

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS DE UN SOLDADOR DE LA INDUSTRIA DEL METAL

Alumno: Pablo J. Domench Casado

Director: Dr. Pedro María Villanueva Roldán.

Curso Académico: 2012-2013

II Máster en Prevención de Riesgos Laborales

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA



INDICE

I. OBJETO DEL TRABAJO.....	6
II. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	6
III. CONCEPTOS TÉCNICOS.	8
3.1 PRESENTACIÓN HISTÓRICA.	8
3.2 TECNOLOGÍAS DE UNIÓN	9
3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDEO.	11
3.3.1 <i>Procesos de Soldadura por fusión.</i>	11
3.3.1.1 Soldadura manual con protección de escoria y gas o electrodo revestido.....	12
3.3.1.2 Soldadura con protección de gas: MIG-MAG y TIG.....	12
3.3.1.3 Soldadura con protección de escoria: arco sumergido.....	12
3.3.1.4 Soldadura con protección de escoria: electroescoria.	12
3.3.1.5 Soldadura con rayo láser.	12
3.3.1.6 Soldadura a tope con resistencia.....	13
3.3.1.7 Soldadura con haz de electrones.....	13
3.3.1.8 Soldadura con termita.	13
3.3.2 <i>Procesos de soldeo en estado sólido.</i>	13
3.3.2.1 Soldadura con presión aplicada en frío.	14
3.3.2.2 Soldadura por fricción.	14
3.3.2.3 Soldadura por difusión.	14
3.3.2.4 Soldadura por explosión.	14
3.3.2.5 Soldadura ultrasónica.	14
3.3.3 <i>Procesos de soldeo fuerte y blando.</i>	14
3.4 PROCESOS DE SOLDEO POR ARCO QUE UTILIZAN GAS DE PROTECCIÓN.....	16
3.5 GASES DE PROTECCIÓN.	17
3.5.1 <i>Clasificación de los gases de protección.</i>	17
3.5.2 <i>Propiedades de los gases.</i>	18
3.5.2.1 Energía de ionización.....	18
3.5.2.2 Densidad.....	18
3.5.2.3 Conductividad térmica.....	18
3.5.3 Argón	19
3.5.4 Helio	19
3.5.5 Dióxido de Carbono CO ₂	20
3.5.6 <i>Efecto de las adiciones de determinados gases al gas de protección.</i>	21
3.5.6.1 Adiciones de Oxígeno.	21
3.5.6.2 Adiciones de hidrógeno.	21
3.5.6.3 Adiciones de nitrógeno.....	21
3.6 GAS DE RESPALDO.....	22
3.7 PRINCIPIOS DEL PROCESO.....	23
3.7.1 <i>Descripción y denominaciones.</i>	23
3.7.2 <i>Ventajas y limitaciones.</i>	23
3.7.3 <i>Aplicaciones.</i>	24
3.8 SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE.....	25
3.8.1 <i>Arco con corriente continua.</i>	26
3.8.2 <i>Arco con corriente alterna</i>	27
3.9 EQUIPO DE SOLDEO.....	27
3.9.1 <i>Fuente de energía</i>	28
3.9.1.1 Tipos de fuente en corriente alterna	28
3.9.1.2 Tipos de fuente de energía para soldeo con corriente continua.	29

3.9.2 Funciones.....	29
3.9.2.1 Función de control de pendiente.....	29
3.9.2.2 Temporización de post-flujo y pre-flujo de gas de protección.....	29
3.9.2.3 Impulsos de alta frecuencia.....	30
3.9.2.4 Control del balance de onda.....	30
3.9.2.5 Función pulsatoria.....	30
3.9.2.6 Control remoto.....	30
3.9.3 Porta electrodo.....	31
3.10 ELECTRODOS NO CONSUMIBLES.....	33
3.10.1 Simbolización.....	33
3.10.2 Tipos.....	35
3.10.2.1 Wolframio puro.....	35
3.10.2.2 Wolframio aleado con torio.....	35
3.10.2.3 Wolframio aleado con zirconio.....	35
3.10.3 Acabado del extremo.....	36
3.10.4 Contaminación del electrodo.....	37
3.10.5 Intensidades admisibles.....	37
3.11 METALES DE APORTACIÓN.....	37
3.11.1 Varillas.....	37
3.11.2 Insertos consumibles.....	38
3.12 GASES DE PROTECCIÓN.....	39
3.13 TÉCNICAS OPERATIVAS.....	40
3.13.1. Preparación de la unión.....	40
3.13.2 Cebado del arco.....	41
3.13.3 Técnica de soldeo manual.....	42
3.14 TÉCNICAS ESPECIALES.....	43
3.14.1 Arco pulsado.....	43
3.14.2 Soldero con alambre caliente.....	44
3.14.3 Soldero orbital.....	45
3.15 TIPOS DE UNIONES.....	46
3.16 TIPOS DE SOLDADURAS.....	47
3.17 TIPOS DE PREPARACIÓN DE SOLDADURAS.....	49
3.18 SOLDADURAS POR EL REVERSO, SOLDADURA CON RESPALDO Y SOLDADURA DE RESPALDO.....	51
3.19 VELOCIDAD DE SOLDEO.....	52
3.20 POSICIONES DEL SOLDEO.....	52
3.21 ORIENTACIÓN DEL ELECTRODO.....	56
3.21.1 Angulo de trabajo.....	56
3.21.2 Angulo de desplazamiento.....	57
3.21.3 Soldero hacia adelante y hacia atrás.....	57
3.22 TIPOS DE CORDONES DE SOLDADURA.....	58
3.23 SOLDABILIDAD DE ACEROS.....	61
3.23.1 ACEROS AL CARBONO-MANGANESO Y DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO.....	61
3.23.2 JUSTIFICACIÓN CRISTALOGRAFICA.....	62
3.23.3 SOLDABILIDAD DE ACEROS TEMPLADOS Y REVENIDOS.....	62
3.23.4 SOLDABILIDAD DE LOS ACEROS AL CARBONO-MOLIBDENO Y AL CROMO-MOLIBDENO.....	62
3.23.5 SOLDABILIDAD DE ACEROS AL NÍQUEL.....	63
IV. LEGISLACIÓN RESPECTO A LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DE UN SOLDADOR.....	64
V. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE UN SOLDADOR.....	69

5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS: METODOLOGÍA.....	69
5.1.1 TIPOS DE EVALUACIONES.....	71
5.1.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS IMPUESTA POR LEGISLACIÓN ESPECÍFICA.....	72
5.1.2.1 LEGISLACIÓN INDUSTRIAL.....	72
5.1.2.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	72
5.1.2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LOS QUE NO EXISTE LEGISLACIÓN ESPECÍFICA.....	72
5.1.2.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS QUE PRECISA MÉTODOS ESPECÍFICOS DE ANÁLISIS.....	73
5.1.3. EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS.....	73
5.1.3.1. GENERALIDADES.....	73
5.1.3.2. ETAPAS DEL PROCESO GENERAL DE EVALUACIÓN.....	73
A). Clasificación de las actividades de trabajo.....	73
B). Análisis de riesgos.....	74
1. Identificación de peligros.....	74
2. Estimación del riesgo.....	75
2.1. Severidad del daño.....	75
2.2. Probabilidad de que ocurra el daño.....	76
C). Valoración de riesgos: Decidir si los riesgos son tolerables.....	77
D). Preparar un plan de control de riesgos.....	78
E). Revisar el plan.....	78
5.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS DE UN SOLDADOR.....	79
5.2.1 RIESGOS GENERALES.....	80
5.2.2 RIESGOS ESPECÍFICOS DEL PUESTO DE UN SOLDADOR.....	99
VI. CONCLUSIONES.....	124
6.1 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS CON PARTICIPACIÓN DEL TRABAJADOR.....	124
6.2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	124
6.3 VIGILANCIA DE SU SALUD CON MEDICIONES ESPECÍFICAS A LOS RIESGOS MÁS IMPORTANTES: HUMOS, PRODUCTOS QUÍMICOS.....	124
6.4 SUSTITUCIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS.....	125
6.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN COLECTIVA.....	126
6.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN INDIVIDUALES.....	126
6.7 VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	128
6.8 REVISIÓN Y PUESTA AL DÍA DE LAS MEDIDAS PERIÓDICAMENTE.....	128
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	130

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>ILUSTRACIÓN 1 SOLDADURA POR FORJA</i>	8
<i>ILUSTRACIÓN 2 DIFERENTES TIPOS DE UNIONES</i>	10
<i>ILUSTRACIÓN 3 ESQUEMA DE LOS MÉTODOS DE UNIÓN DE MATERIALES</i>	11
<i>ILUSTRACIÓN 4 DIAGRAMA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA Y OTROS PROCESOS ALIADOS</i>	15
<i>ILUSTRACIÓN 5 DESCRIPCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO</i>	16
<i>ILUSTRACIÓN 6 FORMA DE LA COLUMNA DE PLASMA Y DEL CORDÓN EN FUNCIÓN DEL GAS DE PROTECCIÓN</i>	20
<i>ILUSTRACIÓN 7 PROCESOS Y MATERIALES A LOS QUE SE APLICA CADA GAS</i>	22
<i>ILUSTRACIÓN 8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO TIG</i>	23
<i>ILUSTRACIÓN 9 CARACTERÍSTICAS DEL SOLDEO DE ACUERDO CON LA CORRIENTE SELECCIONADA</i>	26
<i>ILUSTRACIÓN 10 POLARIDAD DIRECTA: SE CONECTA EL ELECTRODO EN EL TERMINAL NEGATIVO</i>	26
<i>ILUSTRACIÓN 11 POLARIDAD INVERSA: SE CONECTA EL ELECTRODO EN EL TERMINAL POSITIVO</i>	27
<i>ILUSTRACIÓN 12 EFECTO DE LA CORRIENTE ALTERNA EN EL ARCO ELÉCTRICO</i>	27
<i>ILUSTRACIÓN 13 DIFERENTES TIPOS DE TOBERAS CERÁMICAS Y REPUESTOS DE PISTOLAS DE SOLDADURA TIG</i>	32
<i>ILUSTRACIÓN 14 COMPOSICIONES Y COLORES DE LOS TUNGSTENOS</i>	34
<i>ILUSTRACIÓN 15 FORMAS DE ACABADOS DE LA PUNTA DEL ELECTRODO</i>	36
<i>ILUSTRACIÓN 16 INSERTOS CONSUMIBLES MÁS COMUNES</i>	39
<i>ILUSTRACIÓN 17 TIPOS DE ARCOS</i>	40
<i>ILUSTRACIÓN 18 TÉCNICA DE SOLDEO MANUAL</i>	42
<i>ILUSTRACIÓN 19 INSTALACIÓN PARA SOLDEO TIG CON ALAMBRE CALIENTE</i>	45
<i>ILUSTRACIÓN 20 SOLDEO ORBITAL</i>	45
<i>ILUSTRACIÓN 21 TIPOS DE UNIONES</i>	46
<i>ILUSTRACIÓN 22 TIPOS DE SOLDADURAS</i>	47
<i>ILUSTRACIÓN 23 TIPOS DE PREPARACIÓN DE SOLDADURAS</i>	50
<i>ILUSTRACIÓN 24 SOLDADURA POR EL REVERSO</i>	51
<i>ILUSTRACIÓN 25 SOLDADURA CON RESPALDO</i>	52
<i>ILUSTRACIÓN 26 SOLDADURA DE RESPALDO</i>	52
<i>ILUSTRACIÓN 27 POSICIONES DE SOLDEO</i>	56
<i>ILUSTRACIÓN 28 ÁNGULO DE TRABAJO</i>	57
<i>ILUSTRACIÓN 29 SOLDEO HACIA ATRÁS Y HACIA DELANTE</i>	57
<i>ILUSTRACIÓN 30 POSICIÓN DEL ELECTRODO, PISTOLA, SOPLATE, VARILLA O HAZ</i>	58
<i>ILUSTRACIÓN 31 TIPOS DE CORDONES DE SOLDADURA</i>	59
<i>ILUSTRACIÓN 32 TABLA DEL INSHT PARA ESTIMACIÓN DE RIESGOS Y SU PROBABILIDAD</i>	77
<i>ILUSTRACIÓN 33 CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS SEGÚN EL INSHT Y LAS ACCIONES A TOMAR</i>	78
<i>ILUSTRACIÓN 34 SOLDADOR CON ASPIRACIÓN DE HUMOS</i>	117
<i>ILUSTRACIÓN 35 DIVERSAS SEÑALES DE OBLIGATORIO USO DE EPI'S</i>	123
<i>ILUSTRACIÓN 36 ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES</i>	125
<i>ILUSTRACIÓN 37 CORTINAS IGNÍFUGAS DE PROTECCIÓN</i>	126
<i>ILUSTRACIÓN 38 SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS CON FILTRO INCORPORADO</i>	126
<i>ILUSTRACIÓN 39 CARETA DE SOLDADOR Y PROTECCIÓN DE CABEZA Y CUELLO</i>	127
<i>ILUSTRACIÓN 40 GUANTES LARGOS Y MANGUITOS DE CUERO</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>ILUSTRACIÓN 41 MANDIL DE CUERO</i>	128

I. OBJETO DEL TRABAJO.

El objeto del trabajo es analizar un puesto de soldadura, evaluar sus riesgos desde el punto de vista de seguridad, higiene, ergonomía y psicosociales y tomar las medidas preventivas y correctoras adecuadas, en caso de que sea necesario. En primer lugar explicaré una serie de conceptos técnicos sobre la soldadura, para conocer en qué consiste. Después explicaré la metodología a utilizar para analizar los riesgos generales que tiene un trabajador de la industria del metal, para centrarme posteriormente en los riesgos específicos que tiene un soldador. Analizaré los riesgos que tiene este trabajador y las medidas a tomar para eliminar el riesgo o en su defecto disminuirlo. Reflejaré la legislación relacionada con este puesto de trabajo en relación a la Prevención de Riesgos Laborales.

II. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.

Considero que actualmente no se tienen en cuenta suficientemente los riesgos que tiene un soldador en muchas empresas y no se toman las medidas adecuadas para que su trabajo sea seguro tanto para él como para sus compañeros. Me encuentro en las numerosas empresas que visito de la industria del metal a los trabajadores y su entorno sin las adecuadas medidas preventivas, si bien es verdad que se van dando pasos y especialmente en las grandes empresas, se han tomado en serio la Prevención, tomando las medidas adecuadas para la seguridad y salud de sus trabajadores. No ocurre lo mismo en muchas pequeñas y medianas empresas, donde en algunas se van dando pasos hacia la mejora de la Prevención, pero en muchas de ellas aún siguen priorizando otros temas como la calidad por ejemplo, que si bien es importante esta última, lo es mucho más la seguridad y salud de sus trabajadores.

Desde 1993 tengo relación con la industria del metal. Primero durante unos diez años desde una comercial de soldadura que fundé junto a mi hermano, donde suministrábamos todo tipo de materiales relacionados con la soldadura: hilo, electrodos, varillas de aportación, sopletes, máquinas de soldar de todo tipo, equipos de extracción de humos, equipos de protección individual y colectiva y por último gases industriales. Para esto último tuve que obtener el título de Consejero de Seguridad de Materias Peligrosas a través de la Dirección General de Transportes y Telecomunicaciones del Gobierno de Navarra en el año 2000. Para dar un mejor asesoramiento técnico a los clientes, obtuve en el año 2001 el título de Especialista Europeo de Soldadura EWS-ES-131 a través de la Asociación Española de Soldadura

y Tecnologías de Unión y de la “European Welding Federation”¹. Posteriormente he seguido vinculado a la industria del metal vendiendo como Agente Comercial, no solo equipos de soldadura, sino todo tipo de máquina herramienta, como equipos de corte por láser, plasma, agua, prensas plegadoras, cizallas guillotinas, cilindros para curvar chapa y curvadoras de perfiles, sierras de cinta, centros de mecanizado, tornos, fresadoras etc.

Como Licenciado en Derecho, desde mi formación jurídica, analizaré la legislación relacionada con el puesto del soldador dentro de la Prevención de Riesgos Laborales. El puesto de un soldador tiene riesgos desde el ámbito de la seguridad, higiene, ergonomía y psicosociales, con legislación aplicable como el REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, debido a que el trabajador suele usar equipos de soldadura que funcionan con electricidad. También es aplicable el REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Así mismo, el REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y el REAL DECRETO 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. En el entorno de trabajo de un soldador suele haber bastante ruido, no sólo por los equipos de soldadura que utiliza sino por otro tipo de máquinas de su entorno. Es aplicable por tanto el REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Y por supuesto la LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y el reglamento que la desarrolla el REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. También hay otras normas que más adelante haré referencia.

Por otro lado según el estudio del INSHT en el que califica a la actividad económica con mayor siniestralidad, peligrosidad y penosidad al sector del metal y dentro de este, a la ocupación de soldador con más de un 30% de siniestralidad, merece la pena hacer un estudio en profundidad con el fin de intentar eliminar sus riesgos laborales. Si consigo mediante este trabajo, que alguna empresa comience a aplicar las medidas preventivas para la seguridad y salud de sus trabajadores mediante cualquiera de las cuatro modalidades que la ley recoge para gestionar la

¹ Federación Europea de Soldadura.

prevención, pero se lo toma en serio y es capaz de integrar la prevención en todos los ámbitos de su trabajo empresarial, así como los propios trabajadores tomen conciencia de los riesgos de su trabajo y se tomen en serio que la aplicación de las medidas preventivas que les mande su empresario o mando directo, aunque algunas de ellas sean incómodas como el uso de ciertos equipos de protección individual, pero que son para beneficio suyo, de su integridad física y salud, me daré por satisfecho.

III. CONCEPTOS TÉCNICOS.

3.1 PRESENTACIÓN HISTÓRICA.

Las primeras noticias que se tienen del empleo de la soldadura en la humanidad se remontan a la época de las Dinastías Egipcias, que usaron técnicas de soldadura para unir tubos de cobre con plata.

En la Edad de Bronce, se utilizaron métodos de Soldadura Fuerte, que consiste en la unión de piezas por medio de una aleación con un punto de fusión inferior al de éstas; por este método fabricaban hachas, ornamentos y recipientes.

En la Edad de Hierro, se usó la Soldadura por Forja para unir piezas de hierro, que puestas en estado pastoso, a una temperatura superior a los 1.000 °C., eran unidas golpeándolas fuertemente hasta expulsar los óxidos de la unión y conseguir así una soldadura duradera.

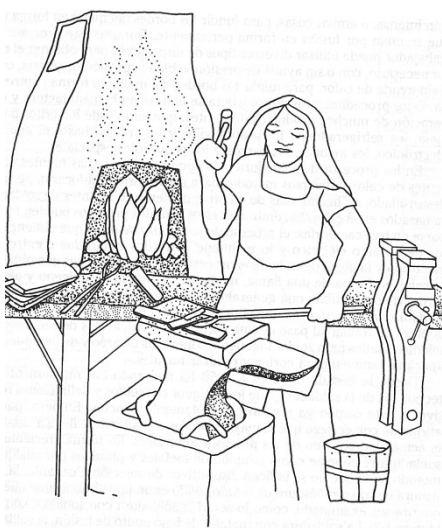


Ilustración 1 Soldadura por forja

El gran desarrollo de la soldadura vino con la Revolución Industrial y los descubrimientos para la obtención de oxígeno y acetileno, así como los realizados en el campo de la electricidad y el magnetismo por Volta, Ohm y Faraday.

A principios del siglo XX la obtención industrial de estos gases y la implantación del uso de la electricidad dio el impulso definitivo a la Técnica de la Soldadura.

En 1912 Strohmenger patentó en U.S.A. un electrodo fuertemente recubierto, capaz de producir a escala industrial soldaduras con buenas propiedades mecánicas.

En 1920 se construyó el primer barco totalmente soldado en Inglaterra, la soldadura ha sustituido con ventaja en fiabilidad y aligeramiento de peso al remachado y calafateado en la Construcción Naval, quedando como la principal técnica de unión de metales en uso.

En 1932 se empezó a utilizar como protección un fundente granulado que se depositaba progresivamente por delante del electrodo. El calor del arco fundía y descomponía el fundente produciendo la escoria y atmósfera protectoras necesarias.

Poco después nació el proceso denominado “arco sumergido” con alambre continuo.

Las dos Guerras Mundiales dieron el impulso definitivo a la implantación de la soldadura en la industria.

El primer proceso con protección gaseosa empleó un electrodo no consumible de wolframio y helio como gas de protección, recibió la denominación de TIG.

En 1948 el electrodo de wolframio se sustituyó por un alambre continuo consumible, dando lugar a un nuevo proceso de soldeo por arco que se denominó MIG.

El elevado precio de los gases de protección, argón y helio, hizo que para el soldeo del acero éstos se sustituyeran por una mezcla más económica formada por el gas inerte, oxígeno y anhídrido carbónico, el cual se descompone y reacciona durante el soldeo produciendo arcos más estables y más energéticos. Este nuevo proceso recibió el nombre de MAG y, por su bajo coste, fue rápidamente adoptado en la industria del automóvil y en todas aquéllas en las que las exigencias de calidad no fueran excesivamente críticas.

3.2 TECNOLOGÍAS DE UNIÓN

Podemos definir **soldeo** como el proceso de unión de dos piezas de metal llevada a cabo por medio del calentamiento, el rozamiento o la presión de ellas y la aportación o no de metal, pudiendo ser las piezas del mismo material o materiales distintos.

Hablaremos de **soldadura** cuando nos refiramos a la unión obtenida como resultado de diferentes acciones de soldeo, tales como procesos de soldeo, parámetros de soldeo, secuencias de soldeo, equipos de soldeo etc.

Se denominará **metal base** al material que va a ser sometido a cualquier operación de soldeo o corte y **metal de aportación** al material que se aporta en cualquier operación o proceso de soldeo.

Una soldadura puede ser **homogénea** o **heterogénea**. Soldadura homogénea es la que se obtiene al soldar dos piezas de acero de composición similar y soldadura heterogénea la que se obtiene al soldar dos piezas de composición similar pero utilizando un material de aporte distinto o al soldar dos piezas de distinto material siendo también distinto el material de aporte.²

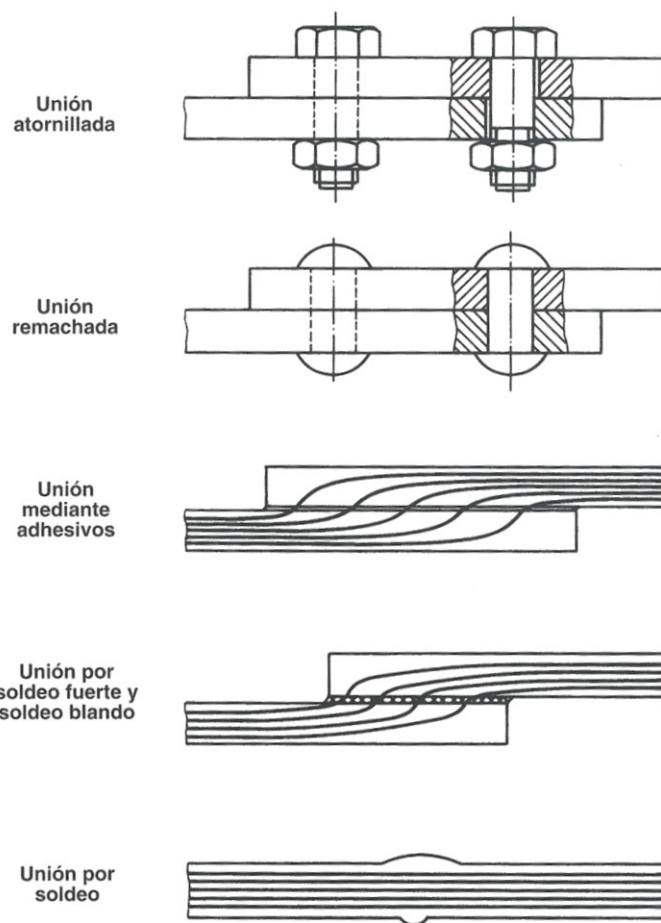


Ilustración 2 Diferentes tipos de uniones³

²Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 8.

³ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 9

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDEO.

De forma esquemática de acuerdo con la *American Welding Society* (en adelante AWS) Sociedad Americana de Soldadura, los diferentes métodos de unión de materiales, diferenciando los de soldeo en tres grandes grupos:

- Soldeo por fusión.
- Soldeo en estado sólido.
- Soldeo fuerte y blando.

