ajuste de la corriente y la técnica de soldeo.
- **Sobreelevación o socavado:** defectos geométricos visibles que afectan la resistencia.

Para controlar la calidad, se emplean **ensayos destructivos y no destructivos**, como inspección visual, radiografías, ultrasonidos, líquidos penetrantes, ensayos de tracción o de dureza. También se utilizan **normas técnicas** (como las UNE-EN ISO 5817 e ISO 9606) que definen las categorías de calidad, los niveles de aceptación y las cualificaciones del personal.

La calidad de una soldadura también se ve influida por la **preparación previa** de las piezas (limpieza, biselado, ajuste), el tipo de junta utilizada, la posición de soldadura, la secuencia de pases y la experiencia del operario.

Técnicas de corte asociadas

En muchos procesos industriales, la soldadura va precedida o acompañada de operaciones de **corte térmico**, necesarias para preparar las piezas o realizar ajustes posteriores. Las técnicas más utilizadas en corte por arco son:

- **Corte por arco plasma (PAC):** utiliza un gas ionizado a alta velocidad para fundir y expulsar el material. Ofrece gran precisión y es aplicable a metales conductores de distintos espesores.
- **Corte por oxicorte (OFC):** aunque no se basa directamente en arco, es habitual en trabajos con acero al carbono. Consiste en calentar el metal con una llama de oxígeno y acetileno y después oxidarlo mediante un chorro de oxígeno puro.
- **Corte por arco aire o gouging:** se emplea para eliminar cordones defectuosos o abrir ranuras. Utiliza un electrodo de carbón y un flujo de aire comprimido para expulsar el metal fundido.

La selección del método de corte se realiza en función del tipo de material, del grosor de las piezas, de la precisión requerida y del acabado deseado.

Selección de materiales base y de aporte

El éxito de una soldadura por arco depende también de la compatibilidad entre el **material base** (las piezas a unir) y el **material de aporte** (electrodo o hilo), ya que de ello depende la integridad química, estructural y mecánica de la unión.

Los materiales base más comunes son:

- **Acero al carbono:** el más habitual en construcción y estructuras.
- **Acero inoxidable:** utilizado en entornos con requisitos higiénicos o resistencia a la corrosión.
- **Aluminio y sus aleaciones:** frecuente en aeronáutica, automoción y estructuras ligeras.
- **Cobre y níquel:** para aplicaciones especiales en electricidad o industria química.

Los materiales de aporte deben seleccionarse atendiendo a:

- **Compatibilidad metalúrgica** con el metal base.
- **Requisitos mecánicos:** resistencia a tracción, dureza, tenacidad.
- **Condiciones de servicio:** corrosión, temperatura, presión.
- **Normas y homologaciones** técnicas del proyecto.

En soldadura SMAW, los electrodos revestidos están clasificados según códigos (como AWS E6013, E7018, etc.), que indican sus propiedades mecánicas, posición de uso y tipo de revestimiento. En MIG/MAG y TIG, los hilos sólidos o tubulares también se seleccionan en función del tipo de gas, del proceso y del material base.

Aplicación técnica y educativa

El conocimiento riguroso de los criterios de calidad, los métodos de corte y los materiales adecuados para cada tipo de soldadura por arco permite a los futuros profesionales intervenir en entornos industriales con altas exigencias técnicas, normativas y de seguridad. Su formación debe incluir prácticas reales, interpretación de especificaciones técnicas, análisis de defectos y aplicación de procedimientos normalizados.

Desde el aula, el uso de simuladores, talleres técnicos y análisis de casos reales permite trasladar al entorno educativo la complejidad del proceso industrial, fomentando la competencia profesional y la mejora continua.

Este enfoque técnico adquiere una dimensión fundamental cuando se vincula con las condiciones de seguridad que deben garantizarse para proteger al soldador y su entorno, asunto que será abordado en el siguiente apartado.

Medidas de seguridad y protección, tanto del soldador como de su entorno

Riesgos inherentes a la soldadura por arco

La soldadura por arco es una operación industrial que implica una serie de riesgos significativos tanto para la persona que la ejecuta como para su entorno próximo. La generación de altas temperaturas, la emisión de radiaciones, la proyección de partículas incandescentes, la producción de humos tóxicos y la manipulación de equipos eléctricos y gases hacen necesario el establecimiento de rigurosas medidas de seguridad. La prevención de accidentes y enfermedades profesionales asociadas a la soldadura requiere no solo el uso de equipos de protección individual adecuados, sino también la correcta planificación del entorno de trabajo y el cumplimiento estricto de la normativa vigente en materia de seguridad y salud laboral.

Los riesgos más comunes asociados a la soldadura por arco incluyen:

- **Quemaduras térmicas** por contacto con el arco, las piezas calientes o las proyecciones metálicas.
- **Radiaciones ultravioleta (UV) e infrarroja (IR)**, que pueden provocar lesiones oculares (queratitis, conjuntivitis) y quemaduras en la piel.
- **Inhalación de humos metálicos y gases** (óxidos de hierro, manganeso, ozono, monóxido de carbono), con efectos nocivos sobre el sistema respiratorio y nervioso.
- **Riesgos eléctricos** derivados del uso de equipos de alta intensidad de corriente.
- **Explosión o incendio** por presencia de atmósferas inflamables o manipulación inadecuada de cilindros de gas.
- **Riesgos ergonómicos y posturales**, asociados a jornadas prolongadas y posiciones forzadas.

La identificación y evaluación de estos riesgos es el primer paso para establecer medidas de protección eficaces y sostenibles en el tiempo.

Equipos de protección individual (EPI)

El uso de Equipos de Protección Individual es obligatorio y debe adaptarse al tipo de proceso, a las condiciones del entorno y a las características del operario. Los EPI imprescindibles en soldadura por arco incluyen:

- **Pantalla de soldadura con filtro auto-oscurecible:** protege los ojos y el rostro de radiaciones y proyecciones. Debe cumplir las normativas EN 379 y EN 175.
- **Ropa ignífuga:** fabricada con tejidos resistentes al calor y a las chispas (algodón tratado, aramidas), sin bolsillos abiertos ni materiales sintéticos.
- **Guantes de soldador:** de cuero resistente al calor, diseñados para proteger manos y antebrazos.
- **Mandil, manguitos y polainas:** como protección complementaria en trabajos con riesgo elevado de proyección.
- **Calzado de seguridad tipo S3:** con puntera reforzada y suela antideslizante, resistente al calor.
- **Protección auditiva:** cuando el nivel de ruido generado por los equipos supere los valores límite.
- **Mascarillas con filtro o sistemas de ventilación asistida:** para procesos con elevada emisión de humos, especialmente en espacios confinados o mal ventilados.

Estos elementos deben mantenerse en buen estado, utilizarse correctamente y ser sustituidos cuando hayan perdido su eficacia.

Seguridad del entorno de trabajo

Más allá de la protección individual, es esencial asegurar que el entorno de trabajo cumpla con las condiciones necesarias para evitar incidentes. Entre las medidas preventivas más destacadas se encuentran:

- **Adecuada ventilación o extracción localizada:** especialmente en espacios cerrados o cuando se trabaje con materiales que generen humos peligrosos.
- **Pantallas de separación o cortinas ignífugas:** para proteger a otros trabajadores cercanos del arco y de las proyecciones.
- **Señalización del área de soldadura:** mediante carteles de advertencia, delimitación física y control de accesos.
- **Revisión y mantenimiento de equipos:** las máquinas de soldar deben estar en condiciones óptimas, con conexiones eléctricas protegidas y sistemas de refrigeración funcionales.

- **Almacenamiento seguro de gases y materiales combustibles:** los cilindros deben estar sujetos, etiquetados y alejados de fuentes de calor o chispas.
- **Control de incendios:** disponibilidad de extintores adecuados, mantas ignífugas y protocolos de evacuación.

El diseño ergonómico del puesto de trabajo, la iluminación adecuada y la organización del espacio también contribuyen a reducir accidentes y mejorar el confort del soldador.

Formación, señalización y cultura preventiva

La seguridad en soldadura no depende únicamente de los equipos o del entorno físico, sino también de la **formación continua del personal** y de la implantación de una auténtica cultura preventiva. Todos los operarios deben conocer los riesgos específicos de su actividad, saber cómo actuar ante una emergencia, reconocer los signos de una exposición peligrosa y mantener una actitud activa en la detección y comunicación de condiciones inseguras.

Las empresas deben garantizar:

- **Capacitación inicial y periódica** en seguridad en soldadura.
- **Evaluaciones de riesgo actualizadas** y accesibles.
- **Protocolos escritos y visibles** sobre actuación en caso de accidente.
- **Inspecciones internas regulares** del área de trabajo.

La integración de estas medidas refuerza la responsabilidad compartida entre trabajadores y empleadores, mejorando los niveles de protección y reduciendo la siniestralidad.

Aplicación didáctica y profesional

Desde el ámbito de la Formación Profesional, trabajar de forma rigurosa la seguridad en soldadura implica no solo enseñar normas y equipos, sino también cultivar actitudes responsables, prácticas seguras y conciencia de los riesgos. El desarrollo de hábitos preventivos durante la formación prepara al alumnado para actuar en condiciones reales con criterio técnico y compromiso con su salud y la de su entorno.