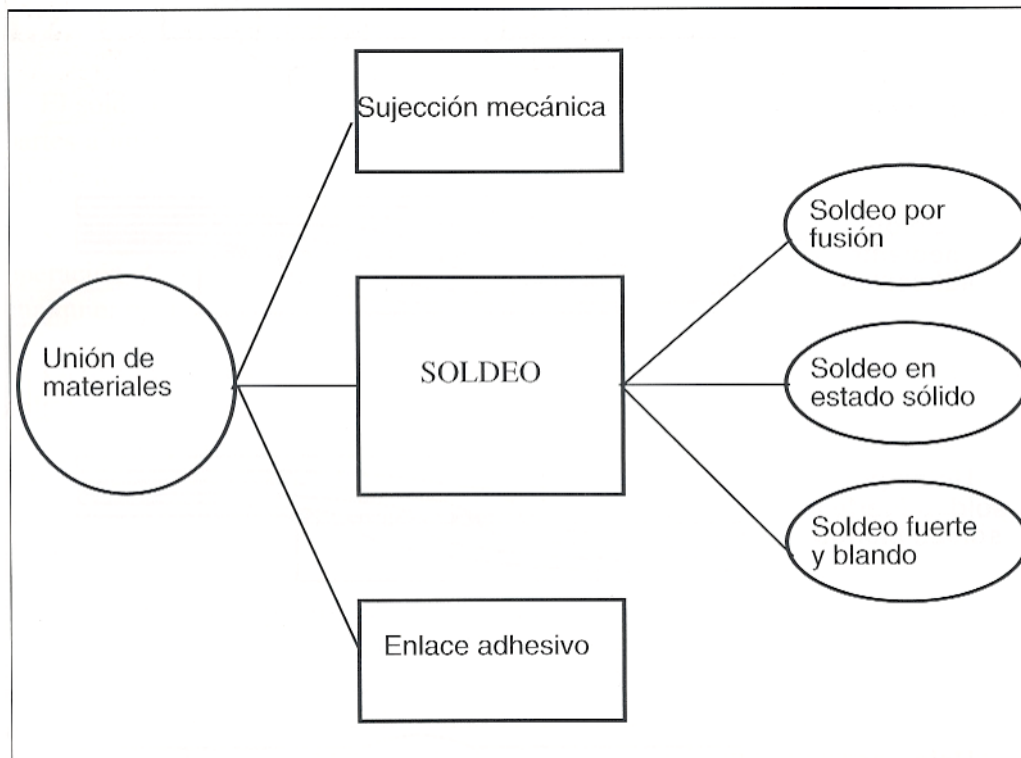


Ilustración 3 Esquema de los métodos de unión de materiales⁴

3.3.1 Procesos de Soldadura por fusión.

Son aquellos en los que siempre se produce la fusión del metal base y la del de aportación cuando éste se emplea. Siempre existe una fase líquida formada sólo por metal base, o por metal base y de aportación. Las más utilizadas son: soldeo oxigas, soldeo por arco con electrodos revestidos, soldeo TIG, soldeo MIG/MAG, soldeo con alambre tubular, soldeo por arco sumergido y soldeo por resistencia.

De todos los procesos de soldadura, el de soldadura con arco es el que se aplica con más frecuencia. En esta soldadura, el calor necesario para fundir el

⁴Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 10.

electrodo y el metal de la pieza de trabajo se genera por la resistencia (fricción) de ambos al paso de la electricidad (corriente).⁵

El aire seco es un mal conductor de la electricidad; casi puede clasificarse como no conductor. La electricidad no se transmite en realidad a través del aire. Pero bajo ciertas condiciones salta en un entrehierro, formando un arco. La corriente de soldadura que pasa a través de este entrehierro de aire de alta resistencia genera un calor muy intenso en el arco, el cual puede ser de 6.000 a 10.000 °F (3.300 a 5.500 °C). Como resultado, el metal base se funde en el punto en el que lo toca el arco.⁶

3.3.1.1 Soldadura manual con protección de escoria y gas o electrodo revestido.

La fusión se produce por el calor producido al saltar el arco eléctrico entre un electrodo y la pieza, conectados a los polos de un circuito eléctrico. La formación de gas que se produce por la fusión del revestimiento del electrodo protege al cordón de soldadura del contacto con el aire.

3.3.1.2 Soldadura con protección de gas: MIG-MAG y TIG.

➤ **MIG-MAG**

Se produce esta soldadura al saltar el arco entre la pieza y un electrodo continuo, estando protegida por el aporte de un gas inerte (MIG) o activo (MAG).

➤ **TIG**

Es la unión de piezas mediante la energía calorífica que proporciona un arco al saltar entre la pieza y un electrodo de tungsteno no consumible en una atmósfera de gas inerte. Se puede realizar con material de aportación o sin el.

3.3.1.3 Soldadura con protección de escoria: arco sumergido.

Consiste en hacer saltar el arco eléctrico entre un electrodo continuo y la pieza bajo la protección de un flux que cubre el arco y el baño de fusión.

3.3.1.4 Soldadura con protección de escoria: electroescoria.

Consiste en generar un calor al pasar una corriente eléctrica a través de una escoria fundida. Se usa para la unión de chapas en vertical y para grandes secciones.

3.3.1.5 Soldadura con rayo láser.

Se basa en la fusión del material en el punto del impacto del haz concentrado por el sistema óptico.

⁵Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. DutchessCommunityCollege, Universidad del Estado de Nueva York. AlfaOmega grupo editor S.A. 1997.Página 102.

⁶Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. DutchessCommunityCollege, Universidad del Estado de Nueva York. AlfaOmega grupo editor S.A. 1997.Página 105.

3.3.1.6 Soldadura a tope con resistencia.

Se sueldan las piezas alineadas haciendo pasar una alta intensidad de corriente por la unión con las superficies en contacto; éstas se ablandan; a continuación se ejerce una fuerte presión que da lugar a la soldadura.⁷

La soldadura por resistencia es llamada así porque emplea la resistencia propia de los materiales al paso de una corriente eléctrica para generar el calor necesario. Es una soldadura de tipo autógeno; en la unión entre piezas no intervienen materiales ajenos a ellas.

Hay cuatro grupos principales:

- Por puntos.
- Mediante protuberancias o resaltes.
- Con roldanas.
- A Tope.⁸

3.3.1.7 Soldadura con haz de electrones.

Durante la soldadura el haz perfora primero un agujero en el metal, éste fluye entonces en torno al agujero. Las más comunes son de alto vacío, mediano y sin vacío.⁹

3.3.1.8 Soldadura con termita.

Es un proceso en el que se obtiene el calor necesario para soldar circundando las partes por unir con metal líquido sobrecalentando y escoria. El metal sobrecalentado y la escoria se producen quemando la termita (una mezcla formada en su mayor parte por aluminio y óxido de hierro), contenida en un crisol especial.¹⁰

3.3.2 Procesos de soldeo en estado sólido.

Son aquellos en los que nunca se produce la fusión del metal base, ni la del de aportación cuando este se emplea. Es decir, nunca existe una fase líquida. Las más utilizadas son: soldadura en frío, soldadura por difusión, soldadura por explosión, soldadura por forjado, soldadura por fricción, soldadura por presión en caliente, soldadura con rodillos y soldadura ultrasónica.

⁷ Francisco Carrillo Olivares y Elena López Torres. Soldadura, corte e inspección de obra soldada. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz. 1998. Páginas 24 a 26.

⁸ Francisco Abad Gómez y José María Bisbe Fábregas. Manual Abad-Bisbe para la soldadura por resistencia. Manual Abad-Bisbe. 2002. Página 4.

⁹ Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. DutchessCommunityCollege, Universidad del Estado de Nueva York. AlfaOmega grupo editor S.A. 1997. Página 200.

¹⁰ Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. DutchessCommunityCollege, Universidad del Estado de Nueva York. AlfaOmega grupo editor S.A. 1997. Página 213.

3.3.2.1 Soldadura con presión aplicada en frío.

Este proceso produce soldaduras sin la aplicación de calor externo, sometiendo en cambio los metales por soldar a una presión suficiente para ocasionar su deformación plástica a la temperatura ambiente.

3.3.2.2 Soldadura por fricción.

Es un proceso en el cual se produce el calor por conversión directa de energía mecánica en energía térmica en las caras de contacto de las piezas de trabajo, sin aplicación del calor de fuentes externas.

3.3.2.3 Soldadura por difusión.

La soldadura se hace mediante la aplicación de presión a una temperatura elevada, después de que las superficies a unir han sido preparadas adecuadamente. Una vez que se establece el contacto real de metal con metal, los átomos quedan dentro de los campos de fuerzas de atracción de ambas partes y producen una junta de alta resistencia.

3.3.2.4 Soldadura por explosión.

En este proceso, los metales a unir se sueldan metalúrgicamente mediante un movimiento de alta velocidad producido por la detonación controlada de un explosivo.

3.3.2.5 Soldadura ultrasónica.

Este proceso suelda el metal mediante la aplicación local de energía vibratoria de alta frecuencia (entre 10.000 y 175.000 Hz), mientras se mantienen las partes juntas bajo presión.¹¹

3.3.3 Procesos de soldeo fuerte y blando.

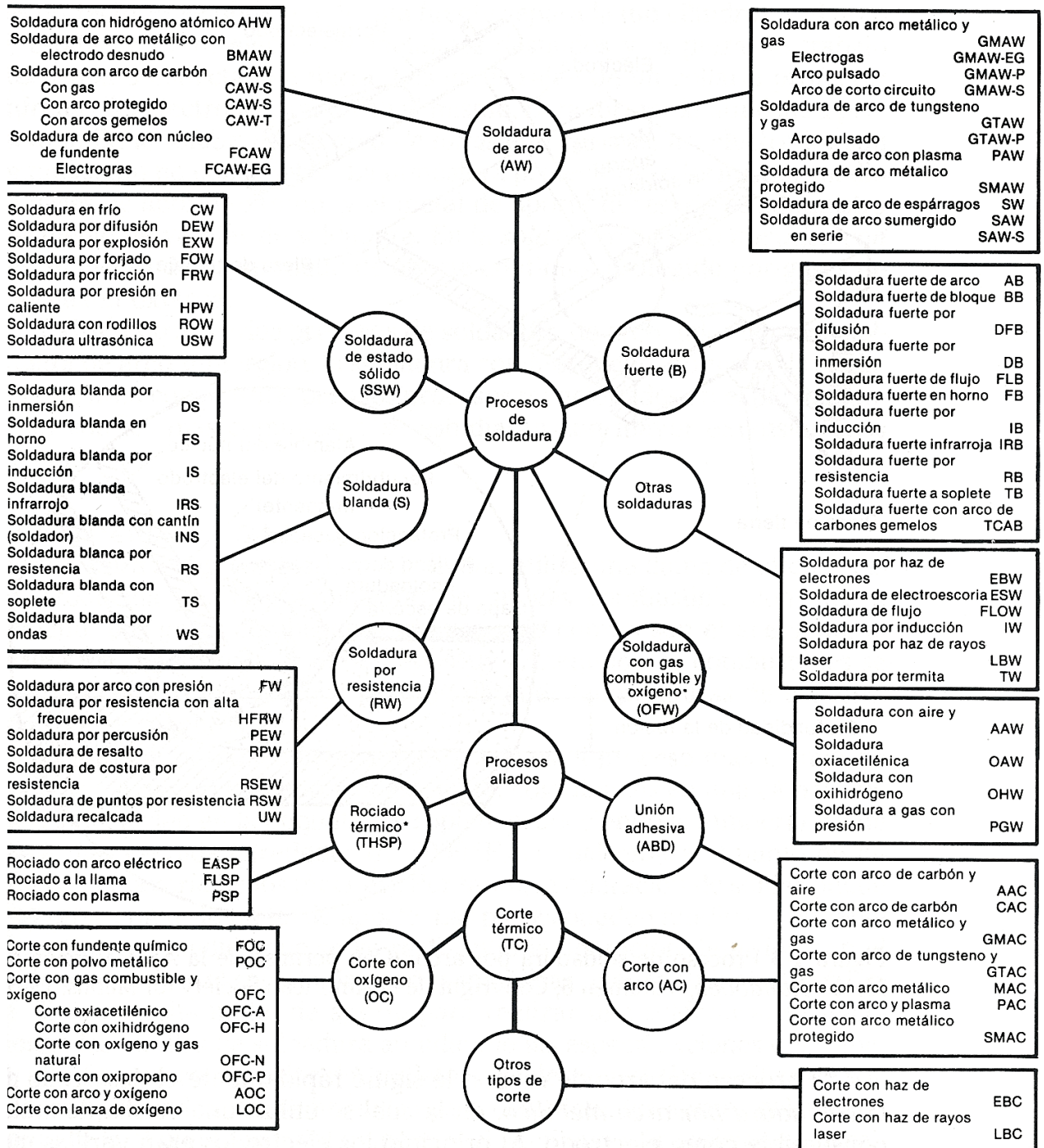
Son aquellos en los que siempre se produce la fusión del metal de aportación, pero no la del metal base. Es decir, siempre existe una fase líquida formada sólo por metal de aportación.

La diferencia entre soldeo fuerte y soldeo blando reside en que en el soldeo fuerte el metal de aportación funde por encima de 450°C, mientras que en el soldeo blando el material de aportación funde a 450°C o a temperaturas inferiores.¹²

En la página siguiente incluyo una clasificación detallada de los procesos de soldadura y otros procesos aliados.

¹¹Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. DutchessCommunityCollege, Universidad del Estado de Nueva York. AlfaOmega grupo editor S.A. 1997. Capítulo 8.

¹²Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 11.



*A veces es un proceso de soldadura.

Ilustración 4 Diagrama de los procesos de soldadura y otros procesos aliados.¹³

¹³ Ilustración tomada de Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. DutchessCommunityCollege, Universidad del Estado de Nueva York. AlfaOmega grupo editor S.A. 1997. Página 5.

Dentro de los numerosos tipos de soldadura que hay, hoy en día están muy extendidos los procesos que usan gas de protección.

3.4 PROCESOS DE SOLDEO POR ARCO QUE UTILIZAN GAS DE PROTECCIÓN.

Los procesos de soldeo por arco protegidos por gas más comunes son:

- Soldeo TIG.
- Soldeo MIG/MAG.
- Soldeo por plasma.

La función primordial de los gases de protección es evitar que el metal a altas temperaturas, el baño de fusión y el electrodo se oxiden o contaminen con impurezas. Si el aire entra en contacto con el metal fundido, el oxígeno del aire reaccionará con el material produciendo óxidos, el nitrógeno puede causar porosidad y la humedad del aire puede también causar porosidad y provocar grietas.

Otra función importante de los gases de protección es la de facilitar la transferencia del material en la soldadura por arco, ionizándose para permitir el establecimiento del arco y la formación de la columna de plasma.¹⁴

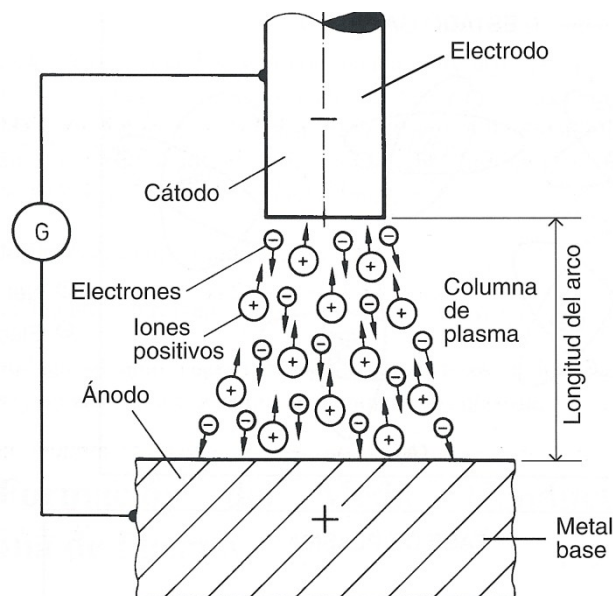


Ilustración 5 Descripción del arco eléctrico¹⁵

¹⁴Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 230.

3.5 GASES DE PROTECCIÓN.

Se utilizan básicamente tres gases como protección durante el soldeo:

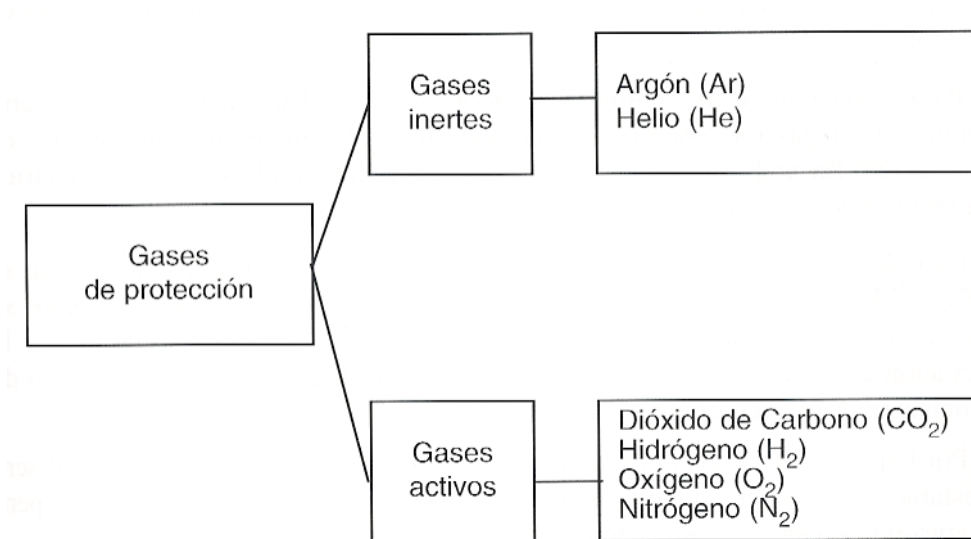
- Argón.
- Helio.
- Dióxido de Carbono o Anhídrido Carbónico (CO₂).

Estos gases se utilizan tanto separadamente como mezclados entre sí. Se añaden en algunos casos pequeñas cantidades de:

- Oxígeno.
- Hidrógeno.
- Nitrógeno.

3.5.1 Clasificación de los gases de protección.

Hay dos grupos: Activos e inertes.



Una mezcla de gases es activa siempre que alguno de sus componentes lo sea y sólo es inerte si todos sus componentes lo son; por tanto las mezclas Argón+CO₂, Argón+H₂, Argón+Helio+CO₂... son activas (independientemente del porcentaje del gas activo); solamente es inerte la mezcla Argón+Helio.

¹⁵ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 34

Un gas se denomina activo porque reacciona químicamente de alguna forma a la temperatura del arco, al contrario que los inertes que permanecen inalterables en cualquier circunstancia.

3.5.2 Propiedades de los gases.

Las propiedades o características de los gases a tener en cuenta son:

- Energía de ionización.
- Densidad.
- Conductividad.

3.5.2.1 Energía de ionización.

Al establecerse un arco eléctrico el gas circulante se ioniza, es decir se produce la separación, con carácter reversible, de los átomos o moléculas del gas en iones y electrones: se forma la columna de plasma. También los gases formados por más de un átomo, como el Nitrógeno (N_2) o el Hidrógeno (H_2), se disocian, es decir se produce la separación, con carácter reversible, de los iones en sus átomos.

Cuando el gas ionizado o disociado entra en contacto con la pieza a soldar se enfría y el plasma se convierte de nuevo en gas; es decir los iones y átomos se vuelven a unir formando el gas en el mismo estado que antes de comenzar la operación de soldeo. Al unirse los átomos se libera la energía de ionización o de disociación que se transmite a la pieza.

Por tanto, cuanto mayor sea la energía de ionización de un gas más difícil será el establecimiento del arco, dificultad de cebado y menor estabilidad del arco, pero mayor será la energía que aporte a la pieza.

El argón posee una energía de ionización más baja que el helio razón por la cual el arco de argón aporta menos calor que el de helio.

3.5.2.2 Densidad.

Cuanto mayor sea la densidad de un gas se requerirá menor caudal para obtener la misma protección, ya que cubrirá más fácilmente la zona de soldeo.

El argón posee una densidad más alta que el helio y la del CO_2 es mayor que la del argón.

3.5.2.3 Conductividad térmica.

La conductividad térmica es la facilidad para transmitir el calor. Cuanto mayor sea la conductividad térmica la distribución de temperaturas en el arco es más homogénea, dando lugar a cordones más anchos y penetración más uniforme.

La conductividad del argón es menor que la del helio, lo que supone que la penetración con helio es mayor que con argón.

3.5.3 Argón

Las características de este gas son:

- Eficiente protección debido a su alta densidad.
Es 1,4 veces más pesado que el aire y 10 veces más denso que el helio.
- Cebado fácil.
Por su baja energía de ionización.
- Buena estabilidad del arco.
- Económico.
Menos costoso que el helio en Europa.
- Idóneo para pequeños espesores.
- Forma de cordón y penetración. El calor se concentra en la zona central del arco.

3.5.4 Helio

Las características de este gas son:

- Potencial de ionización elevado.
- Alta conductividad por lo que la columna de plasma es ancha.
- Muy baja densidad.

Por tanto las propiedades más importantes del helio son:

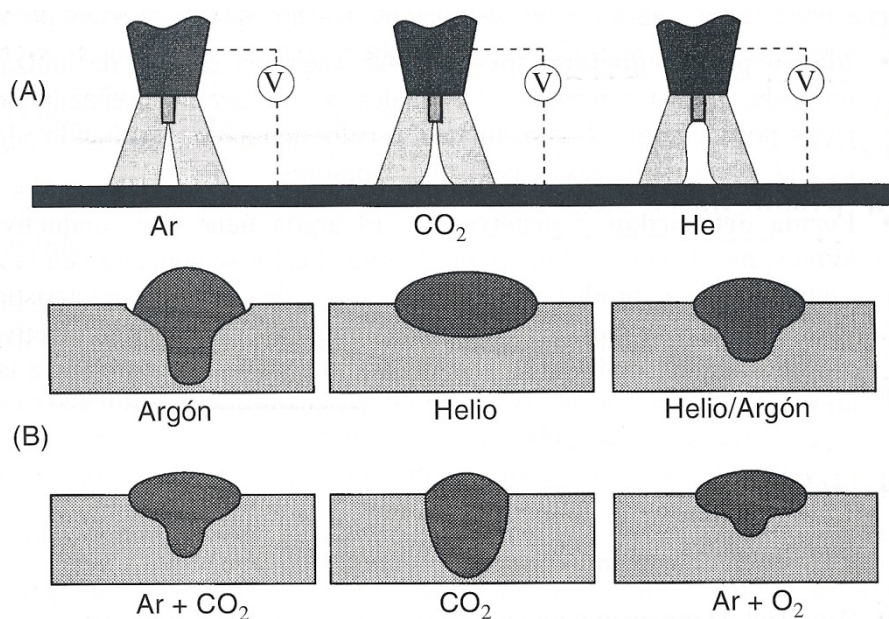
- ✓ Aporte térmico muy elevado.
- ✓ Se obtienen cordones anchos y de gran penetración.
- ✓ Se puede realizar el soldeo a gran velocidad.

Las principales aplicaciones del helio son:

- Soldeo de grandes espesores.
- Soldeo automatizado donde se puedan emplear grandes velocidades.
- Soldeo de materiales de gran conductividad, como por ejemplo el cobre, reduciéndose la necesidad de precalentamiento.

Inconvenientes del helio:

- Poca estabilidad del arco en comparación con el argón.
- Caudal muy elevado debido a su baja densidad. De 2 a 2,5 veces superior que con argón.



(A) Forma de la columna de plasma en función del gas de protección.¹⁶

(B) Forma del cordón en función del gas de protección

Ilustración 6 Forma de la columna de plasma y del cordón en función del gas de protección

3.5.5 Dióxido de Carbono CO₂

Es el único gas activo que puede utilizarse como protección. Únicamente se utiliza en el soldeo MAG o FCAW (alambre tubular).

Las ventajas más importantes del CO₂ son:

- Bajo coste.
- Gran penetración.
- Alta velocidad de soldeo.

Los inconvenientes son:

- Se producen gran cantidad de salpicaduras.
- No se puede conseguir transferencia "spray", únicamente se puede conseguir transferencia globular o en cortocircuito.
- La superficie de los cordones queda ligeramente oxidada.

Normalmente se utiliza mezclado con argón para disminuir los inconvenientes del CO₂.

¹⁶Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 234.

3.5.6 Efecto de las adiciones de determinados gases al gas de protección.

3.5.6.1 Adiciones de Oxígeno.

Solamente se utiliza como aditivo del argón en el soldeo MAG y FCAW.

Consecuencias de la adición de pequeñas cantidades de oxígeno:

- Estabiliza el arco.
- Permite conseguir transferencia en “spray” con intensidades más bajas.
- Aumenta la cantidad de gotas de metal de aportación formadas.
- Mejora el aspecto del cordón.
- Consigue un baño de fusión más fluido.

Nunca se podrá utilizar en grandes cantidades (nunca superiores al 8 %), porque se produciría la oxidación del metal fundido.

3.5.6.2 Adiciones de hidrógeno.

Normalmente solo se utiliza como aditivo del argón (hasta el 5 % de hidrógeno), para el soldeo TIG o plasma.

Se obtienen las siguientes ventajas:

- Aumenta el aporte térmico.
- Permite aumentar la velocidad de desplazamiento.
- Aumenta la anchura y penetración del cordón de soldadura.

Nunca se debe utilizar para el soldeo de aceros al carbono, de baja aleación, ni para aceros inoxidables ferríticos, ya que en estos materiales el hidrógeno puede producir fisuración.

3.5.6.3 Adiciones de nitrógeno.

A veces se añade nitrógeno al argón en el soldeo por plasma, soldeo TIG y en el soldeo MAG. Sin embargo no es una adición muy común. Suele utilizarse casi exclusivamente en el soldeo del cobre y sus aleaciones.

Las ventajas de su adición son:

- Bajo coste.
- Aumenta la penetración y anchura del cordón.
- Aumenta el aporte térmico.

Gas de protección	Proceso	Material
Argón (Ar)	TIG	Todos los materiales
Helio (He)	MIG	Todos los materiales no férricos y aceros inoxidable
Argón + Helio		
Ar + O ₂ (Ar+CO ₂)	MAG	Aceros altamente aleados
Ar + CO ₂		Aceros no aleados y de baja y media aleación
Ar + CO ₂ + Oxígeno		
CO ₂		
Ar + CO ₂ + Oxígeno	FCAW	Aceros al carbono, de baja aleación y aceros inoxidable
CO ₂		
Ar + Oxígeno		
Ar + He	Protección de raíz	Metales afines con el oxígeno, titanio
Argón		Otros metales
Nitrógeno + Hidrógeno		
Nitrógeno		
Argón + Nitrogeno		
Argón + Hidrógeno		

Ilustración 7 Procesos y materiales a los que se aplican cada gas¹⁷

3.6 GAS DE RESPALDO

El gas de respaldo es suministrado por la raíz de la soldadura para protegerla durante el soldeo. Esto es necesario en algunos materiales como el acero inoxidable y en la mayoría de los materiales no férricos. También suele ser necesario cuando se utilizan insertos consumibles. No es preciso para el soldeo de aceros al carbono ni para la mayoría de los aceros de baja aleación.

Antes de empezar a soldar se debe purgar la tubería o la raíz de la unión, retirando todo el aire que esté rodeando a la raíz de la soldadura.¹⁸

En la industria actual, es muy habitual soldar mediante procedimiento TIG dentro de los procesos de soldeo mediante fusión y protección gaseosa.

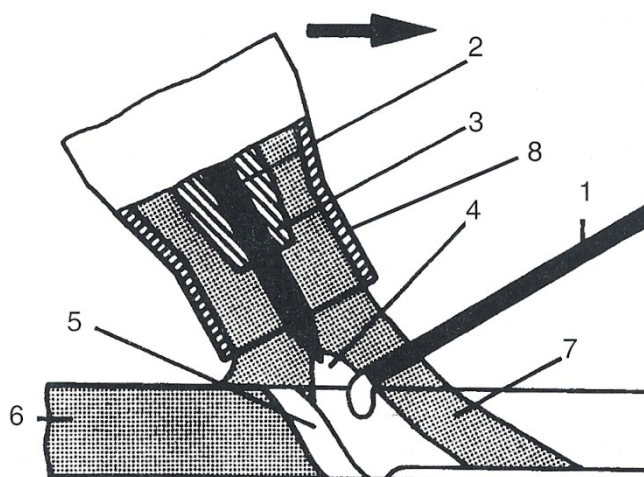
¹⁷ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 237

¹⁸ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Páginas 230 a 237.

3.7 PRINCIPIOS DEL PROCESO

3.7.1 Descripción y denominaciones.

El procedimiento de soldeo por arco bajo gas protector con electrodo no consumible, también llamado TIG (Tungsten Inert Gas), utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que se establece entre un electrodo no consumible y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión. El material de aportación, cuando se utiliza, se aplica por medio de varillas como en el soldeo oxiacetilénico.



- 1.- Varilla de aportación. Metal de aportación
- 2.- Electrodo no consumible
- 3.- Boquilla de contacto
- 4.- Arco eléctrico
- 5.- Metal de soldadura fundido
- 6.- Pieza a soldar. Metal base
- 7.- Protección gaseosa
- 8.- Tobera

*Ilustración 8 Descripción del proceso TIG.*¹⁹

Hay que recordar que wolframio (o volframio) y tungsteno son dos denominaciones para el mismo metal cuyo símbolo en la tabla periódica es W.

El proceso de soldeo TIG también recibe las denominaciones de:

- GTAW, Gas Tungsten Arc Welding (ANSI/AWS A3.0)
- 141, Soldeo por arco con electrodo de volframio y gas inerte (UNE-EN 24063).
- Soldeo por arco con electrodo de volframio (UNE 14100).
- Gas-Shielded Tungsten-Arc Welding (Reino Unido).

3.7.2 Ventajas y limitaciones.

Ventajas:

¹⁹ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 245

- Proceso adecuado para unir la mayoría de los metales.
- Arco estable y concentrado.
- Aunque se trata de un proceso esencialmente manual, se ha automatizado para algunas fabricaciones en serie, como tubería de pequeño espesor soldada longitudinalmente o helicoidalmente y para la fijación de tubos a placas en intercambiadores de calor.
- No se producen proyecciones (al no existir transporte de metal en el arco).
- No se produce escoria.
- Produce soldaduras lisas y regulares.
- Se puede utilizar con o sin metal de aporte, en función de la aplicación.
- Puede emplearse en todo tipo de uniones y posiciones.
- Alta velocidad de soldeo en espesores por debajo de 3-4 mm.
- Se pueden conseguir soldaduras de gran calidad.
- Permite un control excelente de la penetración en la pasada de raíz.
- No requiere el empleo de fuente de energía excesivamente caras.
- Permite el control independiente de la fuente de energía y del metal de aportación.

Limitaciones del proceso TIG:

- La tasa de deposición es menor que la que se puede conseguir con otros procesos de soldeo por arco (en el soldeo automático esta desventaja se puede solucionar con la técnica de alambre caliente).
- Su aplicación manual exige, en general, gran habilidad por parte del soldador.
- No resulta económico para espesores mayores de 10 mm.
- En presencia de corrientes de aire puede resultar difícil conseguir una protección adecuada de la zona de soldadura.

3.7.3 Aplicaciones.

El proceso TIG se puede utilizar para el soldeo de todos los materiales, incluidos el aluminio y el magnesio y los materiales sensibles a la oxidación como el titanio, zirconio y sus aleaciones.

Puesto que el proceso posee las virtudes necesarias para conseguir soldaduras de alta calidad y con una elevada pureza metalúrgica, exentas de defectos y buen acabado superficial, es ideal para soldaduras de responsabilidad en la industria del petróleo, química, petroquímica, alimentación, generación de energía, nuclear y aeroespacial.

Como su tasa de deposición es baja, no resulta económico para soldar materiales con espesores mayores de 6-8 mm. En estos casos el TIG se utiliza para efectuar la pasada de raíz, empleándose otros procesos de mayor productividad para el resto de las pasadas de relleno.

También se puede utilizar para realizar soldaduras por puntos y por costuras.

3.8 SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE

El proceso TIG puede utilizarse tanto con corriente continua como con corriente alterna. La elección de la clase de corriente y polaridad se hará en función del material a soldar. Con el fin de realizar esta elección correctamente, se va a destacar algunos aspectos diferenciales de ambas alternativas.

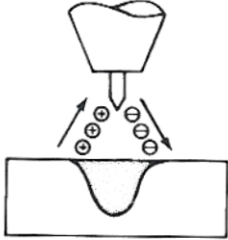
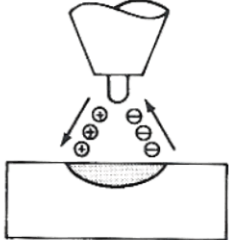
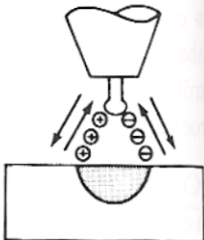
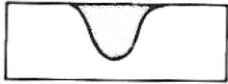


Tipo de corriente	Corriente continua	Corriente continua	Corriente alterna
Polaridad	Directa	Inversa	
Flujo de electrones e iones			
Aspecto de la penetración			
Acción decapantes	No	Sí	Sí. Una vez durante el semiciclo positivo
Balance calórico (aproximado)	70% en la pieza. 30% en la punta del electrodo	30% en la pieza. 70% en la punta del electrodo	50% en la pieza. 50% en la punta del electrodo
Penetración	Profunda y estrecha	Ancha y menos profunda	Media
Comportamiento del electrodo	Excelente. Ej. 400 A; 3,2 mm	Pobre. Ej. 30 A; 3,2 mm	Buena. Ej. 225 A; 3,2 mm

Ilustración 9 Características del soldeo de acuerdo con la corriente seleccionada.²⁰

3.8.1 Arco con corriente continua.

La polaridad recomendada en corriente continua es la directa, ya que si se suelda con polaridad inversa se tienen que utilizar intensidades tan bajas para que no se sobrecaliente el electrodo que resulta impracticable soldar.

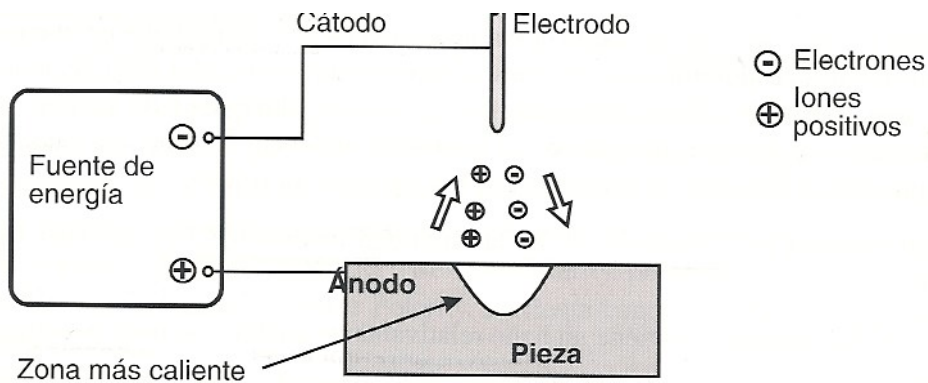
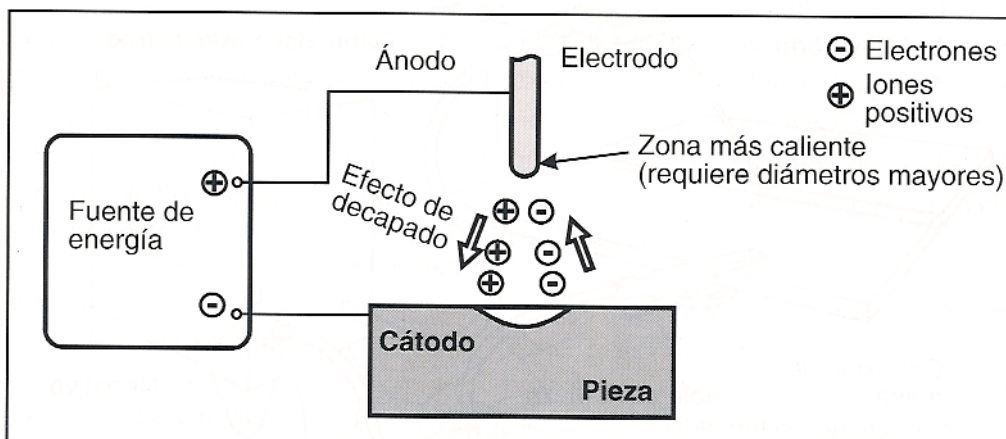


Ilustración 10 Polaridad directa: Se conecta el electrodo en el terminal negativo.²¹

Características de la polaridad directa:

- En general se obtienen cordones estrechos con gran penetración.
- El electrodo soportará intensidades del orden de 8 veces mayores que si estuviese conectado al polo positivo, ya que se calienta menos.
- No se produce el efecto de decapado sobre las piezas, por lo que si se quisiera soldar aleaciones con capas refractarias deberían decaparse químicamente antes del soldeo.



²⁰ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 248.

²¹ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 38

Ilustración 11 Polaridad inversa: Se conecta el electrodo en el terminal positivo. ²²

Características de la polaridad inversa:

- En general se obtiene un baño relativamente ancho, con poca penetración.
- Excesiva acumulación de calor en el electrodo, que puede provocar su sobrecalentamiento y rápido deterioro incluso a bajas intensidades de corriente.
- Se produce el efecto de decapado o limpieza de óxidos, facilitándose el soldeo de algunas aleaciones como las de aluminio y magnesio.

3.8.2 Arco con corriente alterna

La corriente alterna aúna, aunque reducidas, las ventajas de las dos polaridades: el buen comportamiento durante el semiciclo de la polaridad directa y el efecto decapante del baño durante el semiciclo de polaridad inversa, por lo que suele emplearse en el soldeo de aleaciones ligeras, tales como las de aluminio y magnesio.

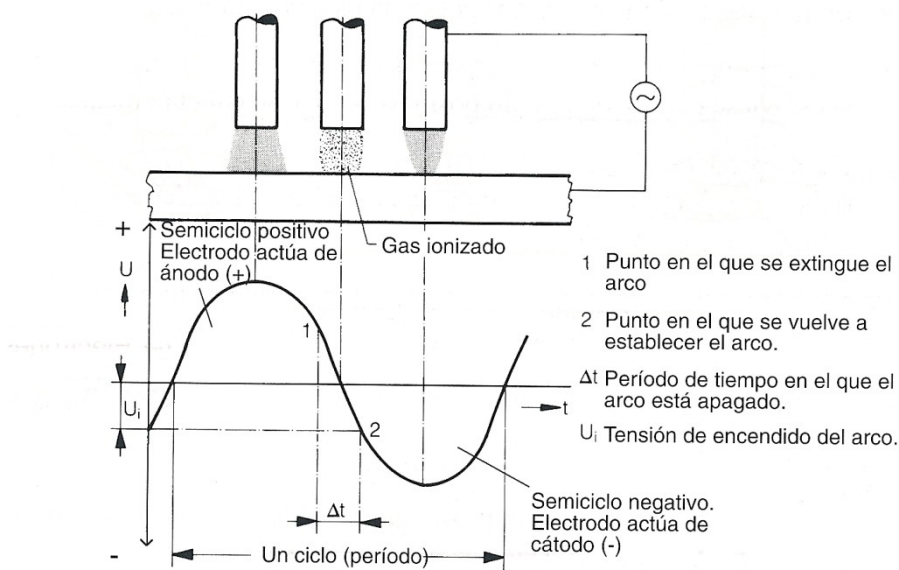


Ilustración 12 Efecto de la corriente alterna en el arco eléctrico.

Como principales inconvenientes presenta dificultades de cebado y de estabilidad del arco, lo que obliga a incorporar al equipo un generador de alta frecuencia.

3.9 EQUIPO DE SOLDEO

²² Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 38

El equipo básico para el soldeo TIG consiste en una fuente de energía o de alimentación, un porta electrodos, electrodo, cables de soldeo, botellas de gas inerte y mangueras para la conducción del gas.

3.9.1 Fuente de energía

La fuente de energía para el soldeo TIG debe presentar una característica descendente (de intensidad constante), para que la corriente de soldeo se vea poco afectada por las variaciones en la longitud del arco.

La fuente de energía debe tener un rango de variación continua de intensidad y una intensidad mínima baja (5-8 A). Lo último es importante para la función “disminución progresiva de intensidad o control de pendiente”. Además la fuente de energía debe ser capaz de suministrar una intensidad tan alta como sea requerida por los espesores y el material que se va a soldar. Se da a continuación una indicación de las intensidades requeridas por milímetro de espesor de chapa para diferentes materiales:

Acero baja aleación	30-40 A.
Aluminio	45-50 A.
Cobre	75-80 A.
Acero inoxidable	30-40 A.

3.9.1.1 Tipos de fuente en corriente alterna

- Transformadores con un control adicional para la unidad de alta frecuencia y la unidad de control de gas.
- Equipo de soldeo TIG con capacidad para corriente alterna y corriente continua.

Se emplea corriente alterna para favorecer el decapado de la capa de óxido en aleaciones de aluminio y magnesio, también se utiliza para el soldeo de materiales de bajo espesor.

Las fuentes de corriente alterna convencionales utilizan una onda sinusoidal simplemente transformando la onda de la red para adecuar los parámetros de intensidad y tensión. El arco con corriente alterna es inestable, por lo que se utilizan diferentes medios para estabilizar el arco durante el soldeo como son: generador de impulsos de alta frecuencia, filtros capacitivos o empleo de fuentes de onda cuadrada.

Las fuentes de onda cuadrada pueden cambiar el sentido de la corriente de soldeo en muy poco tiempo, permitiendo una óptima activación de la semionda positiva y de la negativa consiguiéndose gran estabilidad. Algunas fuentes de onda cuadrada poseen un control de balance de la onda, estas fuentes ajustan el nivel de intensidad que se alcanza en la semionda positiva y en la negativa. Otras fuentes de onda cuadrada ajustan también el tiempo de cada semionda.

3.9.1.2 Tipos de fuente de energía para soldeo con corriente continua.

- Equipos ordinarios para trabajar con electrodos revestidos en corriente continua, equipados con porta electrodos TIG. Esta es la solución más simple pero tiene sus limitaciones, especialmente al comenzar y terminar la soldadura.
- El mismo que el anterior pero equipado con un control de gas y otras funciones necesarias.
- Rectificador especialmente preparado para el soldeo TIG. La máquina posee una unidad de control de gas, una unidad de alta frecuencia y otras funciones necesarias.

3.9.2 Funciones.

3.9.2.1 Función de control de pendiente.

Durante la pendiente positiva la corriente se incrementa paulatinamente en el momento de arranque. Esto da al soldador más tiempo para colocar el electrodo en la posición de soldeo. También reduce el riesgo de fusión del electrodo.

La función de pendiente negativa, conocida también como función de llenado del rechupe, permite una reducción gradual de la corriente final de la soldadura. Esto evita la formación de defectos de soldeo causados por la aparición de rechupes que se podrían formar al final de la soldadura.

3.9.2.2 Temporización de post-flujo y pre-flujo de gas de protección.

Con objeto de mejorar la protección al inicio y final de la soldadura, se puede seleccionar el tiempo de salida de gas de protección antes de cebar el arco (tiempo de pre-flujo), con esto se retira el aire que rodea el material base en la zona de cebado y se crea una atmósfera formada únicamente por gas de protección.

Más importante es la regulación del tiempo de salida de gas de protección después de la extinción del arco (tiempo de post-flujo); con ello se asegura que el material recién depositado esté perfectamente protegido hasta que se enfríe lo

suficiente. También se evita la contaminación del electrodo de wolframio por oxidación de éste.

Si no existiera esta función será el soldador el que debe dejar salir el gas durante un cierto tiempo antes del inicio y después de la extinción del arco.

3.9.2.3 Impulsos de alta frecuencia.

Se utiliza para mejorar la estabilidad del arco en corriente alterna o para facilitar el cebado tanto en cc como en ca. Se puede seleccionar desde el panel de control de la máquina, que actúe continuamente, o solamente cada vez que la corriente de soldeo pasa por cero.

3.9.2.4 Control del balance de onda.

Se puede regular el tiempo de cada semionda cuando se utiliza corriente alterna con onda cuadrada, pudiendo elegirse si se desea que la semionda negativa dure más tiempo, consiguiendo mayor penetración, o que la semionda positiva sea más larga, consiguiéndose que el efecto de decapado o limpieza esté más acentuado. Esta función se utilizará, sobre todo para el soldeo del aluminio y sus aleaciones.

3.9.2.5 Función pulsatoria.

Si se quiere obtener un mayor control sobre el aporte de calor al metal base se puede utilizar TIG con arco pulsado.

Las pulsaciones son variaciones de corriente entre dos valores previamente fijados.

En el panel de control de la máquina se selecciona la corriente de fondo (background), el número de pulsos por segundo, y el tiempo del pulso muchas veces en porcentaje respecto al ciclo de onda.

3.9.2.6 Control remoto.

Se puede controlar la fuente de energía durante el soldeo con algún tipo de control remoto, por ejemplo activado con el pie. Este control remoto permite disminuir o aumentar gradualmente la intensidad de la corriente donde sea necesario, por ejemplo para el soldeo en posiciones múltiples.

3.9.3 Porta electrodo.

Tienen la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. Pueden ser de refrigeración natural (por gas) o de refrigeración forzada (por agua). Los primeros se emplean en el soldeo de espesores finos, que no requieran grandes intensidades y los de refrigeración forzada se recomiendan para trabajos que exijan intensidades superiores a los 150-200 amperios. En estos casos la circulación de agua por el interior del porta electrodos evita el sobrecalentamiento del mismo.

El electrodo de wolframio que transporta la corriente hasta la zona de soldeo se sujeta rígidamente mediante una pinza alojada en el cuerpo del porta electrodos. Cada porta electrodos dispone de un juego de pinzas, de distintos tamaños, que permiten la sujeción de electrodos de diferentes diámetros.

El gas de protección llega hasta la zona de soldeo a través de una tobera de material cerámico, sujeta en la cabeza del porta electrodos. La tobera tiene la misión de dirigir y distribuir el gas protector sobre la zona de soldeo. A fin de acomodarse a distintas exigencias de consumo, cada porta electrodos va equipado con un juego de toberas de diferentes diámetros.

Hay que tener en cuenta que el electrodo de wolframio debe estar perfectamente centrado dentro de la tobera para que el chorro de gas inerte proteja bien el baño de fusión y también, en caso de tobera de cobre, no se produzca el arco doble, esto es, que el arco salte primero entre el electrodo y la tobera y después continúe entre ésta y el metal base.

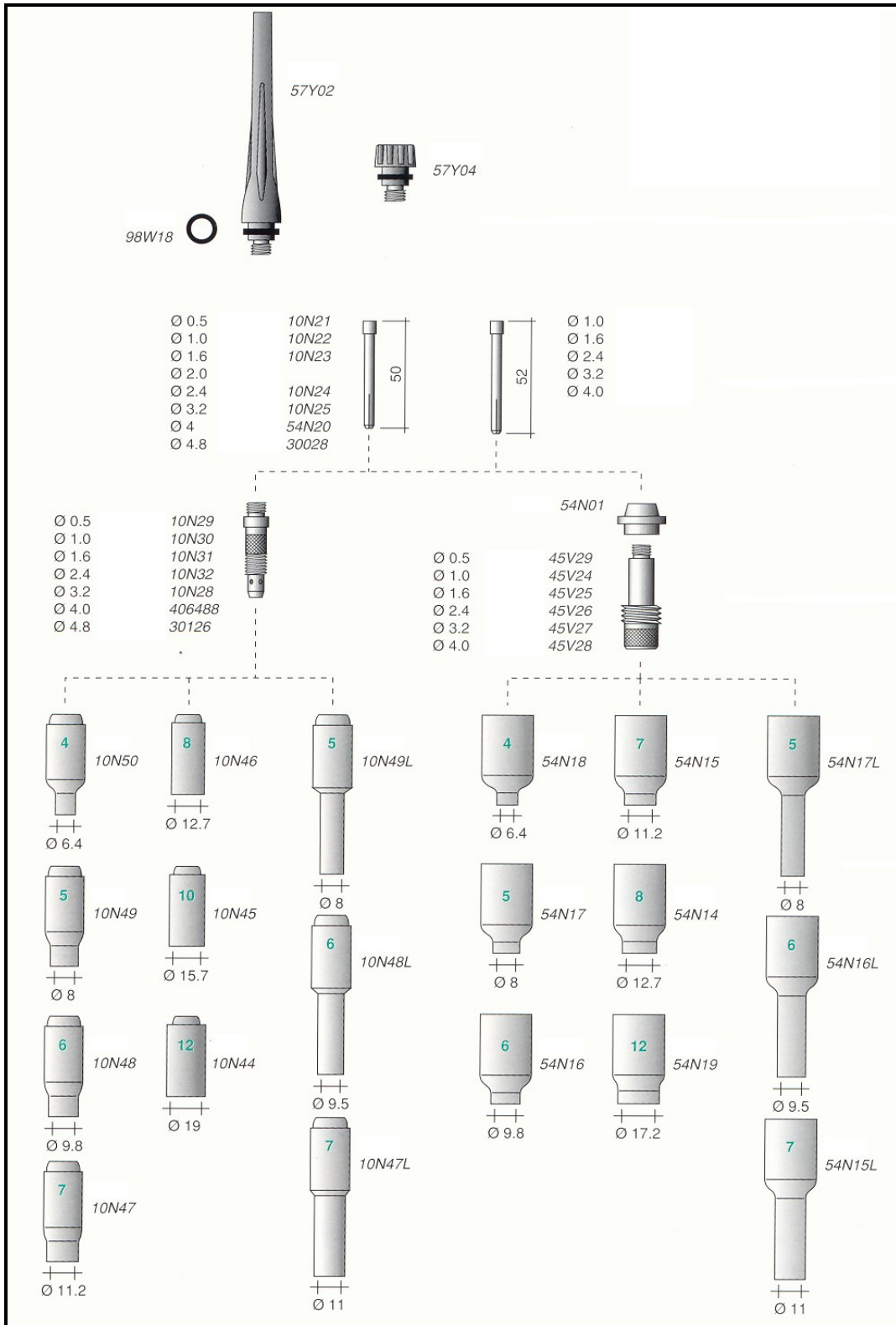


Ilustración 13 Diferentes tipos de toberas cerámicas y repuestos de pistolas de soldadura TIG

3.10 ELECTRODOS NO CONSUMIBLES.

La misión del electrodo en este proceso es únicamente la de mantener el arco sin aportar material al baño de fusión. Por este motivo y para evitar su desgaste, es muy importante que posea una alta temperatura de fusión. Esta es la razón por la que, cuando se emplea c.c., el electrodo se suele conectar al polo negativo, pues el calor generado en el extremo es inferior y permanece más frío que si se conectase al polo positivo.

En general se emplean tres tipos diferentes de electrodos, que se clasifican en función de su composición en:

- Wolframio puro.
- Wolframio aleado con torio.
- Wolframio aleado con circonio.

Al principio los electrodos fueron de wolframio puro, pero posteriormente se pudo comprobar que al añadir a este metal óxidos de torio o de circonio aumenta la emisibilidad, incrementándose el flujo de electrones, favoreciéndose el encendido y reencendido del arco y, como consecuencia, su estabilidad.

Además estos elementos permiten utilizar mayores intensidades de corriente, pues elevan el punto de utilización del electrodo. De esta forma se evita el fenómeno de desgaste del electrodo de wolframio puro que, adicionalmente, contaminaría el baño de fusión.

Los diámetros disponibles son 1; 1,6; 2; 2,4; 3,2; 4; 4,8; 5; y 6,4 mm. La longitud estándar de estos electrodos es de 150 mm.