El análisis de riesgos, la selección de EPIs, la simulación de situaciones de emergencia y la revisión de casos reales permiten trasladar al aula una visión práctica, crítica y aplicable de la seguridad laboral. Esta visión completa del proceso de soldadura por arco —desde los equipos utilizados, la calidad del trabajo y los materiales, hasta las medidas de protección—

proporciona las bases necesarias para reflexionar sobre su integración efectiva en entornos industriales y educativos.

Conclusión

La soldadura eléctrica, y en particular la soldadura por arco, constituye una competencia esencial en el ámbito industrial, tanto por su relevancia en la construcción y mantenimiento de estructuras metálicas como por su aplicación transversal en sectores como la automoción, la energía, la fabricación de maquinaria o la industria naval. Su dominio técnico requiere comprender no solo el funcionamiento de los equipos implicados, sino también los criterios que garantizan la calidad de las uniones, la idoneidad de los materiales utilizados y las técnicas de corte asociadas al proceso.

El conocimiento detallado de los equipos de soldadura —desde los más tradicionales hasta los sistemas automatizados— permite al profesional seleccionar la tecnología adecuada en función del trabajo a realizar, optimizando tiempos, recursos y resultados. Del mismo modo, aplicar criterios objetivos de calidad y prevenir defectos en la unión soldada es fundamental para asegurar la resistencia estructural, la durabilidad del producto y la conformidad con las exigencias técnicas y normativas del sector.

Paralelamente, la soldadura implica riesgos específicos que requieren la implementación de rigurosas medidas de seguridad y protección. Desde el uso de equipos de protección individual adaptados, hasta la adecuada ventilación del entorno, la señalización del área de trabajo o la formación continua del personal, cada medida preventiva contribuye a salvaguardar la salud del soldador y la integridad del entorno productivo. La prevención de accidentes y enfermedades profesionales no puede entenderse como una acción aislada, sino como parte de una cultura preventiva que debe estar presente en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desde la perspectiva de la Formación Profesional, la enseñanza de la soldadura eléctrica debe integrar tanto el desarrollo de habilidades técnicas como la interiorización de valores asociados a la calidad, la seguridad y la responsabilidad profesional. Metodologías activas, talleres prácticos, simuladores virtuales y análisis de casos reales permiten acercar al alumnado a situaciones industriales reales, fomentando una actitud reflexiva y autónoma.

Además, la relación entre tecnología, calidad y seguridad posiciona la soldadura como una herramienta estratégica en el impulso de la innovación, la sostenibilidad y la empleabilidad. En un entorno productivo cada vez más automatizado y exigente, contar con profesionales capacitados en soldadura eléctrica y comprometidos con el trabajo bien hecho representa una garantía para la competitividad de las empresas y la mejora continua del tejido industrial. Así, formar al alumnado en este ámbito técnico supone prepararles para asumir un rol activo y competente en su desarrollo profesional futuro.

Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Creus Solé, A. (2010). *Instrumentación industrial* (8ª ed.). Alfaomega/Marcombo.

González Calleja, D. (2015). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares* (2ª ed.). Ediciones Paraninfo.

Ortiz-Cañavate Puig-Mauri, J., Barreiro Elorza, P., Diezma Iglesias, B., García Ramos, F. J., Gil Sierra, J., Moya González, A., Ortiz Sánchez, C., Ruiz Altisent, M., Ruiz García, L., & Valero Ubierna, C. (2012). *Las máquinas agrícolas y su aplicación* (7ª ed.). Mundiprensa.

Franco Lijó, J. M. (2006). *Manual de refrigeración*. Editorial Reverté.

Albertos Carrera, M. Á. (2021). *El mantenimiento industrial desde la experiencia* (3ª ed. revisada y ampliada). Ediciones Universidad de Valladolid.

Rodrigo Agulló, J. (2021). *Prevención de riesgos laborales* (2ª ed.). Ediciones Paraninfo.

Cerdá Filiu, L. M. (2023). *Sistemas hidráulicos y neumáticos*. Ediciones Paraninfo.

Bertolín Gil, S. (2013). *Procesos de mecanizado*. Marcombo.

Creus Solé, A. (2010). *Instrumentación industrial* (8ª ed.). Alfaomega/Marcombo.

Muñoz Domínguez, M., & Rovira de Antonio, A. (2011). *Máquinas térmicas*. UNED.

Orozco Roldán, F. R., & López Gálvez, C. (2019). *Soldadura en atmósfera natural* (2ª ed.). Ediciones Paraninfo.