3.10.1 Simbolización.

La tabla que vemos a continuación ha sido obtenida de la Norma UNE 14208 (EN 26848) y de la Norma AWS-A5.12

La simbolización de los electrodos de wolframio se basa en su composición según las indicaciones que figuran en la tabla, la primera letra caracteriza el componente principal, wolframio. La segunda representa las adiciones de óxido, la letra elegida es la inicial del elemento que forma el óxido adicionado, el número corresponde al contenido medio de óxido multiplicado por diez.

Los electrodos deben marcarse de acuerdo con la tabla, según su composición, con un anillo en el caso de los electrodos normales y con dos anillos en el caso de los electrodos compuestos, el color del anillo será el indicado en la tabla y se situarán en

uno de los extremos del electrodo. El ancho de cada anillo será igual o superior a 3 mm.

Símbolo	Composición			Color de identificación (2)	Equivalencia con la simbolización AWS (3)
	Óxido adicionado (1)		Contenido de wolframio mínimo		
	Naturaleza del óxido adicionado	%			
WP	--	--	99,8	verde	EWP
WT4	ThO ₂	0,35 a 0,55	resto	azul	EWTh-3
WT10	ThO ₂	0,80 a 1,20	resto	amarillo	EWTh-1
WT20	ThO ₂	1,70 a 2,20	resto	rojo	EWTh-2
WT30	ThO ₂	2,80 a 3,20	resto	violeta	
WT40	ThO ₂	3,80 a 4,20	resto	naranja	
WZ3	ZrO ₂	0,15 a 0,50	resto	marrón	EWZr-1
WZ8	ZrO ₂	0,70 a 0,90	resto	blanco	
WL10	LaO ₂	0,90 a 1,20	resto	negro	EWL-1
WL20	CeO ₂	1,80 a 2,20	resto	gris	EWCe-2 (Naranja)

■ WT10 yellow	0,9 .. 1,2% ThO ₂
■ WT20 red	1,8 .. 2,2% ThO ₂
■ WT30 purple	2,8 .. 3,2% ThO ₂
■ WT40 orange	3,8 .. 4,2% ThO ₂

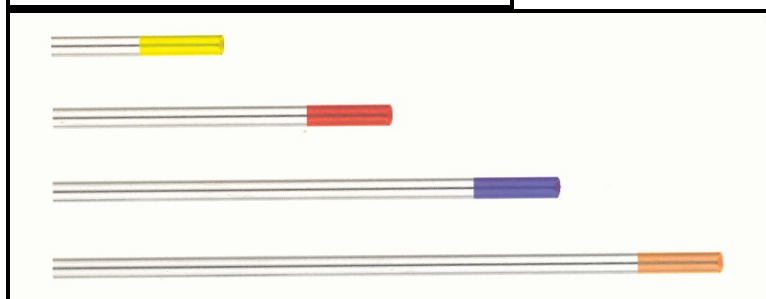


Ilustración 14 Composiciones y colores de los tungstenos²³

²³ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 261.

3.10.2 Tipos.

3.10.2.1 *Volframio puro.*

Compuesto de volframio puro, cuyo punto de fusión es de 3.400 °C aproximadamente. Es necesario que el extremo del electrodo sea redondeado.

Se utiliza fundamentalmente con corriente alterna en el soldeo del aluminio y sus aleaciones ya que con corriente alterna los electrodos de volframio puro mantienen la punta del electrodo en buenas condiciones y esto permite una buena estabilidad del arco. Pueden utilizarse con corriente continua pero los electrodos de volframio puro no tienen la facilidad de cebado ni la estabilidad de los electrodos con torio en corriente continua.

3.10.2.2 *Volframio aleado con torio.*

El punto de fusión de esta aleación es de 4.000 °C aproximadamente.

Es necesario que el extremo del electrodo sea afilado.

Se utiliza en el soldeo con corriente continua de aceros al carbono, baja aleación, inoxidable, cobre, titanio etc.; no se suelen utilizar en corriente alterna porque es difícil mantener la punta del electrodo en la forma adecuada con este tipo de corriente.

El contenido de torio conlleva a una mayor emisividad (incremento del flujo de electrones), mejor cebado, mayor resistencia a la contaminación y proporciona un arco más estable.

Electrodos de volframio con óxidos de cerio o de lantano se pueden utilizar en los mismos casos que los electrodos con torio, con la ventaja de que ni el cerio ni el lantano son radiactivos mientras que el torio sí lo es.

3.10.2.3 *Volframio aleado con zirconio.*

El punto de fusión de esta aleación es de 3.800 °C aproximadamente.

Tiene unas características intermedias entre los electrodos de volframio puro y los de volframio con torio.

Se utilizan con corriente alterna y corriente continua pero son más usuales en corriente alterna ya que combinan las características de estabilidad del arco y punta adecuada típicas de los electrodos de volframio puro, con la facilidad de cebado y la permisibilidad de mayores intensidades de los electrodos aleados con torio. Se utiliza en el soldeo de materiales ligeros como aluminio y magnesio.

3.10.3 Acabado del extremo

La forma del extremo del electrodo es muy importante pues, si no es la correcta, existe el riesgo de que el arco eléctrico sea inestable.

En general, es preferible seleccionar un electrodo tan fino como sea posible, con objeto de concentrar el arco y obtener de este modo un baño de fusión reducido.

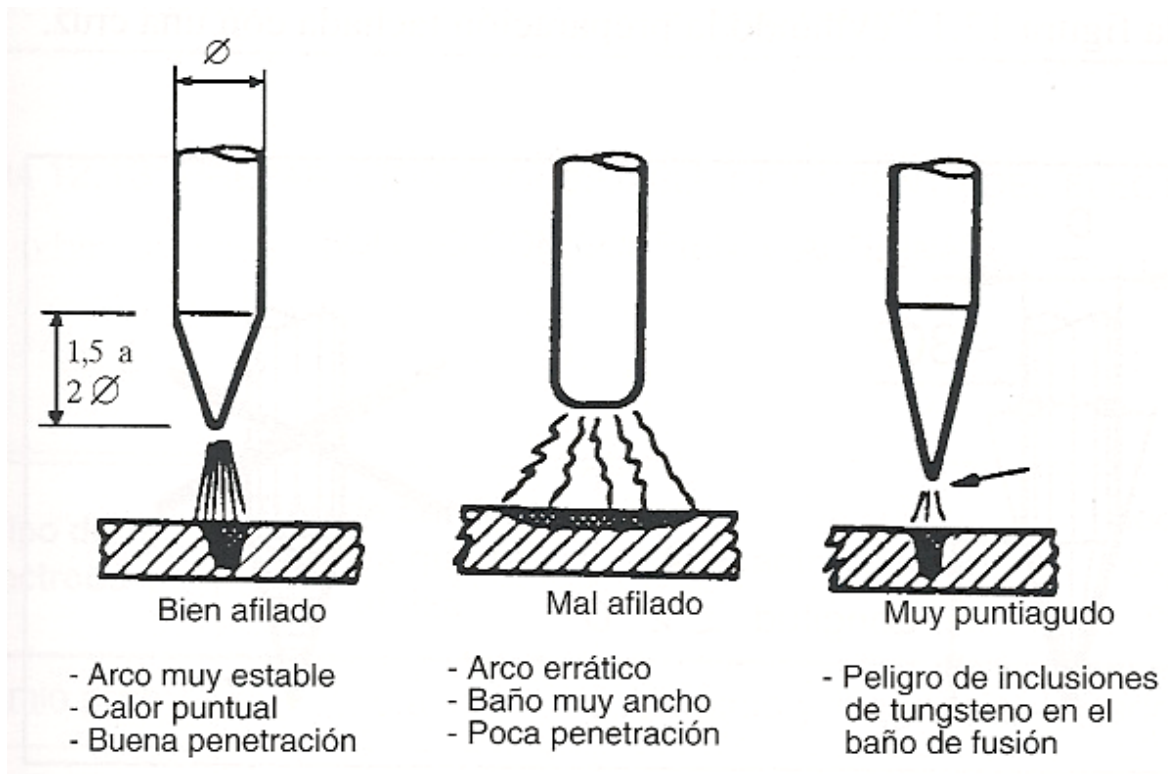


Ilustración 15 Formas de acabados de la punta del electrodo. ²⁴

Los electrodos para soldeo con corriente continua deben tener punta. Es importante que le amolado se efectúe correctamente, éste debe hacerse en la dirección longitudinal del electrodo. **Una longitud correcta de la punta del electrodo es dos veces el diámetro de este.** El extremo puntiagudo en exceso del electrodo debe ser eliminado con la piedra de amolar.

En el soldeo con corriente alterna el extremo de la punta debe estar ligeramente redondeado. La punta se redondea por sí sola si el electrodo es cuidadosamente sobrecargado, haciéndose innecesario amolarla.

²⁴ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 263.

3.10.4 Contaminación del electrodo.

Tipo de contaminación del electrodo	Causa de la contaminación	Soluciones
Por el metal de soldadura o el metal de aportación fundidos	Contacto entre el electrodo y la varilla durante el soldeo, o al introducir el electrodo en el baño de fusión	Utilizar una buena técnica de soldeo evitando este tipo de contacto
Por el aire	Longitud libre del electrodo de wolframio fuera de la boquilla demasiado larga	Utilizar una longitud máxima del electrodo igual al diámetro de la boquilla
	Caudal de gas de protección insuficiente	No utilizar menos caudal que el recomendado
	Tiempo de salida de postflujo de gas de protección insuficiente	El tiempo de postflujo deberá ser el suficiente para permitir que el electrodo se enfríe
Por agua	Fugas en la refrigeración	Eliminar las fugas
	Condensación del agua atmosférica en la tobera	Utilizar agua templada

3.10.5 Intensidades admisibles.

Diámetro del electrodo (mm)	Corriente continua (A)				Corriente alterna (A)	
	Electrodo negativo (-)		Electrodo positivo (+)		Wolframio puro	Wolframio con óxidos
	Wolframio puro	Wolframio con óxidos	Wolframio puro	Wolframio con óxidos		
1,6	40 a 130	60 a 150	10 a 20	10 a 20	45 a 90	60 a 125
2	75 a 180	100 a 200	15 a 25	15 a 25	65 a 125	85 a 160
2,5	130 a 230	170 a 250	17 a 30	17 a 30	80 a 140	120 a 210
3,2	160 a 310	225 a 330	20 a 35	20 a 35	150 a 190	150 a 250

3.11 METALES DE APORTACIÓN

3.11.1 Varillas.

El metal de aportación en el soldeo TIG no es siempre necesario cuando se sueldan piezas delgadas (de menos de 3 mm. de espesor) utilizando una preparación de bordes recta o con bordes levantados. Cuando es necesario emplear material de aportación, éste puede alimentarse manual o automáticamente.

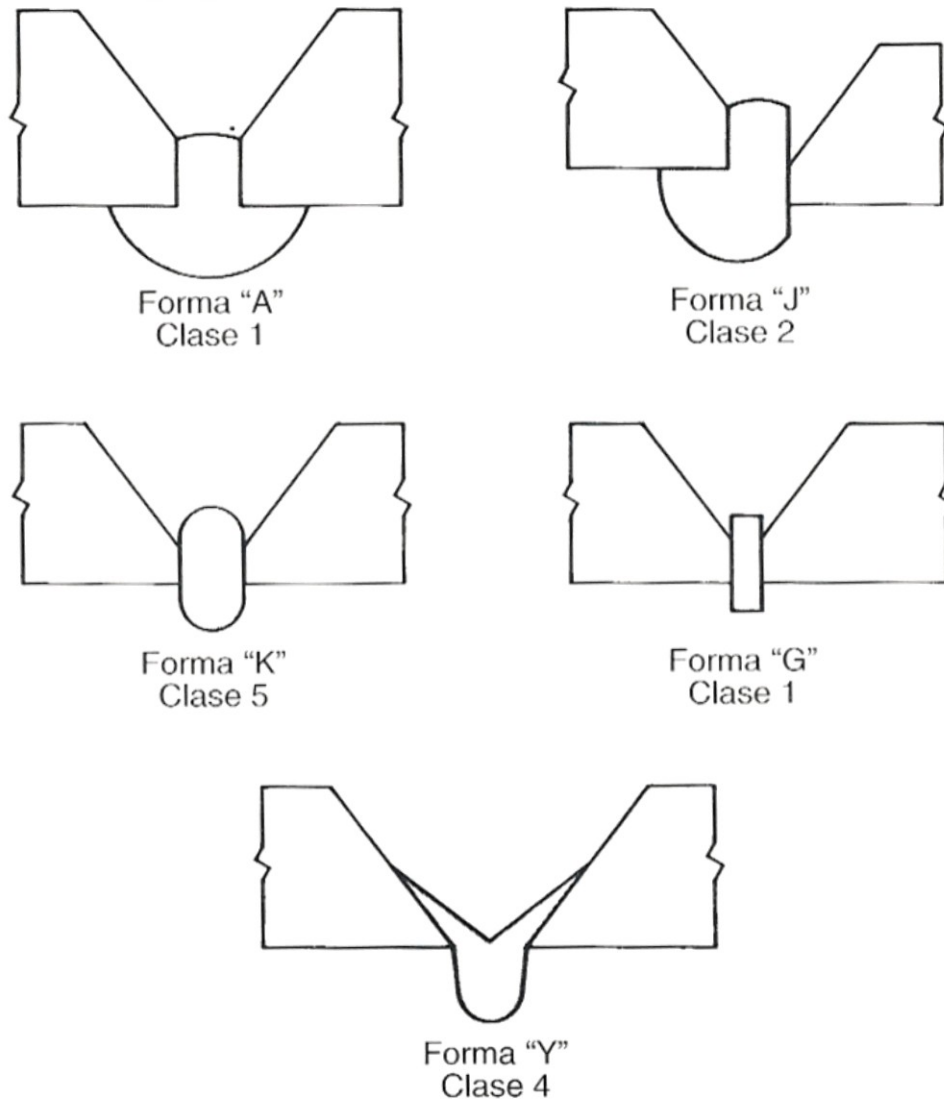
Con la finalidad de obtener uniones sin defectos, es muy importante que el metal de aportación se mantenga libre de contaminaciones ya sea en forma de humedad, polvo o suciedad. Debe por tanto mantenerse en su paquete hasta el momento de ser utilizado. Durante el soldeo es importante que la parte caliente de la varilla esté siempre lo suficientemente cerca del baño de fusión como para que lo cubra el gas de protección.

Puesto que TIG es un proceso que no produce escorias y que se realiza en una atmósfera inerte que no provoca reacciones con el baño, el material de aportación, cuando se utilice, deberá tener básicamente una composición química similar a la del material base.

3.11.2 Insertos consumibles.

Los insertos consumibles se utilizan para las pasadas de raíz realizadas desde un solo lado, donde se requiera alta calidad de la soldadura con el mínimo de reparaciones, así como cuando el soldeo se deba realizar en zonas de difícil accesibilidad. Son muy empleados en tubería para asegurar la penetración, aunque también se emplean en depósitos a presión y en estructuras.

El diseño de la unión deberá ser compatible con la forma del inserto para conseguir soldaduras de alta calidad.



*Ilustración 16 Insertos consumibles más comunes*²⁵

3.12 GASES DE PROTECCIÓN

Para el soldeo TIG se utilizarán los siguientes gases:

- Helio.
- Argón.
- Argón + Helio.
- Argón + Hidrógeno.
- Argón + Hidrógeno + Helio.

²⁵ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 268.

Normalmente se suelen utilizar de 7 a 16 l/min para el argón y de 12 a 24 l/min para el helio. El empleo excesivo de gas de protección produce turbulencias y favorece la entrada de aire de la atmósfera contaminando la soldadura.

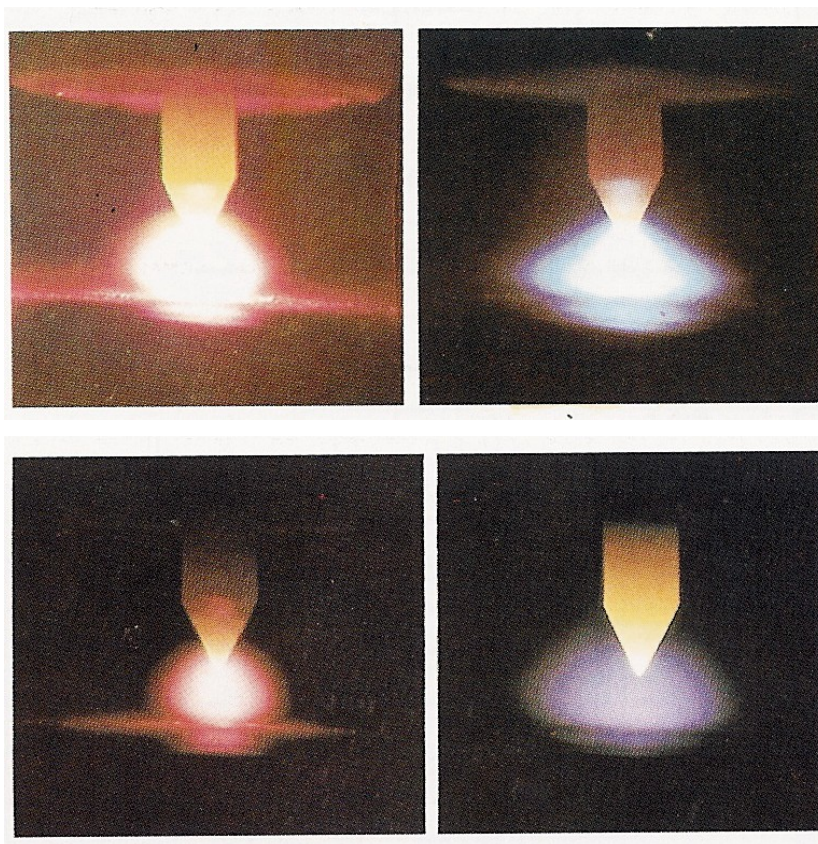


Ilustración 17 Tipos de arcos²⁶

3.13 TECNICAS OPERATIVAS.

3.13.1. Preparación de la unión.

El diseño de la unión adecuada es lo que permite que el soldeo sea cómodo para el soldador y tiene como primera finalidad facilitar una accesibilidad adecuada. Deberá permitir que el arco, el metal de aporte y el gas de protección lleguen a la zona inferior de la unión. La elección de la geometría de la unión depende del tipo de material base y el espesor.

En las soldaduras TIG se pueden encontrar imperfecciones debidas a la elección de una técnica de preparación de bordes no adecuada.

²⁶ Francisco Carrillo Olivares y Elena López Torres. Soldadura, corte e inspección de obra soldada. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz. 1998. Página 246.

Por esta razón las piedras de esmerilar deben limpiarse cuidadosamente y utilizarse únicamente para tareas de soldeo, sin mezclar las piedras de los diferentes materiales.

La preparación de bordes ideal se consigue mediante el empleo de máquinas herramientas (torno, fresadoras) pero en este caso se deberán eliminar los restos del fluido de corte que pudiesen quedar después del mecanizado.

Si se preparan los bordes mediante oxicorte o por plasma se deberán retirar los óxidos y escorias, por ejemplo mediante esmerilado.

Tolerancias de la unión.

Si las soldaduras se van a efectuar de forma mecanizada las dimensiones de las piezas deben ser muy exactas. El soldeo manual permite que la preparación de bordes sea más irregular.

Limpieza.

Es muy importante en el soldeo TIG cuidar la limpieza del material base y del de aportación. Ambos materiales deben estar exentos de aceite, grasa, pintura y cualquier residuo. Se preferirá por este motivo que los materiales de aportación se conserven en sus embalajes.

3.13.2 Cebado del arco.

El método más sencillo de cebado de arco (cebado por raspado) es raspando el electrodo, muy cuidadosamente, contra el metal base. Sin embargo, el riesgo de inclusiones de wolframio en el metal base es alto. Para evitar esto, el arco puede ser cebado en una placa adicional de cobre, conocida como pieza de arranque. Otra desventaja del cebado por raspado es la facilidad con que puede dañarse el electrodo. Una vez cebado el arco, retirar el electrodo hasta que quede a unos 3 mm. de la pieza.

Para evitar los inconvenientes del cebado por raspado se utiliza una corriente de alta frecuencia y elevada tensión. Este método es el utilizado en corriente alterna y algunas veces con corriente continua.

3.13.3 Técnica de soldeo manual.

Una vez cebado el arco, se realizará un movimiento circular con el electrodo hasta formar el baño de fusión, pasando después a un movimiento rectilíneo.

- La inclinación del porta electrodo será contraria al sentido de avance, formando un ángulo de 75° con la dirección de avance, o lo que es lo mismo un ángulo de 15° respecto a la vertical.
- La varilla formará un ángulo de aproximadamente 15° en sentido de avance.
- La varilla de aportación se introducirá en el baño de fusión con un movimiento rápido de vaivén de recorrido máximo 6 mm. Sin que salga nunca la punta en estado incandescente del área de protección del gas.
- Tanto al finalizar como al interrumpir el cordón de soldadura, se continuará protegiendo el baño de fusión, para lo cual no debe retirarse el soplete hasta la total solidificación del baño.

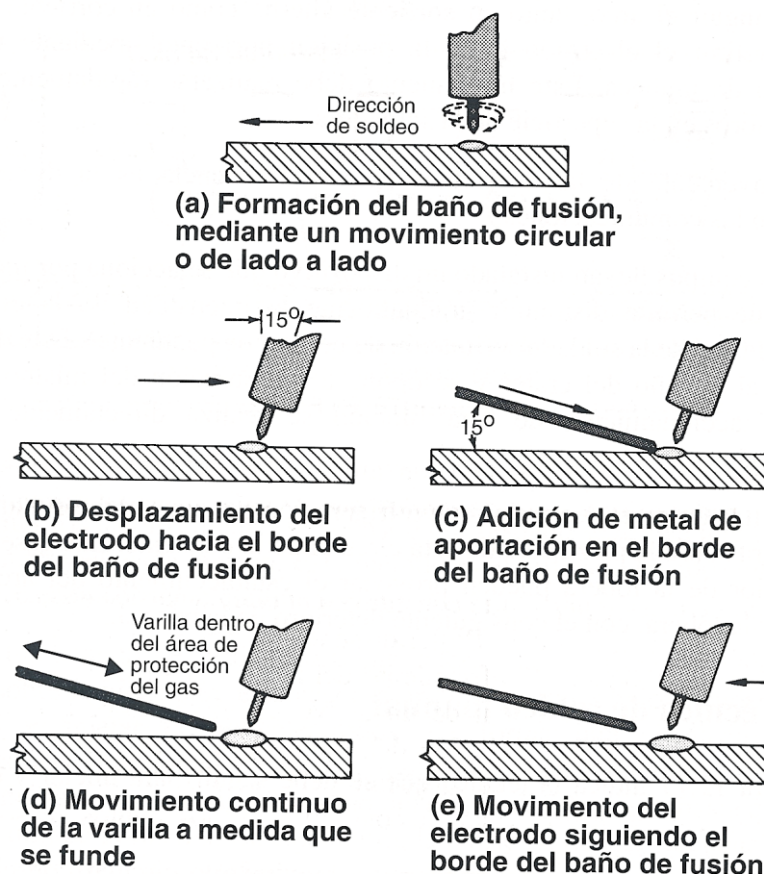


Ilustración 18 Técnica de soldeo manual²⁷

²⁷ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 274

3.14 Técnicas especiales.

3.14.1 Arco pulsado.

Con la finalidad de obtener mayor control sobre el aporte de calor al metal base y una mejor calidad de soldadura, se puede emplear la corriente pulsada.

Se trata de una variante del proceso TIG en la que la corriente de soldeo varía cíclicamente entre un nivel mínimo (corriente de fondo) y máximo (corriente de pico), a frecuencias que dependen del trabajo a realizar y que pueden oscilar entre milésimas de segundo y el segundo.

El resultado es una corriente y un arco pulsatorios que, al aplicarlos a la soldadura, producen una serie de puntos que se solapan hasta formar un cordón continuo.

Cada uno de estos puntos, que constituyen un cordón, se obtienen al producirse un impulso de gran intensidad. Posteriormente al disminuir la corriente hasta el valor de base, se produce el enfriamiento del baño y la solidificación parcial del mismo, hasta que la generación de un nuevo impulso vuelve a iniciar todo el proceso. Los sistemas de regulación del equipo permiten ajustar el valor de la corriente de base, así como la amplitud y frecuencia de los impulsos (nº de impulsos por segundo) con vistas a conseguir que los puntos se solapen y se obtenga un cordón continuo.

El soldeo TIG por arco pulsado puede aplicarse manual o automáticamente y, en cualquier caso, puede realizarse con o sin material de aportación.

Por sus características, el proceso se adapta particularmente a todos aquellos casos en los que sea importante limitar la aportación de calor; bien sea por razón de espesor, como en la soldadura de láminas muy finas, o por razones de tipo metalúrgico.

La corriente pulsada permite una mayor tolerancia en la preparación de los bordes, facilita la obtención del cordón de penetración y reduce las deformaciones.

Otra ventaja típica del proceso se presenta en el soldeo de uniones circulares de tuberías. La corriente pulsada es menos sensible a las variaciones de posición, por

lo que permite realizar un cordón continuo y uniforme sin necesidad de variar la velocidad de avance ni los parámetros de soldeo.

Las ventajas del soldeo por arco pulsado frente al soldeo convencional se pueden resumir en:

- Menor aporte térmico que produce menos deformaciones y un baño de fusión y una ZAT más estrecha.
- Mayor penetración.
- Mejor control del baño de fusión en posiciones difíciles.

La intensidad de fondo, o de base, suele ser de 15, 20 ó 30 A. Mientras que la intensidad de pico, o del pulso, depende del material a soldar, de la penetración deseada y de la duración del pulso. En general se puede decir que la corriente de pico será un 40 a 60 % más alta que la corriente en el soldeo no pulsado y la corriente de base un 25 % de la corriente de pico.

3.14.2 Soldeo con alambre caliente.

Otra variedad es el TIG con alambre caliente. Se puede utilizar en procesos automáticos o manuales. Aquí la varilla aportada de forma continua se precalienta con una corriente baja, entrando a alta temperatura en el baño, fundiéndose a mucha más velocidad y lográndose altas velocidades de aportación. Se utiliza principalmente para recargues y para soldeo automatizado de piezas de mayor espesor.

El precalentamiento del alambre de aportación se consigue mediante el paso de una corriente alterna a través del mismo. Esta corriente se suministra por una unidad independiente, que puede regularse en función del diámetro del alambre y de la velocidad de alimentación.

Algunas ventajas de utilizar el sistema de alambre caliente son:

- Una velocidad de soldeo mucho mayor. Esto hace del proceso TIG una alternativa económica en el soldeo de materiales gruesos.
- Disminuir el riesgo de formación de sopladuras, por lo que también mejora la calidad de la soldadura.
- Menor peligro de falta de fusión.

3.14.3 Soldeo orbital.

Para el soldeo automático de tubos es interesante el sistema de soldeo orbital, en el que el electrodo se hace girar mecánicamente alrededor de la unión circunferencial con o sin aportación de metal.

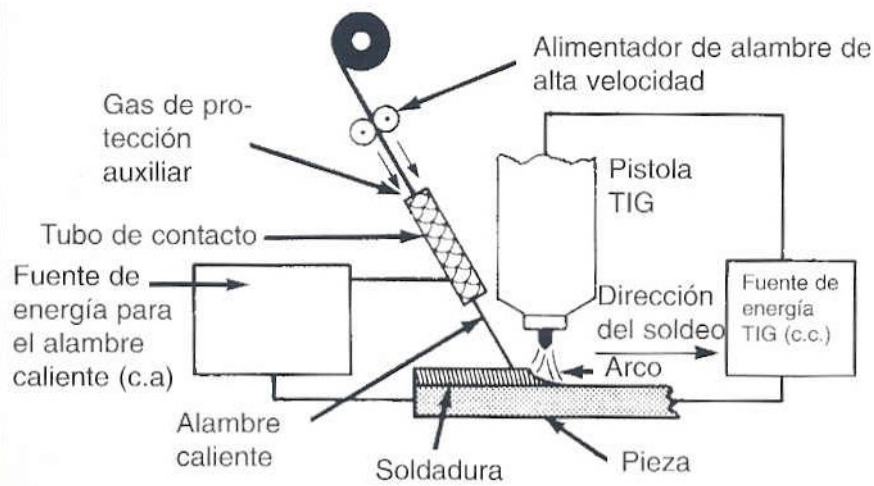


Ilustración 19 Instalación para soldeo TIG con alambre caliente²⁸

Llevan controles de corriente y velocidad para adaptar estos parámetros a las distintas posiciones de soldeo de la soldadura circunferencial, aunque con sistemas de arco pulsado estos parámetros pueden ser los mismos para la unión completa. Para uniones tubo-placa el soldeo se hace interiormente de forma automática, dando origen al sistema de soldeo interior. La protección se hace por una corriente de gas inerte en el interior del tubo.²⁹

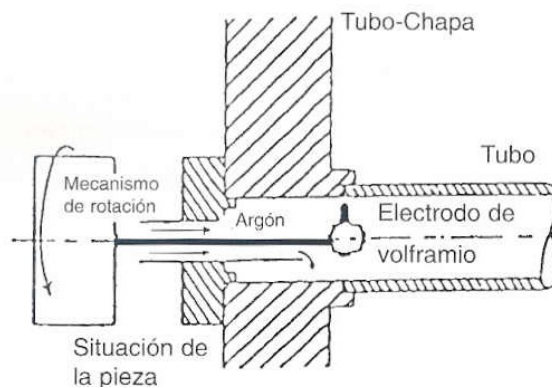


Ilustración 20 Soldeo orbital³⁰

²⁸ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 278

²⁹ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Capítulo 12.

³⁰ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 278.

3.15 TIPOS DE UNIONES.

	<p>Aplicable a soldaduras</p> <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán biselado Con chaflán en bisel ensanchado Con chaflán en J Con chaflán en U Con chaflán en V <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán en V ensanchada Con chaflán plano De borde en canto Fuertes 	
<p>(A) Unión a tope</p>	<p>Aplicable a soldaduras</p> <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán biselado Con chaflán en bisel ensanchado Con chaflán en J Con chaflán en U Con chaflán en V Con chaflán en V ensanchada <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán plano De tapón En ángulo En ojal Fuertes Por costura Por protuberancias Por puntos 	
	<p>Aplicable a soldaduras</p> <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán biselado Con chaflán en bisel ensanchado Con chaflán en J Con chaflán plano De tapón <ul style="list-style-type: none"> En ángulo En ojal Fuertes Por costura Por protuberancias Por puntos 	
<p>(B) Unión en esquina</p>		<p>Aplicable a soldaduras</p> <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán biselado Con chaflán en bisel ensanchado Con chaflán en J De tapón En ángulo <ul style="list-style-type: none"> En ojal Fuertes Por costura Por protuberancias Por puntos
<p>(C) Unión en T</p>		<p>Aplicable a soldaduras</p> <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán biselado Con chaflán en bisel ensanchado Con chaflán en J Con chaflán en U Con chaflán en V <ul style="list-style-type: none"> Con chaflán en V ensanchada Con chaflán plano De canto Por costura
<p>(D) Unión a solape</p>		<p>(E) Unión en canto</p>

Ilustración 21 Tipos de uniones³¹

³¹ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 69.

3.16 TIPOS DE SOLDADURAS.

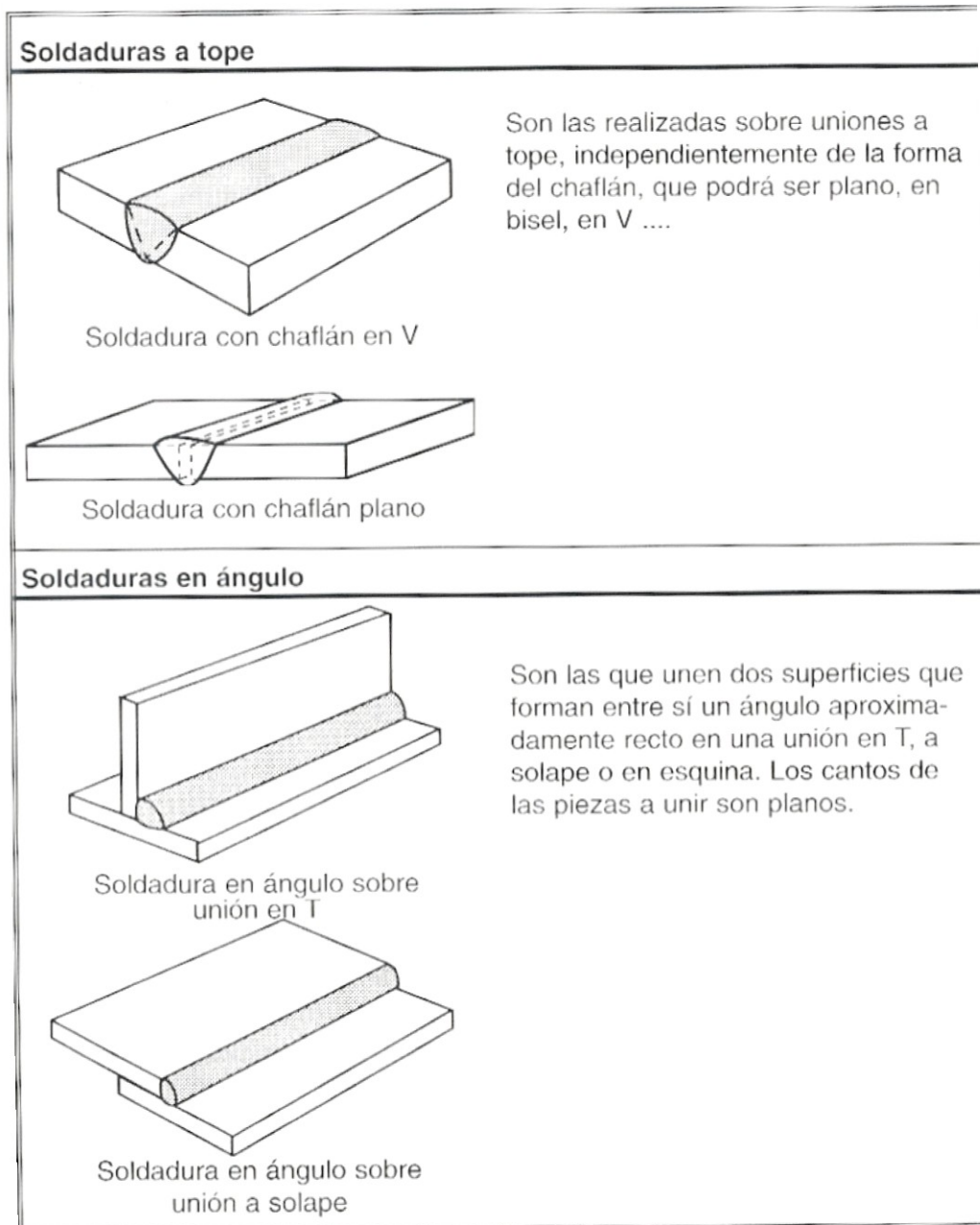
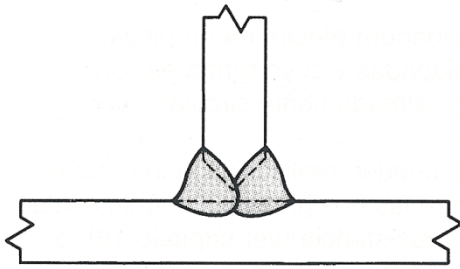


Ilustración 22 Tipos de soldaduras³²

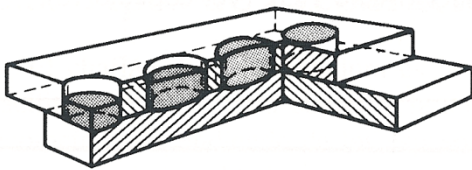
³² Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 70.

Soldadura en ángulo con chaflán



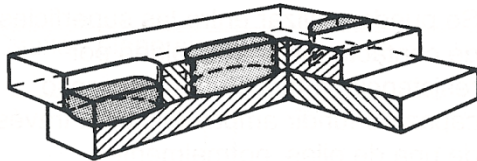
Una de las piezas sobre las que se realiza la soldadura tiene los bordes preparados, de esta forma se facilita la penetración.

Soldaduras de tapón y en ojal



Soldaduras de tapón

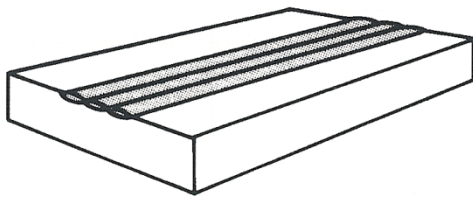
Las soldaduras de tapón y en ojal son similares en diseño pero diferentes en forma. En ambos casos se realiza un taladro en una de las piezas a unir.



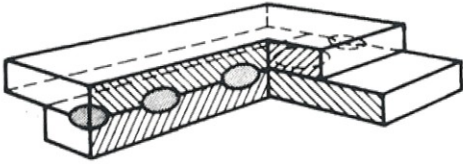
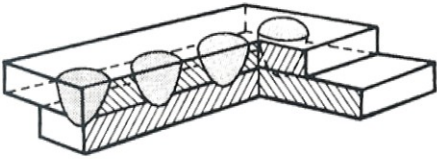
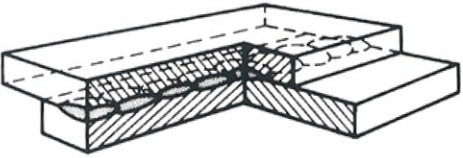
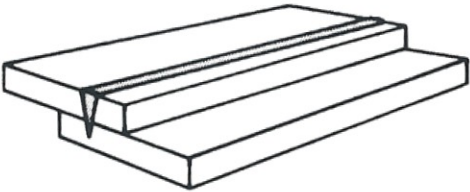
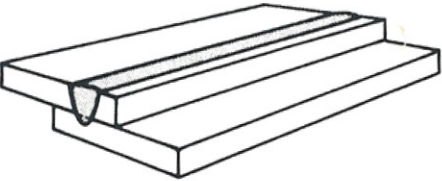
Soldaduras en ojal

Estas uniones no se deben confundir con las soldaduras en ángulo en un agujero.

Soldaduras de recargue



Soldadura efectuada sobre una superficie, en contra posición a la realizada en una unión, para obtener unas dimensiones o propiedades deseadas (en general, aumentar la resistencia al desgaste o a la corrosión).

Soldaduras por puntos	
 <p>Soldaduras por puntos por resistencia</p>	<p>Soldadura efectuada en piezas solapadas y cuya forma es aproximadamente circular.</p> <p>Se pueden realizar en la intercara entre las dos piezas mediante soldeo por resistencia (ver capítulo 16), o mediante un proceso capaz de producir la fusión de ambas piezas a través de una de ellas; normalmente mediante soldeo por haz de electrones o soldeo por arco (plasma, MIG/MAG o TIG). (Ver capítulo 13).</p>
 <p>Soldaduras por puntos por arco</p>	
Soldaduras de costuras	
 <p>Soldaduras de costuras por resistencia</p>	<p>Soldadura continua efectuada en piezas solapadas.</p> <p>Se puede realizar entre las superficies de contacto mediante soldeo por resistencia, o mediante un proceso capaz de fundir ambas piezas a través de una de ellas, normalmente mediante soldeo por haz de electrones o soldeo por arco (plasma, MIG/MAG o TIG). (Ver capítulo 13).</p>
 <p>Soldaduras de costura por haz de electrones</p>	
 <p>Soldaduras de costura por arco</p>	

3.17 TIPOS DE PREPARACIÓN DE SOLDADURAS.

El chaflán de una soldadura es la abertura entre las dos piezas a soldar que facilita el espacio para contener la soldadura. Este chaflán podrá tener diversas geometrías dependiendo de los espesores de las piezas, el proceso de soldeo y la aplicación de la soldadura.

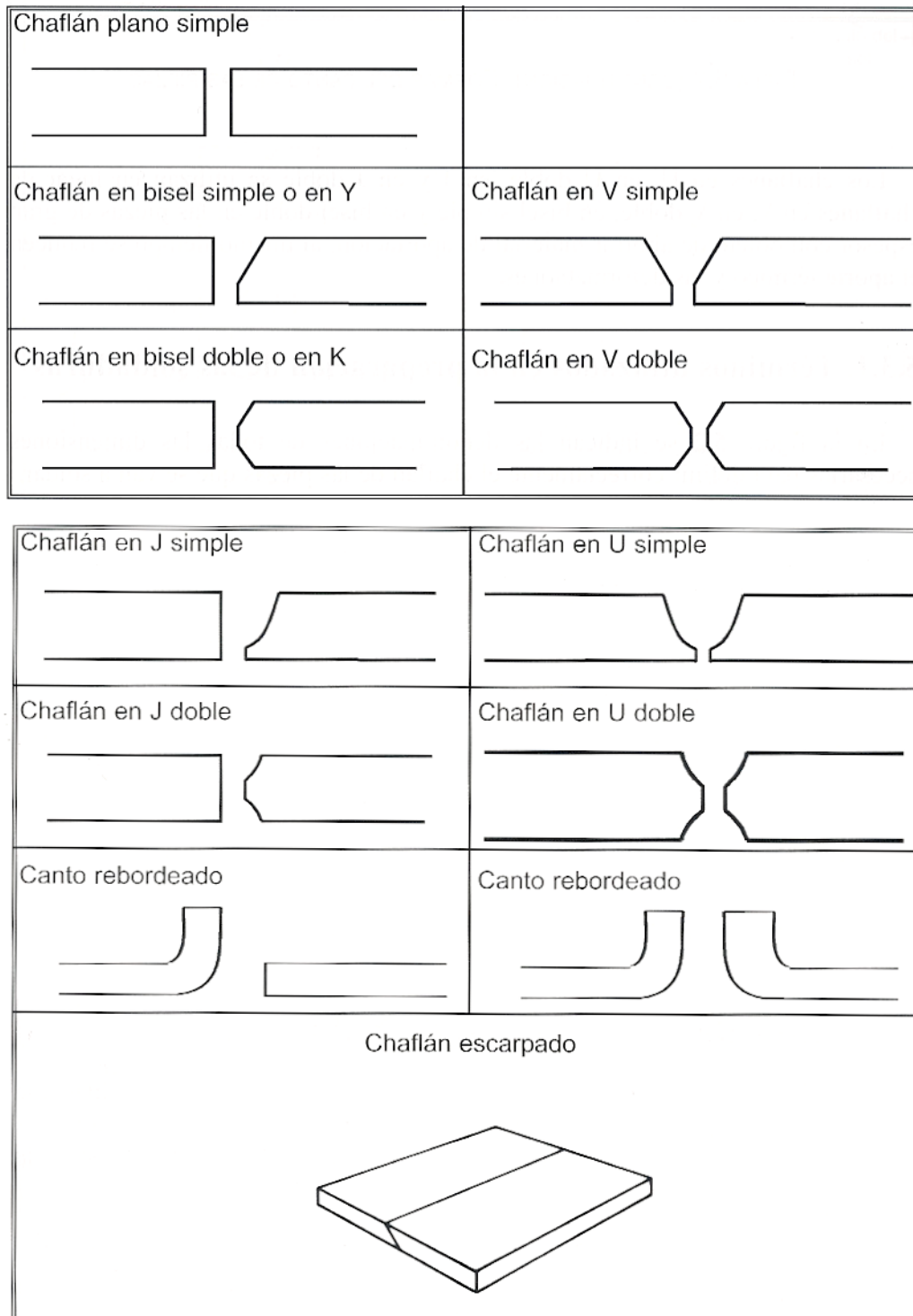


Ilustración 23 Tipos de preparación de soldaduras³³

Los chaflanes en U, en U doble, en J y en J doble se utilizan en lugar de chaflanes en V, en V doble, en bisel simple y en bisel doble en las piezas de gran espesor con objeto de ahorrar material de aportación, al mismo tiempo se reducen el aporte térmico y las deformaciones.

³³ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 74.

3.18 SOLDADURAS POR EL REVERSO, SOLDADURA CON RESPALDO Y SOLDADURA DE RESPALDO.

Soldadura por el reverso.

Es una soldadura efectuada por el lado de la raíz de la soldadura ya realizada. Se puede realizar un resanado, o al menos una limpieza, antes de depositar la soldadura por el reverso.

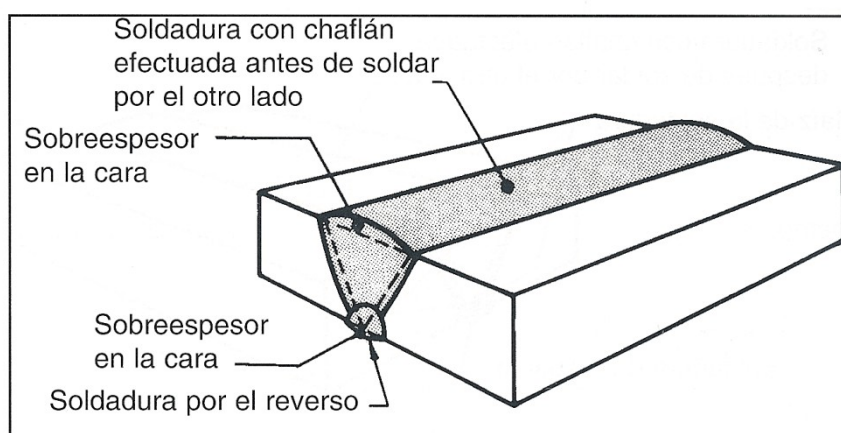


Ilustración 24 Soldadura por el reverso³⁴

Soldadura con respaldo.

En algunas ocasiones se utiliza un respaldo para realizar una soldadura. Un respaldo es un material o dispositivo que se coloca por la parte posterior de la unión para soportar y retener el metal de soldadura fundido. Este material puede ser metálico o no y puede fundirse parcialmente o no durante el soldeo. En el caso de fundirse parcialmente durante el soldeo el respaldo será permanente (no se retirará después del soldeo).

³⁴ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 79.

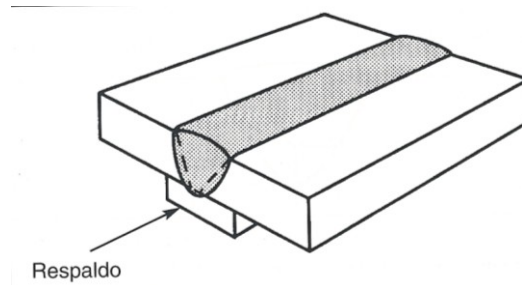


Ilustración 25 Soldadura con respaldo³⁵

Soldadura de respaldo.

En el caso de utilizar un cordón de soldadura como respaldo se denominará soldadura de respaldo.

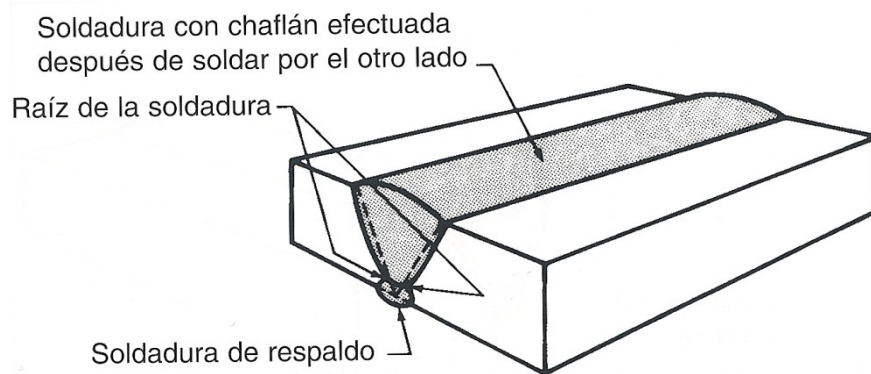


Ilustración 26 Soldadura de respaldo³⁶

3.19 VELOCIDAD DE SOLDEO.

La velocidad de soldeo es la longitud del cordón depositado en la unidad de tiempo. Normalmente se mide en cm/min, en m/s o en pulgadas/min. Por tanto, es la velocidad con la que se avanza a lo largo de la unión.

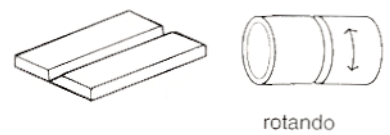
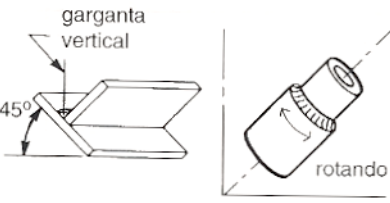
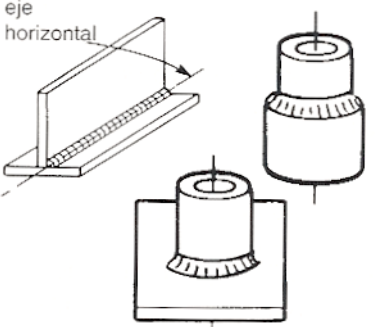
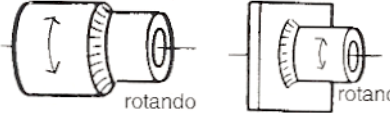
3.20 POSICIONES DEL SOLDEO.

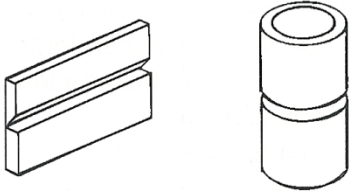
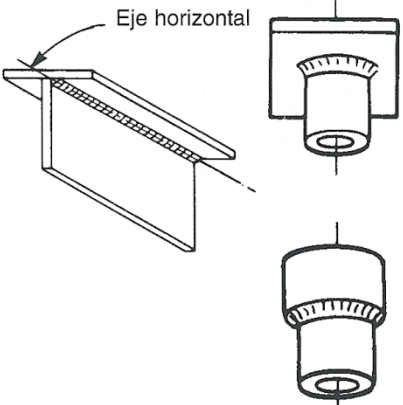

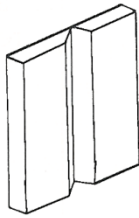
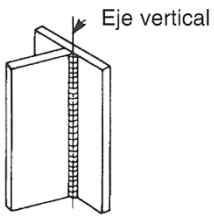
La designación de las posiciones de soldeo están normalizadas. Las designaciones más utilizadas son las ASME y las EN.

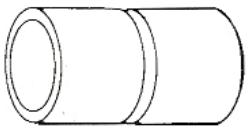
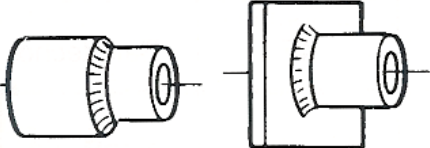
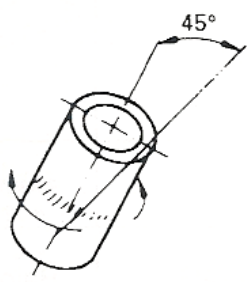
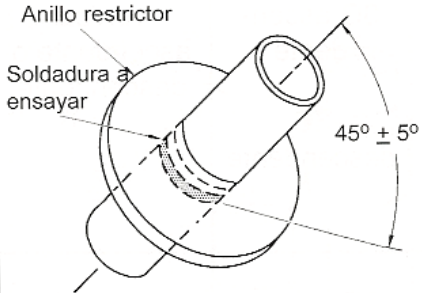
³⁵ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 80.

³⁶ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 80.

La designación ASME distingue entre soldaduras en ángulo, designándolas con una F, y soldaduras a tope, a las que se designa con una G. La normativa europea no hace esta distinción, por lo que habrá que indicarlo de alguna otra forma. En la tabla siguiente se representan las posiciones de soldeo y su designación.

Posición de la unión	Designación		
	EN	ASME	COMÚN
	PA	1G	Plana
	PA	1F	Plana Acunada
	PB	2F	En ángulo
	PB	2FR	En ángulo

Posición de la unión	Designación		
	EN	ASME	COMÚN
	PC	2G	Cornisa Horizontal-Vertical
	PD	4F	Bajo techo
	PE	4G	Bajo techo
	PF (ascendente) PG (descendente)	3G ascendente 3G descendente	Vertical ascendente o descendente
	PF (ascendente) PG (descendente)	3F ascendente 3F descendente	Vertical ascendente o descendente

Posición de la unión	Designación		
	EN	ASME	COMÚN
 <p>Tuberías fijas</p>	PF (ascendente) PG (descendente)	5G ascendente 5G descendente	Múltiple ascendente o descendente
 <p>Tuberías fijas Tuberías fijas</p>	PF (ascendente) PG (descendente)	5F ascendente 5F descendente	Múltiple ascendente o descendente
 <p>45° H-L045 J-L045 K-L045</p>		6G	Múltiple
<p>6G con anillo</p>  <p>Anillo restrictor Soldadura a ensayar 45° ± 5°</p>		6GR	Múltiple con anillo de restricción

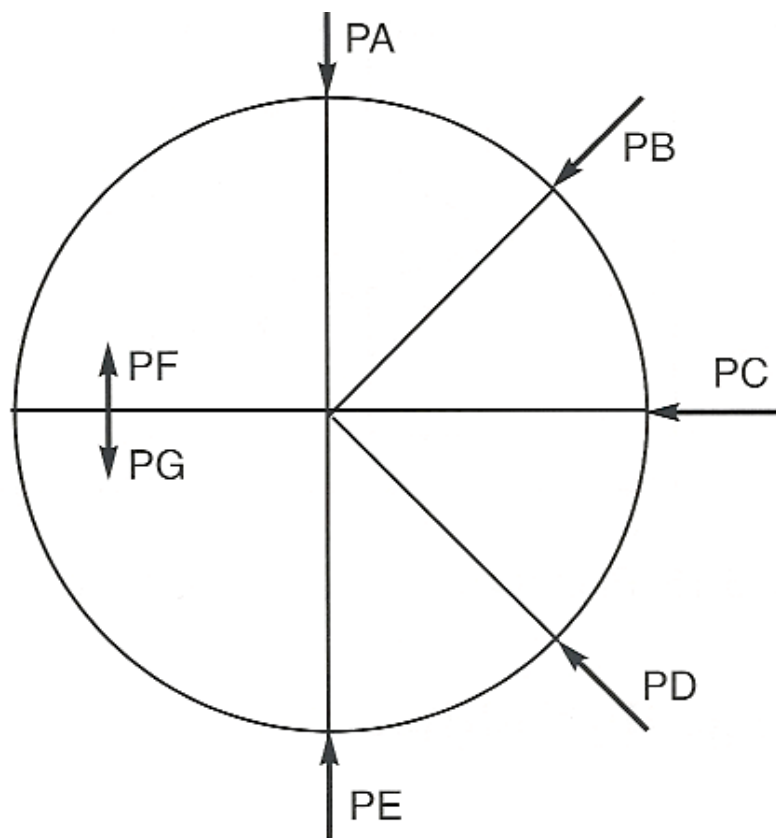


Ilustración 27 Posiciones de soldeo³⁷

Correlación entre la posición del consumible, o de la fuente de calor, respecto a la unión a soldar indicada por la dirección de las flechas y las designaciones de las posiciones de soldeo de acuerdo con la normativa Europea (EN).

3.21 ORIENTACIÓN DEL ELECTRODO.

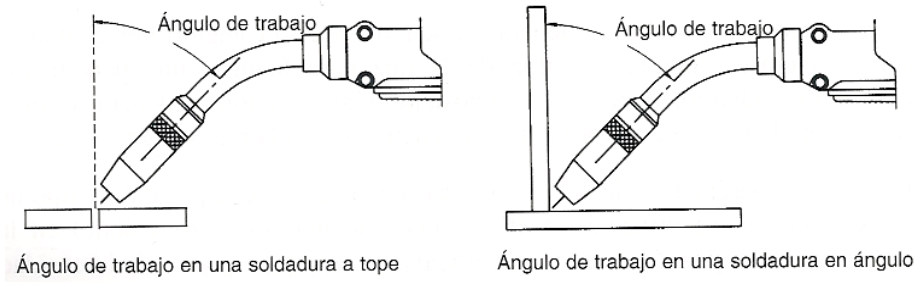
La orientación del electrodo respecto a la pieza y respecto al cordón de soldadura es un parámetro importante para conseguir soldaduras de calidad. Una orientación inadecuada puede llevar a la consecución de numerosos defectos (falta de fusión, porosidad, inclusiones de escoria, etc.).

La orientación del electrodo se definirá mediante dos ángulos:

3.21.1 Ángulo de trabajo.

En general un ángulo de trabajo muy pequeño favorece la formación de mordeduras, mientras que un ángulo de trabajo grande puede ser causa de falta de fusión.

³⁷ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Páginas 82 a 85.



*Ilustración 28 Ángulo de trabajo*³⁸

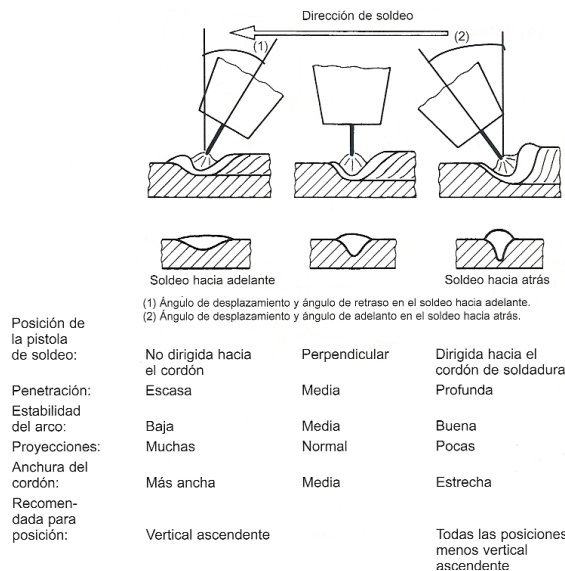
3.21.2 Ángulo de desplazamiento.

Es el ángulo comprendido entre el eje del electrodo y una línea perpendicular al eje de soldadura.

3.21.3 Soldeo hacia adelante y hacia atrás.

El soldeo hacia **adelante** es la técnica de soldeo en la cual el electrodo, soplete o la pistola se dirige en el mismo sentido que el avance de soldeo. En este caso el ángulo de desplazamiento se denomina ángulo de retraso.

El soldeo hacia **atrás** es la técnica de soldeo en la cual el electrodo, soplete o la pistola de soldeo se dirige en sentido contrario al de avance del soldeo. En este caso el ángulo de desplazamiento se denomina ángulo de adelanto.



*Ilustración 29 Soldeo hacia atrás y hacia delante*³⁹

³⁸ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 86

³⁹ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 87.

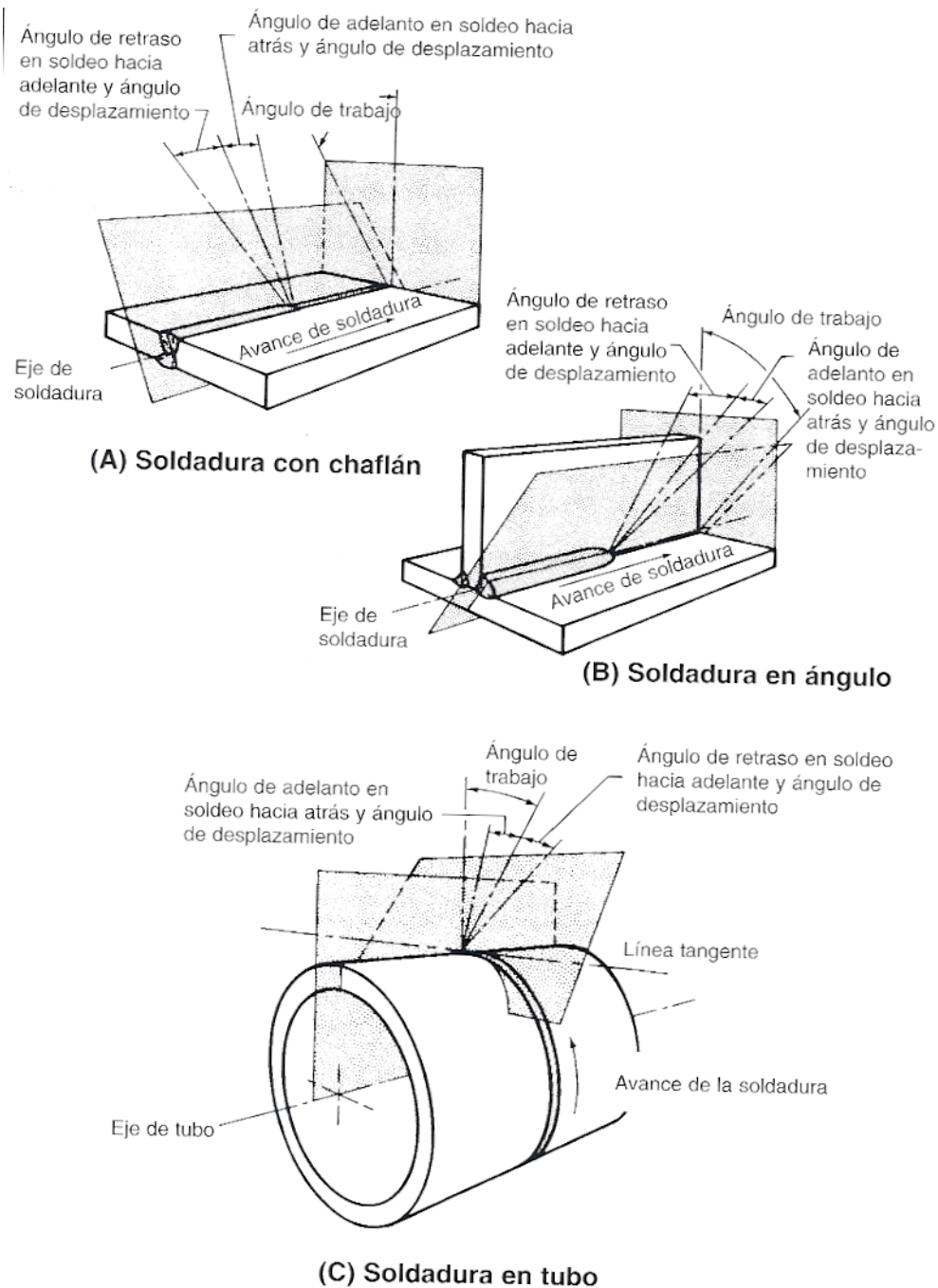


Ilustración 30 Posición del electrodo, pistola, soplete, varilla o haz. ⁴⁰

3.22 TIPOS DE CORDONES DE SOLDADURA.

El aspecto y el nombre de un cordón de soldadura dependen de la técnica utilizada por el soldador durante su ejecución. Si el soldador progresa a lo largo de la unión sin oscilar el electrodo en dirección transversal, el cordón de soldadura obtenido se denomina CORDÓN RECTO.

⁴⁰ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 88.

Se obtendrá un cordón con balanceo, u oscilante si el soldador mueve el electrodo lateralmente.

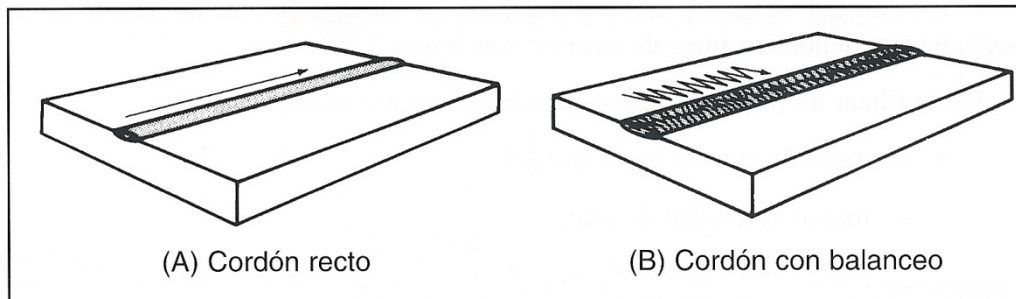


Ilustración 31 Tipos de cordones de soldadura. ⁴¹

El cordón con balanceo será mayor que el recto y, por lo tanto, la velocidad de soldeo será menor cuando se realicen cordones con balanceo que con cordones rectos; por esta razón el calor aportado a las piezas es mayor cuando se realizan cordones oscilantes, pudiéndose impedir esta técnica en el soldeo de algunos materiales en los que no resulte beneficioso un aporte de calor excesivo.

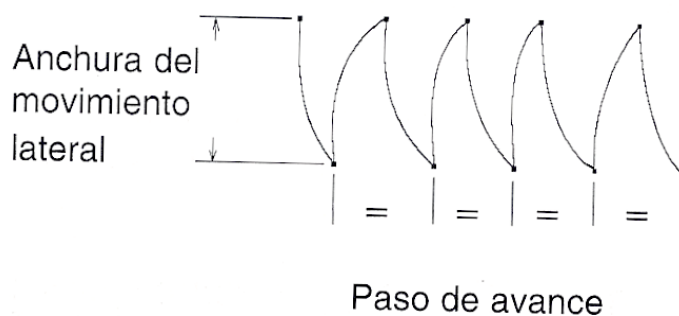
Los movimientos que más normalmente se dan al electrodo son:

- Movimientos circulares, que se suelen utilizar en las pasadas de raíz cuando la separación es excesiva, o cuando no se pretende una penetración elevada.



- Movimientos en forma de zigzag, normalmente utilizados donde se desee depositar cordones anchos, que permitan el relleno rápido de las uniones.

⁴¹ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Página 89.



El espacio que se avanza en cada movimiento lateral para obtener un cordón de soldadura se denomina **paso de avance**.

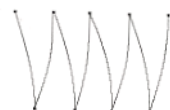
Para utilizar un paso adecuado se tendrá que tener en cuenta que:

- Un paso de avance largo, produce:
 - ✓ Mayor velocidad de avance.
 - ✓ Menor calor aportado.
 - ✓ Aguas muy espaciadas y cordón poco vistoso.

- Un paso de avance corto, produce:
 - ✓ Menor velocidad de avance.
 - ✓ Mayor calor aportado.
 - ✓ Aguas juntas y vistosas.



Paso de avance largo



Paso de avance corto

La elección del paso conveniente a la unión a soldar, se tendrá que determinar en función del calor que se pueda aportar a las piezas.

El paso de avance adecuado está en relación con la velocidad de movimiento lateral.

- Un movimiento lateral lento, requiere un paso de avance mayor.
- Un movimiento lateral rápido, requiere un paso de avance menor.⁴²

⁴²Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999. Capítulo 5.

3.23 SOLDABILIDAD DE ACEROS.

3.23.1 ACEROS AL CARBONO-MANGANESO Y DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO

En estos aceros hay diversos elementos que contribuyen a sus propiedades:

- **Carbono:** Su contenido nunca puede ser superior a 0,22 %, limitándose en la mayoría de los casos a 0,20 % por razones de soldabilidad.
- **Manganeso:** Se añade durante el proceso de fabricación del acero para elevar sus características mecánicas y evitar que el S aparezca en forma de *SFe* que es perjudicial, pues favorece la fisuración en caliente. Si el porcentaje de *Mn* es el adecuado, normalmente 5 veces mayor que el de S, se forma *SMn* cuyo efecto es menos problemático.
- **Níquel:** En pequeñas cantidades afina el grano e interviene favorablemente en la temperatura de transición del acero. A veces, y en pequeña cantidad, se añade en el metal aportado para mejorar la tenacidad de las soldaduras.
- **Cobre:** Aleado entre 0,25 % y 0,40 % mejora la resistencia a la corrosión, aunque un exceso podría provocar la precipitación y consiguiente endurecimiento.
- **Aluminio:** Es otro desoxidante enérgico. Los aceros con *Al* tienen un pequeño tamaño de grano por la formación en el baño de minúsculas partículas de alúmina Al_2O_3 , que actúan de núcleos de cristalización, reduciendo de esta manera el tamaño de los cristales. Suele aparecer en forma de alúmina disuelta en la ferrita.
Combinado con el *N* forma nitruros finamente distribuidos, que producen el afino de grano, sobre todo después de normalizado, contribuyendo con ello a elevar el límite elástico y a disminuir la susceptibilidad a la rotura frágil.
- **Boro:** Es el elemento de mayor poder templante. Su efecto es 50 veces mayor que el del *Mo*, 75 veces mayor que el del *Cr*, 150 veces mayor que el del *Mn* y 400 veces mayor que el del *Ni*.
- **Titanio:** Es el elemento que posee mayor tendencia a formar carburos y a combinarse con el *N*.
- **Vanadio:** Actúa de igual manera que el *Al*, pero en dos sentidos. Con el *N* forma nitruros con más facilidad y rapidez que el *Al*.
- **Niobio:** En el acero más conocido y utilizado de esta familia, el St-52, la elevación del límite elástico se debe al carburo de *Nb* que precipita ya en la

fase γ , y que suele limitarse a 0,030 % en el metal base y a 0,025 % en el cordón de soldadura.

3.23.2 JUSTIFICACIÓN CRISTALOGRÁFICA.

Los aceros de alto límite elástico se basan en que cuanto más pequeños y numerosos sean los cristales de un material, más elevada va a ser su resistencia a la deformación, pues se incrementa la interferencia al deslizamiento por la mayor superficie cristalográfica resistente a la cizalladura.

Si logramos precipitar partículas duras finamente dispersas en el seno de los cristales podremos bloquear los planos de deslizamiento de los mismos y elevar, de esta manera, el límite elástico del acero.⁴³

3.23.3 SOLDABILIDAD DE ACEROS TEMPLADOS Y REVENIDOS.

Sus elevadas propiedades mecánicas son consecuencia de la estructura metalúrgica conseguida a través del tratamiento térmico de temple y posterior revenido, a cuyo conjunto de operaciones se denomina bonificado.

Para ello, las chapas de acero débilmente aleado son calentadas a una temperatura en donde se consigue una estructura austenítica, con los carburos en disolución. Seguidamente, el acero se enfría por rociado con agua o aceite pulverizados o por inmersión, transformándose la austenita en una estructura mixta de martensita y bainita inferior, que resulta la óptima para sus características mecánicas.

El temple, cuya misión es conseguir las mencionadas estructuras metalúrgicas, tiene una lógica limitación en el espesor, por el gradiente de enfriamiento entre la superficie y el núcleo de las chapas.

En último lugar, se procede a un revenido, siendo precisamente la temperatura de revenido la variable que proporciona diferentes propiedades para un acero templado de la misma composición química.⁴⁴

3.23.4 SOLDABILIDAD DE LOS ACEROS AL CARBONO-MOLIBDENO Y AL CROMO-MOLIBDENO.

Este grupo abarca una familia de aceros, denominados también refractarios.

⁴³ Reina Gómez, Manuel. Soldadura de los Aceros. Aplicaciones. Weld-Work S.L..2003.Páginas 267 a 272.

⁴⁴ Reina Gómez, Manuel. Soldadura de los Aceros. Aplicaciones. Weld-Work S.L..2003.Páginas 295 a 296.

El Cr mejora la resistencia a la oxidación frente a un buen número de agentes corrosivos a través de la formación de una capa de óxido de cromo adherida a la superficie del metal, resistente al fenómeno de descamación.

El Mo mejora la resistencia a la fluencia en caliente o “creep” esto es, evita que el acero experimente un alargamiento continuo y progresivo, como si se tratase de un material plástico, hecho que sucede al cabo del tiempo cuando se encuentra sometido a temperaturas elevadas, aunque la tensión que soporta sea relativamente baja.

Recientemente se han desarrollado los aceros aleados al Cr-Mo modificados con V. El V proporciona a estos aceros un incremento de la resistencia mecánica y de la resistencia a la fluencia en caliente o “creep” y también mejora sus prestaciones frente al ataque de H atómico.⁴⁵

3.23.5 SOLDABILIDAD DE ACEROS AL NÍQUEL.

Estos aceros, llamados también criogénicos por su excepcional comportamiento a bajas temperaturas, han sido el fruto de la investigación tecnológica dirigida a la construcción de instalaciones, tanques, cisternas y buques para la obtención, almacenamiento y transporte de gases licuados.⁴⁶

⁴⁵ Reina Gómez, Manuel. Soldadura de los Aceros. Aplicaciones. Weld-Work S.L..2003.Página 321.

⁴⁶ Reina Gómez, Manuel. Soldadura de los Aceros. Aplicaciones. Weld-Work S.L..2003.Página 337.

IV. LEGISLACIÓN RESPECTO A LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DE UN SOLDADOR.

Actualmente se reconoce que la evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. De hecho la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que traspone la Directiva Marco 89/391/CEE, establece como una obligación del empresario:

- Planificar la acción preventiva a partir de una evaluación inicial de riesgos.
- Evaluar los riesgos a la hora de elegir los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

Esta obligación ha sido desarrollada en el capítulo II, artículos 3 al 7 del Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención.

En la exposición de motivos de la propia Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante LPRL) dice lo siguiente:

“El art. 40.2 de la Constitución Española encomienda a los poderes públicos, como uno de los principios rectores de la política social y económica, velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

Este mandato constitucional conlleva la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo y encuentra en la presente Ley su pilar fundamental. En la misma se configura el marco general en el que habrán de desarrollarse las distintas acciones preventivas, en coherencia con las decisiones de la Unión Europea que ha expresado su ambición de mejorar progresivamente las condiciones de trabajo y de conseguir este objetivo de progreso con una armonización paulatina de esas condiciones en los diferentes países europeos.”⁴⁷

Si bien la LPRL es la norma central relativa a este campo, hay otras normas que hacen referencia y regulan la prevención de riesgos laborales bien desarrollando la propia ley bien profundizando en aspectos concretos de la seguridad, higiene, ergonomía o salud laboral.

Así lo refleja el art. 1 del LPRL tal y como sigue a continuación:

⁴⁷ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Exposición de motivos.

“La normativa sobre prevención de riesgos laborales está constituida por la presente Ley, sus disposiciones de desarrollo o complementarias y cuantas otras normas, legales o convencionales, contengan prescripciones relativas a la adopción de medidas preventivas en el ámbito laboral o susceptibles de producirlas en dicho ámbito.”⁴⁸

El objeto de la LPRL nos lo dice en su art. 2:

“La presente Ley tiene por objeto promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

A tales efectos, esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y de la salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva, en los términos señalados en la presente disposición.”⁴⁹

La Ley 31/1995 de PRL ha sufrido diversas modificaciones en estos últimos años, así por ejemplo incluye la igualdad entre hombres y mujeres en su art. 5 modificado por la aprobación de la Ley Orgánica 3/2007:

“Las Administraciones públicas promoverán la efectividad del principio de igualdad entre mujeres y hombres, considerando las variables relacionadas con el sexo tanto en los sistemas de recogida y tratamiento de datos como en el estudio e investigación generales en materia de prevención de riesgos laborales, con el objetivo de detectar y prevenir posibles situaciones en las que los daños derivados del trabajo puedan aparecer vinculados con el sexo de los trabajadores.”⁵⁰

Con el fin que se haga una verdadera política de prevención en las empresas y ésta se integre de forma eficaz en ellas, se añadió otro párrafo en el art. 5 mediante ley 25/2009 tal y como transcribo a continuación:

“La política en materia de prevención de riesgos laborales deberá promover la integración eficaz de la prevención de riesgos laborales en el sistema de gestión de la empresa. Igualmente, la política en materia de seguridad y salud en el trabajo tendrá

⁴⁸ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 1

⁴⁹ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 2.1

⁵⁰ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 5.4

*en cuenta las necesidades y dificultades específicas de las pequeñas y medianas empresas. A tal efecto, en el procedimiento de elaboración de las disposiciones de carácter general en materia de prevención de riesgos laborales deberá incorporarse un informe sobre su aplicación en las pequeñas y medianas empresas que incluirá, en su caso, las medidas particulares que para éstas se contemplen.*⁵¹

Más adelante en el art. 14 de la LPRL nos refleja el derecho de los trabajadores a la protección frente a los riesgos laborales y la obligación del empresario de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio:

“Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales.

Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones públicas respecto del personal a su servicio.

Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previsto en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la integración de la actividad preventiva en la empresa y la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de plan de prevención de riesgos laborales, evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el capítulo IV de esta Ley.

El empresario desarrollará una acción permanente de seguimiento de la actividad preventiva con el fin de perfeccionar de manera continua las actividades de identificación, evaluación y control de los riesgos que no se hayan podido evitar y los

⁵¹ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 5.5

*niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.*⁵²

El art. 15 de la LPRL nos habla de los principios de la acción preventiva:

- *“Evitar los riesgos*
- *Evaluar los riesgos que no se puedan evitar*
- *Combatir los riesgos en su origen*
- *Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud*
- *Tener en cuenta la evolución de la técnica*
- *Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro*
- *Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo*
- *Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual*
- *Dar las debidas instrucciones a los trabajadores*

El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.

El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea substancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus

⁵²LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 14.1 y 2.

*trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.*⁵³

Más adelante en su art. 22 la LPRL nos habla de la vigilancia de la salud tal y como sigue a continuación:

“El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento. De este carácter voluntario sólo se exceptuarán, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para el mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando así esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se deberá optar por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

*Los resultados de la vigilancia a que se refiere el apartado anterior serán comunicados a los trabajadores afectados.*⁵⁴

El REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención nos dice en su art. 3:

“La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la

⁵³ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 15

⁵⁴ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995. Art. 22.1, 2 y 3.

*necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.*⁵⁵

V. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE UN SOLDADOR.

En el trabajo de un soldador de las numerosas empresas de la industria del metal es normal que desarrolle las siguientes actividades:

- Preparación del material que va a soldar y para ello tendrá que:
 - Cortar el material en una sierra de cinta o en una cizalla-guillotina.
 - Cargar el material bien a mano si son piezas pequeñas o bien con medios auxiliares como una transpaleta, el puente grúa o una carretilla elevadora.
 - Limpiar el material de posibles óxidos y desengrasarlo.
- Soldar el material por diversos procedimientos dependiendo del trabajo requerido que de forma más habitual será:
 - Mediante electrodo revestido.
 - MAG-MIG.
 - TIG.
- Eliminar pequeños defectos en los cordones de soldadura y limpiar proyecciones metálicas que se puedan haber adherido a la pieza soldada. Este proceso lo hará habitualmente con una herramienta manual como una amoladora con un disco abrasivo.

5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS: METODOLOGÍA.

En sentido general y admitiendo un cierto **riesgo tolerable**, mediante la evaluación de riesgos se ha de dar respuesta a: ¿es segura la situación de trabajo analizada? El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

- **Análisis del riesgo**, mediante el cual se:
 - identifica el peligro

⁵⁵REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27 31-01-1997. Art. 3.1

O se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro.

El Análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo.

- **Valoración del riesgo**, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión. Si de la Evaluación del riesgo se deduce que el riesgo es no tolerable, hay que Controlar el riesgo. Al proceso conjunto de **Evaluación del riesgo y Control del riesgo** se le suele denominar **Gestión del riesgo**.

En la Norma EN 1050:1997 Seguridad de las máquinas, “Principios para la evaluación del riesgo”, de aplicación a la evaluación del riesgo en máquinas, se aplica un modelo como el descrito en los párrafos anteriores.

De acuerdo con lo dispuesto en el capítulo VI del R.D. 39/1997, la evaluación de riesgos solo podrá ser realizada por personal profesionalmente competente. Debe hacerse con una buena planificación y nunca debe entenderse como una imposición burocrática, ya que no es un fin en sí misma, sino un medio para decidir si es preciso adoptar medidas preventivas.

Si de la evaluación de riesgos se deduce la necesidad de adoptar medidas preventivas, se deberá:

- Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información a los trabajadores.
- Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

De acuerdo con el artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales, el empresario deberá consultar a los representantes de los trabajadores, o a los propios trabajadores en ausencia de representantes, acerca del procedimiento de evaluación a utilizar en la empresa o centro de trabajo. En cualquier caso, si existiera normativa específica de aplicación, el procedimiento de evaluación deberá ajustarse a las condiciones concretas establecidas en la misma.

La evaluación inicial de riesgos deberá hacerse en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa, teniendo en cuenta:

- a) Las condiciones de trabajo existentes o previstas
- b) La posibilidad de que el trabajador que lo ocupe sea especialmente sensible, por sus características personales o estado biológico conocido, a alguna de dichas condiciones.

Deberán volver a evaluarse los puestos de trabajo que puedan verse afectados por:

- a) La elección de equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías a la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- b) El cambio en las condiciones de trabajo
- c) La incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido los hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

La evaluación de riesgos debe ser un **proceso dinámico**. La evaluación inicial debe revisarse cuando así lo establezca una disposición específica y cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o bien cuando las actividades de prevención puedan ser inadecuadas o insuficientes. Para ello se deberán considerar los resultados de:

- a) Investigación sobre las causas de los daños para la salud de los trabajadores
- b) Las actividades para la reducción y el control de los riesgos
- c) El análisis de la situación epidemiológica

Además de lo descrito, las evaluaciones deberán **revisarse periódicamente** con la periodicidad que se acuerde entre la empresa y los representantes de los trabajadores.

Finalmente la evaluación de riesgos **ha de quedar documentada**, debiendo reflejarse, para cada puesto de trabajo cuya evaluación ponga de manifiesto la necesidad de tomar una medida preventiva, los siguientes datos:

- a) Identificación de puesto de trabajo
- b) El riesgo o riesgos existentes
- c) La relación de trabajadores afectados
- d) Resultado de la evaluación y las medidas preventivas procedentes
- e) Referencia a los criterios y procedimientos de evaluación y de los métodos de medición, análisis o ensayo utilizados, si procede.

5.1.1 TIPOS DE EVALUACIONES.

Las evaluaciones de riesgos se pueden agrupar en cuatro grandes bloques:

- Evaluación de riesgos impuestos por legislación específica.

- Evaluación de riesgos para los que no existe legislación específica pero están establecidas en normas internacionales, europeas, nacionales o en guías de Organismos Oficiales u otras entidades de reconocido prestigio.
- Evaluación de riesgos que precisa métodos especializados de análisis.
- Evaluación general de riesgos.

5.1.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS IMPUESTA POR LEGISLACIÓN ESPECÍFICA.

5.1.2.1 LEGISLACIÓN INDUSTRIAL.

En numerosas ocasiones gran parte de los riesgos que se pueden presentar en los puestos de trabajo derivan de las propias instalaciones y equipos para los cuales existe una legislación nacional, autonómica y local de Seguridad Industrial y de Prevención y Protección de Incendios.

Por ejemplo, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (D. 2413/1973) regula las características que han de cumplir las instalaciones, la autorización para su puesta en servicio, las revisiones periódicas, las inspecciones, así como las características que han de reunir los instaladores autorizados.

El cumplimiento de dichas legislaciones supondría que los riesgos derivados de estas instalaciones o equipos, están controlados. Por todo ello no se considera necesario realizar una evaluación de este tipo de riesgos, sino que se debe asegurar que se cumple con los requisitos establecidos en la legislación que le sea de aplicación y en los términos señalados en ella.

5.1.2.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

Algunas legislaciones que regulan la prevención de riesgos laborales, establecen un procedimiento de evaluación y control de los riesgos. Por ejemplo, el R.D.286/2006 de 10 de marzo sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, define las disposiciones encaminadas a evitar o reducir la exposición así como los valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.

5.1.2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LOS QUE NO EXISTE LEGISLACIÓN ESPECÍFICA.

Hay riesgos en el mundo laboral para los que no existe una legislación, ni comunitaria ni nacional, que limite la exposición a dichos riesgos. Sin embargo existen normas o guías técnicas que establecen el procedimiento de evaluación e incluso, en algunos casos, los niveles máximos de exposición recomendados.

Por ejemplo: Exposición a campos electromagnéticos. La Norma ENV 50166 trata de la exposición a campos electromagnéticos de frecuencias comprendidas entre 0 y 10 kHz (Parte 1) y entre 10 kHz y 300 GHz (Parte 2).

La norma facilita:

- El procedimiento de medida de campos electromagnéticos
- Los niveles de exposición recomendados
- Los métodos de control de la exposición

5.1.2.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS QUE PRECISA MÉTODOS ESPECÍFICOS DE ANÁLISIS.

Existen legislaciones destinadas al control de los riesgos de accidentes graves (CORAG), cuyo fin es la prevención de accidentes graves tal como incendios, explosiones, emisiones resultantes de fallos en el control de una actividad industrial y que puedan entrañar graves consecuencias para personas internas y externas a la planta industrial.

Alguna de estas legislaciones exigen utilizar métodos específicos de análisis de riesgos, tanto cualitativos como cuantitativos, tales como el método HAZOP, el árbol de fallos y errores, etc. Varios de esos métodos, en especial los análisis probabilísticos de riesgos, se utilizan también para el análisis de los sistemas de seguridad en máquinas y distintos procesos industriales.

5.1.3. EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS.

5.1.3.1. GENERALIDADES.

Cualquier riesgo que no se encuentre contemplado en los tres tipos de evaluaciones anteriores, se puede evaluar mediante un método general de evaluación como el que se expone en este apartado.

5.1.3.2. ETAPAS DEL PROCESO GENERAL DE EVALUACIÓN.

Un proceso general de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

A). Clasificación de las actividades de trabajo

Un paso preliminar a la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas en forma racional y manejable. Una posible forma de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:

- a) Áreas externas a las instalaciones de la empresa.
- b) Etapas en el proceso de producción o en el suministro de un servicio.
- c) Trabajos planificados y de mantenimiento.
- d) Tareas definidas, por ejemplo: conductores de carretillas elevadoras.

Para **cada actividad de trabajo** puede ser preciso obtener información, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- a) Tareas a realizar. Su duración y frecuencia.

- b) Lugares donde se realiza el trabajo.
- c) Quien realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional.
- d) Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público).
- e) Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
- f) Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo.
- g) Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados.
- h) Herramientas manuales movidas a motor utilizados.
- i) Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de planta, maquinaria y equipos.
- j) Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales a manejar.
- k) Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales.
- l) Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido).
- m) Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo.
- n) Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos).
- o) Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas.
- p) Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y sustancias utilizadas.
- q) Medidas de control existentes.
- r) Datos reactivos de actuación en prevención de riesgos laborales: incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de las sustancias utilizadas. Debe buscarse información dentro y fuera de la organización.
- s) Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada.
- t) Organización del trabajo.

B). Análisis de riesgos

1. Identificación de peligros

Para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres cosas:

- a) ¿Existe una fuente de daño?
- b) ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
- c) ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancias, incendios, explosiones, etc.

Complementariamente se puede desarrollar una lista de preguntas, tales como: durante las actividades de trabajo, ¿existen los siguientes peligros?

- a) golpes y cortes.
- b) caídas al mismo nivel.
- c) caídas de personas a distinto nivel.
- d) caídas de herramientas, materiales, etc., desde altura.
- e) espacio inadecuado.
- f) peligros asociados con manejo manual de cargas.
- g) peligros en las instalaciones y en las máquinas asociados con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.
- h) peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera.
- i) incendios y explosiones.
- j) sustancias que pueden inhalarse.
- k) sustancias o agentes que pueden dañar los ojos.
- l) sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel.
- m) sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.
- n) energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones).
- o) trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos.
- p) ambiente térmico inadecuado.
- q) condiciones de iluminación inadecuada.
- r) barandillas inadecuadas en escaleras.

La lista anterior no es exhaustiva. En cada caso habrá que desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

2. Estimación del riesgo

2.1. Severidad del daño

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- a) partes del cuerpo que se verán afectadas
- b) naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Ejemplos de ligeramente dañino:

- Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, disconfort.

Ejemplos de dañino:

- Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

Ejemplos de extremadamente dañino:

- Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

2.2. Probabilidad de que ocurra el daño

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control, también juegan un papel importante.

Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

- a) Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).
- b) Frecuencia de exposición al peligro.
- c) Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.
- d) Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección.
- e) Exposición a los elementos.
- f) Protección suministrada por los EPI y tiempo de utilización de estos equipos.

g) Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos):

El cuadro siguiente da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

Niveles de riesgo

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Ilustración 32 Tabla del INSHT para estimación de riesgos y su probabilidad

C). Valoración de riesgos: Decidir si los riesgos son tolerables

Los niveles de riesgos indicados en el cuadro anterior, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones. En la siguiente tabla se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Ilustración 33 Clasificación de los riesgos según el INSHT y las acciones a tomar.

D). Preparar un plan de control de riesgos

El resultado de una evaluación de riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de riesgos.

Los métodos de control deben escogerse teniendo en cuenta los siguientes principios:

- a) Combatir los riesgos en su origen
- b) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- c) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- d) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
- e) Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- f) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

E). Revisar el plan

El plan de actuación debe revisarse antes de su implantación, considerando lo siguiente:

- a) Si los nuevos sistemas de control de riesgos conducirán a niveles de riesgo aceptables.
- b) Si los nuevos sistemas de control han generado nuevos peligros.
- c) La opinión de los trabajadores afectados sobre la necesidad y la operatividad de las nuevas medidas de control.

La evaluación de riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. Por lo tanto la adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso. De igual forma, si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá de revisarse la evaluación de riesgos.⁵⁶

5.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS DE UN SOLDADOR.

Después de explicar anteriormente cómo el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo recomienda evaluar los riesgos de un puesto de trabajo, método que usan la mayoría de los Servicios de Prevención Ajeno, voy a continuación a evaluar los riesgos que tiene un soldador y las medidas para eliminar y disminuir los riesgos según los casos.

En primer lugar evaluaré los riesgos generales que tiene el soldador como cualquier otro trabajador de su empresa, para a continuación evaluar los suyos específicos.

⁵⁶Gomez-Cano. Evaluación de Riesgos Laborales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1996.


5.2.1 RIESGOS GENERALES.


Abreviaturas de los riesgos.



T = Trivial. **TO** = Tolerable. **MO** = Moderado. **I** = Importante. **IN** = Intolerable

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Accidentes o choques por conducción de vehículos en los desplazamientos desde el domicilio hasta el lugar de trabajo</p> 	MO	Ley 18/89	Respete las normas de seguridad vial, sobre todo en lo concerniente al uso del cinturón de seguridad y a los límites de velocidad. Recuerde que está prohibido el uso del teléfono móvil mientras se está conduciendo, salvo que disponga en su vehículo de dispositivo de manos libres
<p>Atropellos o golpes con vehículos que circulan por las instalaciones de la empresa</p>  	MO	Ley 31/95	Manténgase siempre alerta cuando haya vehículos trabajando cerca de usted. Nunca se coloque en la parte trasera de la máquina, en zonas desde las que el conductor no pueda verle o en zonas de paso de vehículos
		RD 1215/97	Realizar mantenimiento periódico de las carretillas elevadoras (sistema de frenado, luces, etc.) por empresa autorizada y cualificada
			Limitar el uso de las carretillas al personal debidamente formado y adiestrado
<p>Caída de objetos en manipulación con medios mecánicos (puente grúa y polipastos)</p>	I	RD 486/97	Se deberán definir y/o delimitar vías seguras de circulación para vehículos o maquinaria, y deberán respetarse éstas en todo momento
			Instalar señalización de peligro de paso de carretillas elevadoras en las zonas en las que hay circulación de carretillas.
		RD 1215/97	Sustituir los elementos auxiliares de elevación que están sin homologar por otros que sí lo estén.
			La utilización del puente grúa queda limitada al personal autorizado y debidamente formado.
	RD 485/97	Señalizar el riesgo de caídas de objetos en manipulación con medios mecánicos	
	RD 1215/97	Realización de mantenimiento preventivo de los puentes grúa, polipastos y de los materiales de izado según lo establecido por el fabricante	

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Caída de objetos en manipulación con medios mecánicos (puente grúa y polipastos)</p> 	I	RD 1215/97	<p>Las cargas que deban ser izadas con el puente grúa deberán de contar con puntos de agarre adecuados, se evitará levantar una carga con un punto de agarre improvisado cuya resistencia sea desconocida</p> <p>Formar periódicamente a las personas que utilizan los puentes grúa en la utilización correcta de los mismos</p> <p>Establecer procedimiento de utilización del puente grúa y de los elementos de elevación</p>
<p>Caída de objetos en manipulación manual (piezas, palé, herramientas, etc.)</p>	TO	RD 487/97	<p>Bajo ningún concepto debe ponerse nunca debajo de la carga levantada por la carretilla, puente grúa o polipastos</p> <p>Recurra siempre que sea posible al uso de ayudas mecánicas para manipular las cargas (transpaletas, carretillas, carros, etc.)</p> <p>Si tiene que manipular cargas muy voluminosas o muy pesadas y no es posible el uso de equipos mecánicos de elevación, solicite ayuda a otro compañero. Equilibre la carga entre las personas que la manipulan y busque puntos de agarre adecuados.</p> <p>Dotar a los trabajadores del puesto de calzado de seguridad</p> <p>Evite coger demasiados materiales de una vez, ya que su traslado puede desestabilizarlos, hacerlos caer. Es preferible que haga más viajes</p> <p>Es obligatorio el uso de calzado de seguridad en la zona de producción</p>
<p>Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento en las zonas de almacenamiento de material</p>	MO	RD 486/97	<p>Tenga precaución siempre que haya objetos almacenados en altura. Evite pasar por zonas donde haya palés u otros elementos que puedan presentar riesgo de caída. Si es así, dé aviso de inmediato al personal que trabaja en el lugar</p> <p>Controlar que se respetan las indicaciones de la instrucción de almacenamiento una vez elaborada y comunicada al personal afectado.</p>

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento en las zonas de almacenamiento de material</p> 	MO	RD 486/97	<p>Colocar en las estanterías para almacenamiento de elementos paletizados un indicador de carga máxima admisible por nivel, situado en lugar visible, preferiblemente en las cabeceras de las estanterías.</p> <p>Controlar que se respeta la carga nominal de las estanterías</p> <p>Establecer instrucción de trabajo para el correcto almacenamiento de los materiales en las estanterías. En la instrucción se incluirán, entre otros las siguientes indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se retractilarán o sujetarán mediante cinta adhesiva todos los elementos almacenados en altura que corran riesgo de desplomarse o desplazarse de los palés. - Los objetos se almacenarán siempre en las estanterías de menor altura, utilizando las estanterías superiores únicamente en caso de necesidad por falta de sitio. - Las cargas más pesadas se almacenarán en las estanterías inferiores. <p>Se deberá establecer un plan de limpieza periódica de los focos y fluorescentes para garantizar que los niveles de iluminación en la zona de almacén son adecuados.</p> <p>Establecer un protocolo de control de los palés para que se proceda a la retirada de aquellos que se encuentren deteriorados o que no garanticen su estabilidad</p> <p>Controlar que las estanterías de almacenamiento de objetos se mantienen en correcto estado</p> <p>Limitar las alturas de almacenamiento en las zonas donde no hay estanterías</p>
<p>Caídas de personas al mismo nivel por resbalones o tropiezos con objetos que puede haber en el suelo</p>	TO	RD 486/97	<p>Comprobar periódicamente que se mantienen los lugares de trabajo limpios y ordenados</p>

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Caídas de personas al mismo nivel por resbalones o tropiezos con objetos que puede haber en el suelo</p> 	TO	RD 486/97	<p>Mantenga libres de obstáculos las zonas de paso y vías de circulación</p> <p>Mantener libre de obstáculos los pasillos de circulación de las carretillas, así como los pasillos peatonales</p> <p>Nunca corra por la empresa. Mantenga su puesto de trabajo lo más limpio y ordenado posible. Tenga especial cuidado en las zonas en las que haya elementos o sustancias por el suelo que le puedan hacer resbalar (cámaras, percederos, etc.)</p>
<p>Contactos eléctricos indirectos en caso de deterioro o manipulación inadecuada de elementos eléctricos.</p> 	TO	RD 614/01	<p>Realización de mantenimiento periódico de la instalación eléctrica de la empresa y en especial de sus elementos de seguridad (toma a tierra, diferenciales, etc.)</p> <p>Por su seguridad está TERMINANTEMENTE PROHIBIDO manipular cualquier parte de la instalación. Tan sólo personal autorizado y cualificado podrá manipular en su interior</p> <p>Controlar que se mantienen los cuadros eléctricos cerrados</p> <p>Controlar que sólo manipulan en los cuadros e instalaciones eléctricas el personal autorizado para ello</p>
ANOMALÍA O RIESGO	NIVEL DE	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS

DETECTADO	RIESGO		
<p>Factores psicosociales: Carga Mental, autonomía, apoyo y participación, compensación y estima</p> 	<p>T</p>	<p>Ley 31/95</p>	<p>Realizar estudio psicosocial en la empresa</p> <hr/> <p>Participe activamente en la mejora de las condiciones de trabajo mediante propuestas, sugerencias, mejoras, etc. Aproveche todos los sistemas de participación existentes en su empresa; grupos de trabajo, reuniones, buzón de sugerencias, notificaciones de riesgo, delegados de prevención, comités de seguridad y salud, etc.</p> <hr/> <p>Potenciar la participación efectiva del trabajador en la tarea aumentando su toma de decisiones con respecto a los métodos de trabajo, el orden de ejecución, control de parámetros de calidad, distribución de pausas, etc.</p>
<p>Incendios en las instalaciones</p> 	<p>I</p>	<p>Ley 31/95</p>	<p>Mantenga los medios de extinción y salidas de emergencia libres de obstáculos.</p> <hr/> <p>En caso de incendio actúe según lo establecido en el plan de emergencias y evacuación. Nunca actúe en solitario. Siga las instrucciones de su ficha de actuación</p> <hr/> <p>Nunca coloque objetos inflamables o combustibles cerca de focos de calor, chispas, etc.</p> <hr/> <p>Controlar periódicamente que los medios de extinción y salidas de emergencia están libres de obstáculos y que no hay objetos inflamables cerca de focos de calor</p>
<p>ANOMALÍA O RIESGO</p>	<p>NIVEL DE</p>	<p>NORMATIVA</p>	<p>ACCIÓNES PROPUESTAS</p>

DETECTADO	RIESGO		
Incendios en las instalaciones	I	Ley 31/95	Formar periódicamente a todas las personas de la empresa en la actuación ante casos de emergencia y en especial en materia de primeros auxilios y lucha contra incendios
			Realizar revisiones periódicas de los medios de protección contra incendios (trimestralmente por parte del titular de la instalación y anualmente por parte de empresa autorizada)
			Realizar simulacros de emergencia periódicamente para comprobar la eficacia del plan de emergencia y evacuación
Otros: Riesgos derivados de la posible imprudencia del trabajador	I	Ley 31/95	Revisar y controlar de forma periódica que los trabajadores actúan conforme a las medidas preventivas descritas en la ficha de seguridad y salud del puesto teniendo en cuenta las posibles imprudencias en las que puedan incurrir en la realización de los trabajos.
			Cada trabajador es responsable del buen uso y conservación de los equipos de protección personal que la empresa le haya entregado. Será también responsable de solicitar la reposición del equipo, en caso de deterioro o rotura del mismo.
			ES OBLIGATORIO CUMPLIR LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD tanto generales como las específicas de su puesto o sección. Si por algún motivo considera que alguna de las instrucciones de seguridad establecidas por la empresa no pudieran cumplirse, comuníquelo al superior, con el fin de valorar la necesidad de adoptar otras medidas.
ANOMALÍA O RIESGO	NIVEL DE	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS

DETECTADO	RIESGO		
<p>Pisadas sobre objetos (viruta, recortes, etc.)</p>	<p>TO</p>	<p>RD 486/97</p>	<p>Mantenga libres de obstáculos las zonas de paso y vías de circulación</p>
			<p>Comprobar periódicamente que se mantienen los lugares de trabajo limpios y ordenados</p>
			<p>Nunca corra por la empresa. Mantenga su puesto de trabajo lo más limpio y ordenado posible. Tenga especial cuidado en las zonas en las que haya elementos o sustancias por el suelo que le puedan hacer resbalar (cámaras, percederos, etc.)</p>
			<p>Mantener libre de obstáculos los pasillos de circulación de las carretillas, así como los pasillos peatonales</p>
			<p>Dotar a los trabajadores de calzado de seguridad antideslizante</p>
			<p>Es obligatorio el uso de calzado de seguridad en la zona de producción</p>

De todos los riesgos detectados anteriormente, comunes a cualquier trabajador de la empresa, he propuesto una serie de medidas bien correctoras, bien de control o bien de formación para eliminar el riesgo o en su defecto disminuirlo. De aquí nos saldrá la siguiente ficha de seguridad y salud que pongo a continuación.

FICHA DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS RIESGOS GENERALES DE LA EMPRESA

RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN A ADOPTAR



ATROPELLOS Y ACCIDENTES DE TRÁFICO

- Accidentes o choques por conducción de vehículos en los desplazamientos desde el domicilio hasta el lugar de trabajo.
- Atropellos o golpes con vehículos que circulan por las instalaciones de la empresa.
 - Manténgase siempre alerta cuando haya vehículos trabajando cerca de usted. Nunca se coloque en la parte trasera de la máquina, en zonas desde las que el conductor no pueda verle o en zonas de paso de vehículos.
 - Respete las normas de seguridad vial, sobre todo en lo concerniente al uso del cinturón de seguridad y a los límites de velocidad. Recuerde que está prohibido el uso del teléfono móvil mientras está conduciendo, salvo con el dispositivo de manos libres.



CAÍDAS

- Pisadas sobre objetos (viruta, recortes, etc.)
- Caídas de personas al mismo nivel por resbalones o tropiezos con objetos que puede haber en el suelo.
 - Nunca corra por la empresa. Mantenga su puesto de trabajo lo más limpio y ordenado posible. Tenga especial cuidado en las zonas en las que haya elementos o sustancias por el suelo que le puedan hacer resbalar.
 - Mantenga libres de obstáculos las zonas de paso y vías de circulación.
 - Es obligatorio el uso de calzado de seguridad en la zona de producción.



CONTACTOS ELÉCTRICOS.

- Contactos eléctricos indirectos en caso de deterioro o manipulación inadecuada de elementos eléctricos.
 - Está terminantemente prohibido manipular cualquier parte de la instalación. Tan solo personal autorizado y cualificado podrá manipular en su interior.



DESPLOMES Y CAÍDAS DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN.

- Caída de objetos en manipulación manual (piezas, palés, herramientas, etc.)
- Caída de objetos en manipulación con medios mecánicos (puente grúa y polipastos)
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento en las zonas de almacenamiento de material
 - Es obligatorio el uso de calzado de seguridad en la zona de producción
 - Recorra siempre que sea posible al uso de ayudas mecánicas para manipular las cargas (transpalés, carretillas, carros, etc.)
 - Si tiene que manipular cargas muy voluminosas o muy pesadas y no es posible el uso de equipos mecánicos de elevación, solicite ayuda a otro compañero. Equilibre la carga entre las personas que la manipulan y busque puntos de agarre adecuados.
 - Evite coger demasiados materiales de una vez, ya que su traslado puede desestabilizarlos, hacerlos caer. Es preferible que haga más viajes

- La utilización del puente grúa queda limitada al personal autorizado y debidamente formado.
- Bajo ningún concepto debe ponerse nunca debajo de la carga levantada por la carretilla puente grúa o polipastos
- Tenga precaución siempre que haya objetos almacenados en altura. Evite pasar por zonas donde haya palés u otros elementos que puedan presentar riesgo de caída. Si es así, dé aviso de inmediato al personal que trabaja en el lugar



FACTORES PSICOSOCIALES

- Factores psicosociales: Carga Mental autonomía, apoyo y participación, compensación y estima.
 - Participe activamente en la mejora de las condiciones de trabajo mediante propuestas, sugerencias, mejoras, etc. Aproveche todos los sistemas de participación existentes en su empresa; grupos de trabajo, reuniones, buzón de sugerencias, notificaciones de riesgo, delegados de prevención, comités de seguridad y salud, etc.



INCENDIOS

- Incendios en las instalaciones
 - En caso de incendio actúe según lo establecido en el plan de emergencias y evacuación. Nunca actúe en solitario. Siga las instrucciones de su ficha de actuación
 - Nunca coloque objetos inflamables o combustibles cerca de focos de calor, chispas, etc.

- Mantenga los medios de extinción y salidas de emergencia libres de obstáculos.

OTROS

- Otros Riesgos derivados de la posible imprudencia del trabajador
 - Cada trabajador es responsable del buen uso y conservación de los equipos de protección personal que la empresa le haya entregado. Será también responsable de solicitar la reposición del equipo, en caso de deterioro o rotura del mismo.
 - ES OBLIGATORIO CUMPLIR LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD tanto generales como las específicas de su puesto o sección. Si por algún motivo considera que alguna de las instrucciones de seguridad establecidas por la empresa no pudieran cumplirse, comuníquelo al superior, con el fin de valorar la necesidad de adoptar otras medidas.
- **LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS ESTÁN PROHIBIDAS EN EL RECINTO DE LA EMPRESA**
- **OBSERVE TODOS LOS LETREROS Y SEÑALES DE SEGURIDAD**
- **INFORME DE INMEDIATO ACERCA DE CUALQUIER SITUACIÓN QUE ENTRAÑE RIESGO PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD DE LOS TRABAJADORES⁵⁷**

⁵⁷ Evaluación de riesgos generales de Prevención Navarra.

Como hemos visto hasta ahora no solo afecta la LPRL o su reglamento regulado en el REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención sino que hay otras normas específicas como las siguientes:

➤ **REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**

En la evaluación realizada anteriormente hemos visto cómo se aplica este Real Decreto cuando hemos dicho que: “Se deberán definir y/o delimitar vías seguras de circulación para vehículos o maquinaria, y deberán respetarse éstas en todo momento”. El propio real decreto nos dice en su art. 1: “*El presente Real Decreto establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo*”. Más adelante en su art. 3 nos habla sobre las obligaciones del empresario: “*El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo*”.

Más adelante en los diversos anexos de este RD no va detallando las condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo (Anexo I), el orden limpieza y mantenimiento (Anexo II), las condiciones ambientales en los lugares de trabajo (Anexo III), la iluminación de los lugares de trabajo (Anexo IV), los servicios higiénicos y los lugares de descanso (Anexo V) y el material y los locales de primeros auxilios (Anexo VI).⁵⁸

➤ **REAL DECRETO 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.**

En su art. 2 nos define este RD qué se entiende por equipo de protección individual tal y como pongo a continuación:

“A efectos del presente Real Decreto, se entenderá por «equipo de protección individual» cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”.

En el siguiente art. nos especifica las obligaciones del empresario:

⁵⁸REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

“En aplicación de lo dispuesto en el presente Real Decreto, el empresario estará obligado a:

- *Determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual conforme a lo establecido en el artículo 4 y precisar, para cada uno de estos puestos, el riesgo o riesgos frente a los que debe ofrecerse protección, las partes del cuerpo a proteger y el tipo de equipo o equipos de protección individual que deberán utilizarse.*
- *Elegir los equipos de protección individual conforme a lo dispuesto en los artículos 5 y 6 de este Real Decreto, manteniendo disponible en la empresa o centro de trabajo la información pertinente a este respecto y facilitando información sobre cada equipo.*
- *Proporcionar gratuitamente a los trabajadores los equipos de protección individual que deban utilizar, reponiéndolos cuando resulte necesario.*
- *Velar por que la utilización de los equipos se realice conforme a lo dispuesto en el artículo 7 del presente Real Decreto.*
- *Asegurar que el mantenimiento de los equipos se realice conforme a lo dispuesto en el artículo 7 del presente Real Decreto”.*⁵⁹

Es importante resaltar aquí que no basta con que el empresario suministre a sus trabajadores los equipos de protección individual de forma gratuita y estén en buen uso, sino que se tiene que preocupar de que sus trabajadores los usen efectivamente de forma correcta para lo que debe darles la formación adecuada.

Estos equipos han de usarse en el caso que no haya sido posible realizar una efectiva protección colectiva teniendo claro que es preferible esta última ante la individual.

- **REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.**

Este RD en su art. 2 nos da primero una serie de definiciones:

“Equipo de trabajo: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

⁵⁹REAL DECRETO 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Utilización de un equipo de trabajo: cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detención, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida en particular la limpieza.

Zona peligrosa: cualquier zona situada en el interior o alrededor de un equipo de trabajo en la que la presencia de un trabajador expuesto entrañe un riesgo para su seguridad o para su salud.

Trabajador expuesto: cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa.

Operador del equipo: el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo”.⁶⁰

En el siguiente art. nos especifica las obligaciones del empresario:

*“El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo”.*⁶¹

A lo largo del RD nos detalla de todo lo que debe tenerse en cuenta respecto a los equipos de trabajo, desde antes de comprarlos, a su utilización y mantenimiento.

- **REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.**

En su art. 2 nos dice este RD las obligaciones del empresario:

*“El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la sección 1.a del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención”.*⁶²

⁶⁰REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.Art. 2

⁶¹REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.Art. 3.1

⁶²REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.Art. 2.1

Más adelante nos va detallando todo lo relativo a la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos.

- **REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.**

Los soldadores suelen usar productos químicos de diversas clases como tricloroetileno o acetona para desengrasar los metales en la fase de preparación antes de proceder a su soldadura. Tendrán que aplicar este Reglamento sobre el almacenamiento de los productos químicos.

- **REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.**

Así como el RD 379/2001 nos regulaba el almacenamiento de los productos químicos, este RD 374/2001 nos regula los riesgos y la protección de la salud y seguridad de los trabajadores durante el trabajo, que tal y como hemos mencionado anteriormente es habitual que un soldador maneje y use diversos productos químicos.

- **REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.**

Este Real Decreto nos dice en su art. 4:

“1. Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.

La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y tendrá en consideración especialmente:

- a) otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido;*
- b) la elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido;*
- c) la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;*

- d) *la información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido;*
 - e) *la reducción técnica del ruido:*
 - 1. *reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente;*
 - 2. *reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo mediante amortiguamiento o aislamiento;*
 - f) *programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo;*
 - g) *la reducción del ruido mediante la organización del trabajo:*
 - 1. *limitación de la duración e intensidad de la exposición;*
 - 2. *ordenación adecuada del tiempo de trabajo.*
2. *Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización que deberán integrarse en la planificación de la actividad preventiva de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta en particular las medidas mencionadas en el apartado 1.*
3. *Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.*
4. *Cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso.*

5. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 31/1995, el empresario adaptará las medidas mencionadas en este artículo a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles”.⁶³

En un puesto de soldadura donde se trabaja con máquinas y rodeado de ellas, es habitual que se produzca bastante ruido, por lo que el empresario deberá tener en cuenta este aspecto desde la propia elección de los equipos de trabajo antes de comprarlos, siendo de características similares elegir aquellos que menos ruido emitan, así como tratar de reducir las emisiones de ruido que se produzcan en la empresa atendiendo a lo que dice este Real Decreto.

➤ **REAL DECRETO 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.**

El soldador a trabajar con soldadura eléctrica produce un arco voltaico para fundir el material y como consecuencia se emiten diversas radiaciones entre otras las UVA.

Tendrá que protegerse adecuadamente de estas radiaciones como veremos más adelante para beneficio de su salud.

En su art. 3 nos dice este Real Decreto:

“Las disposiciones de este real decreto se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a los riesgos derivados de radiaciones ópticas artificiales durante su trabajo.

*El presente real decreto se refiere al riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores debido a los efectos nocivos en los ojos y en la piel causados por la exposición a radiaciones ópticas artificiales”.*⁶⁴

Más adelante nos sigue diciendo en su art. 4:

“Los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.

La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

⁶³REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Art. 4.

⁶⁴REAL DECRETO 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. Art. 3.1 y 2.

Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, si existe posibilidad de que se superen los valores límite de exposición, el empresario elaborará y aplicará un plan de acción, que se integrará en la planificación de la actividad preventiva, donde incluirá medidas técnicas y/u organizativas destinadas a impedir que la exposición supere dichos valores límite, prestando particular atención a los siguientes aspectos:

- ✓ *Otros métodos de trabajo que reduzcan el riesgo derivado de la radiación óptica;*
- ✓ *la elección de equipos que generen menores niveles de radiación óptica, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan;*
- ✓ *medidas técnicas para reducir la emisión de radiación óptica, incluyendo, cuando fuera necesario, el uso de sistemas de cerramiento, blindajes o mecanismos similares de protección de la salud;*
- ✓ *programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo;*
- ✓ *la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;*
- ✓ *la limitación de la duración y del nivel de la exposición;*
- ✓ *la disponibilidad del equipo adecuado de protección individual;*
- ✓ *las instrucciones del fabricante del equipo, cuando esté cubierto por una directiva comunitaria pertinente”.*⁶⁵

Como vemos todos estos reglamentos siguen las directrices de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en la prelación de medidas obligando en primer lugar a utilizar otros métodos que reduzcan el riesgo de las radiaciones, limitar su exposición y por último los medios de protección individual.

- **REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores**

Los soldadores habitualmente tienen que manipular cargas que al ser piezas metálicas, suelen tener un considerable peso. Tendremos que tener en cuenta las disposiciones de este Real Decreto respecto a la manipulación manual de cargas.

⁶⁵REAL DECRETO 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. Art. 4.1 y 2.

- **REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo**

Al trabajar con chapas, y materiales con aristas cortantes y punzantes, puede ocurrir que el soldador se corte accidentalmente y tenga riesgo de infectarse del tétanos por ejemplo. Así que tendremos que tener en cuenta lo que es de aplicación al caso este Real Decreto.

- **REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.**

Los humos de soldadura y la exposición a diversos metales en suspensión pueden producir un cáncer en el soldador con el tiempo. También tendremos en cuenta este Real Decreto.

- **REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes**

En algunos tipos de soldadura como la TIG y empleando tungstenos con un pequeño porcentaje de torio entre el uno y el dos por ciento, se producen radiaciones ionizantes de tipo alfa. También aplicaremos este real decreto.

- **REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Este Real Decreto en su art.4 nos dice:

“Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- ✓ *Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.*
- ✓ *Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.*
- ✓ *Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.*
- ✓ *Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.*

*La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo”.*⁶⁶


En el puesto del soldador pondremos las señalizaciones adecuadas cumpliendo con lo que nos dice este Real Decreto.

4.2.2 RIESGOS ESPECÍFICOS DEL PUESTO DE UN SOLDADOR.

Al igual que he hecho con los riesgos generales anteriormente, ahora determinaremos los riesgos específicos que tiene el trabajo de un soldador, evaluando su nivel de riesgo y proponiendo las acciones correctoras del mismo.

Abreviaturas de los riesgos.



T = Trivial. **TO** = Tolerable. **MO** = Moderado. **I** = Importante. **IN** = Intolerable

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Agentes biológicos: tétanos por corte con objetos diversos 	MO	Ley 31/95	Realización de vigilancia de la salud específica en función de los riesgos de los puestos de trabajo
		RD 664/97	En caso de heridas, limpiar primeramente la herida con los útiles del botiquín y proceder a llevar al trabajador a un centro sanitario o a la Mutua correspondiente según la gravedad del accidente

⁶⁶REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Art. 4.

Abreviaturas de los riesgos.


T = Trivial. **TO** = Tolerable. **MO** = Moderado. **I** = Importante. **IN** = Intolerable

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Atrapamiento entre objetos y partes móviles con la transpaleta 	TO	RD 773/97	Dotar a los trabajadores de calzado de seguridad antideslizante
			Utilice calzado de seguridad para minimizar las posibles consecuencias de las caídas de objetos que manipula además de las pisadas sobre objetos diversos, atrapamiento del pie con la transpaleta.
		RD 1215/97	Realizar mantenimiento y correcto engrase de las ruedas de las transpaletas utilizadas con el fin de facilitar el arrastre y empuje de los mismos.
			Mantenga una distancia prudencial con la parte baja de la transpaleta para evitar posibles golpes o atropellos con la misma.
Atrapamiento entre objetos y partes móviles en el robot de soldadura 	MO	RD 1215/97	Adquirir elementos para la consignación de los equipos
			Elaborar procedimientos para la consignación de equipos e instalaciones
			Establecer instrucciones de seguridad para la utilización de las máquinas siguiendo lo establecido en el manual de instrucciones de las mismas. Informar a los trabajadores y colocarlas en lugares cercanos y accesibles
			Establecer listado de personas capacitadas para utilizar la máquina
			Formación de los operarios en el manejo seguro de la máquina

Abreviaturas de los riesgos.

T = Trivial. **TO** = Tolerable. **MO** = Moderado. **I** = Importante. **IN** = Intolerable

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Atrapamiento entre objetos y partes móviles en el robot de soldadura</p>	<p>MO</p>	<p>RD 1215/97</p>	<p>Formar a los operarios en la consignación de equipos</p>
			<p>Nunca trabaje con pulseras, colgantes, anillos u otros elementos que puedan aumentar el riesgo de atrapamiento en las máquinas o enganches con elementos. En caso de tener pelo largo deberá llevarse recogido. Los puños de los buzos y camisas deberán ser ajustados. Está terminantemente PROHIBIDO ANULAR LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD de las máquinas</p>
			<p>Realizar mantenimiento periódico de las máquinas, y en especial de sus elementos de seguridad según lo establecido por el fabricante de las mismas</p>
			<p>Siga las indicaciones del manual de seguridad de la máquina. No utilice la máquina para un uso distinto del previsto</p>
			<p>Adecuar los equipos de trabajo al RD 1215/97, incluidos los equipos con marcado CE</p>
			<p>NUNCA INTRODUZCA LAS EXTREMIDADES, EN LAS ZONAS MÓVILES DE LAS MÁQUINAS CUANDO ESTÉN EN FUNCIONAMIENTO. Si detecta que alguno de los sistemas de seguridad de la misma no funciona adecuadamente tome las medidas de precaución oportunas. Si es necesario manipular en elementos peligrosos se deberá desconectar la máquina de toda fuente de energía y señalizar y consignar la misma, para asegurarse que nadie la va poder poner en marcha de manera accidental.</p>

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Atrapamiento entre objetos y partes móviles en el robot de soldadura	MO	RD 1215/97	Colocar en el Robot 103.01 una protección móvil, tipo vallado en el perímetro del robot dotada de puertas con enclavamiento que impida el acceso al punto de peligro. Dicho enclavamiento estará asociado a un sistema de mando de categoría II. Los pulsadores, parada de emergencia y palanca de mando se retirarán al exterior del vallado.
			Elaborar instrucciones y métodos de trabajo seguros a la hora de realizar las tareas de ajuste reglaje y ajuste del robot. En los casos en los que sea posible realizar las tareas con el robot sin tensión se hará así pero en los casos en los que no sea posible se utilizará el mando móvil y se mantendrá el operario alejado lo más posible de la zona de peligro.
<p>Caída de objetos en manipulación con medios mecánicos al transportar materiales con la transpaleta</p> 	MO	RD 1215/97	<p>No apile los elementos en la transpaleta a demasiada altura para evitar que le dificulten la visibilidad.</p> <p>Si tiene que bajar una pendiente con la transpaleta, sujete la carga para evitar que se caiga. Conduzca hacia delante y con el freno de la transpaleta echado.</p> <p>Está terminantemente prohibido transportar personas en la transpaleta y utilizar la transpaleta como patinete.</p> <p>En el uso de la carretilla y la transpaleta, nunca sobrepase la carga máxima permitida, así como tampoco contrapese la carretilla con pesos y/o personas</p>

Abreviaturas de los riesgos.


T = Trivial. **TO** = Tolerable. **MO** = Moderado. **I** = Importante. **IN** = Intolerable


ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Caída de objetos en manipulación con medios mecánicos al trasportar materiales con la transpaleta	MO	RD 486/97	Utilice las transpaletas de transporte de material empujándolo en el sentido de la marcha, preferentemente, ya que la fuerza a emplear es menor con el empuje, que si lo arrastra hacia atrás. Intente no cargarla con materiales que por su altura no le permitan la visibilidad. Dé aviso de su tránsito, y no invada la zona de paso de peatones
		Ley 31/95	Si la carga sobresale del ancho de la transpaleta o de la carretilla, transite a muy baja velocidad para evitar choques contra obstáculos y/o personas y dé aviso a las personas que pudieran estar afectadas
Caída de objetos en manipulación manual (herramientas, piezas, etc.)	TO	RD 487/97	Agarre correctamente las cargas para evitar que se le puedan caer a los pies. En caso de peso excesivo solicite ayuda. Si tiene que manipular cargas muy voluminosas o muy pesadas y no es posible el uso de equipos mecánicos de elevación, solicite ayuda a otro compañero. Equilibre la carga entre las personas que la manipulan y busque puntos de agarre adecuados.
		RD 773/97	Dotar a los trabajadores de calzado de seguridad antideslizante
			Utilice calzado de seguridad
			Controlar que los trabajadores utilizan los equipos de protección individual que se indican en la ficha de puesto

Abreviaturas de los riesgos.


T = Trivial. **TO** = Tolerable. **MO** = Moderado. **I** = Importante. **IN** = Intolerable

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento desde las estanterías	MO	RD 486/97	Tenga precaución siempre que haya objetos almacenados en altura. Evite pasar por zonas donde haya palés u otros elementos que puedan presentar riesgo de caída. Si es así, dé aviso de inmediato al personal que trabaja en el lugar
			Controlar que se respetan las indicaciones de la instrucción de almacenamiento una vez elaborada y comunicada al personal afectado.
			Colocar en las estanterías para almacenamiento de elementos paletizados un indicador de carga máxima admisible por nivel, situado en lugar visible, preferiblemente en las cabeceras de las estanterías.
			Controlar que se respeta la carga nominal de las estanterías
			Establecer un programa de revisiones periódicas de todos los componentes de las estructuras de almacenamiento (montantes, largueros, travesaños, etc.). El programa de mantenimiento deberá contemplar, entre otros, los siguientes aspectos: - Después de un golpe, reemplazar cualquier elemento deformado. El elemento nuevo deberá ser idéntico al sustituido. En cualquier caso y mientras no se haya reparado se deberá dejar fuera de uso la estantería en cuestión. - Asegurar unas inspecciones periódicas que detecten anomalías fácilmente visibles tales como: elementos deformados, defectos de verticalidad, debilitamiento del suelo, cargas deterioradas etc. y proceder a su reparación inmediata.

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento desde las estanterías</p> 	MO	RD 486/97	<p>Se deberá establecer un plan de limpieza periódica de los focos y fluorescentes para garantizar que los niveles de iluminación en la zona de almacén son adecuados.</p> <p>Establecer un protocolo de control de los palés para que se proceda a la retirada de aquellos que se encuentren deteriorados o que no garanticen su estabilidad</p> <p>Controlar que las estanterías de almacenamiento de objetos se mantienen en correcto estado</p> <p>Establecer instrucción de trabajo para el correcto almacenamiento de los materiales en las estanterías. En la instrucción se incluirán, entre otros las siguientes indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se retractilarán o sujetarán mediante cinta adhesiva todos los elementos almacenados en altura que corran riesgo de desplomarse o desplazarse de los palés. - Los objetos se almacenarán siempre en las estanterías de menor altura, utilizando las estanterías superiores únicamente en caso de necesidad por falta de sitio. - Las cargas más pesadas se almacenarán en las estanterías inferiores.

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Caídas de personas a distinto nivel en caso de trepar por las estanterías del almacén</p> 	MO	Ley 31/95	Controlar que se respeta la prohibición de trepar por las estanterías del almacén
		RD 486/97	Está terminantemente prohibido trepar por las estanterías del almacén para acceder a la parte más elevada. Utilice la carretilla elevadora para bajar el material en lugar de acceder usted hasta las estanterías o si es necesario que suba usted, hágalo con la escalera de mano habilitada al efecto
<p>Contactos eléctricos indirectos durante las operaciones de soldadura</p>	MO	Ley 31/95	Programar la realización de cursos de Seguridad en soldadura
		RD 614/01	Evite que los cables descansen entre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro lugar que pudiera perjudicar el aislamiento
		Revise el aislamiento de los cables eléctricos al comenzar la jornada, y deseche los que no estén en perfecto estado. Sólo deben utilizarse cables y empalmes en perfecto estado	
		RD 1215/97	Nunca deje conectadas las máquinas para soldar cuando se suspenda el trabajo o se haga un descanso para la comida
		Desconecte siempre de la red los equipos de soldadura antes de trasladarlos e incluso cuando se van a limpiar o a reparar	
Los cables no deberán cruzar una vía de tránsito, sin estar protegidos mediante apoyos de paso resistentes a la compresión.			
No deposite nunca la pinza sobre materiales conductores de corriente. Déjela sobre materiales aislantes y si es posible, sobre una horquilla aislada.			

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Contactos térmicos-quemaduras con objetos fríos o calientes al soldar</p> 	MO	RD 773/97	<p>Durante los trabajos de soldadura es obligatorio el uso de guantes, manguitos, polainas y mandil de cuero, pantalla de protección contra radiaciones, gorro y calzado de seguridad. No se debe llevar la piel al descubierto ya que las radiaciones le pueden dañar la piel.</p> <p>Dotar a los trabajadores del puesto de soldadura de los siguientes equipos de protección individual: guantes, manguitos, polainas, mandil y calzado de seguridad</p>
<p>Cortes con máquinas, herramientas o útiles (rebabas, chapas, herramientas, etc.)</p> 	MO	<p>RD 1215/97</p> <p>Ley 31/95</p> <p>RD 773/97</p>	<p>Se realizará un correcto mantenimiento de las herramientas, de forma que los útiles y mangos se encuentran en perfecto estado.</p> <p>Utilice las herramientas adecuadas para cada trabajo. Revise las herramientas antes de utilizarlas para detectar la presencia de mellas, desgastes, zonas deformadas, etc. Si se encuentran en mal estado solicite su arreglo o cambio.</p> <p>Controlar que los trabajadores utilizan los equipos de protección individual que se especifican en las fichas de seguridad del puesto de trabajo.</p> <p>Utilice guantes de protección contra riesgos mecánicos para minimizar los daños por cortes siempre que no aumente el riesgo de atrapamiento en máquinas</p> <p>Dotar a los trabajadores de guantes de protección</p>

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
<p>Inhalación por exposición a sustancias peligrosas (humos de soldadura)</p> 	IN	RD 374/01	Mejorar o cambiar la aspiración existente en la zona de soldadura para que sea capaz de extraer los humos generados en la soldadura.
			Se recomienda instalar un sistema de extracción localizada con brazos de aspiración dirigibles que permitan captar los humos de soldadura en el punto en el que se originan.
			En caso de que no se pueda desarrollar la acción anterior valorar el uso de una unidad móvil de extracción (con aspirador y filtro para partículas) en los puntos donde se desarrolle la actividad de soldadura.
			Estudiar la posibilidad de utilizar extracciones acopladas a la propia boquilla de soldadura en las operaciones de soldadura con hilo continuo y atmósfera protectora.
			Mejorar las condiciones de ventilación general de la nave, debido a la gran actividad de soldadura que se realiza.
			Mientras no se consiga reducir la exposición a humos de soldadura se recomienda la utilización de un *Equipo Filtrante Asistido*, con filtro de retención de partículas con un nivel P3 o suministrar a los trabajadores *mascarilla frente a partículas* FFP3.
		Incluir en el programa de mantenimiento preventivo los medios de protección colectiva (ventilación general, extracción localizada) instalados en la empresa, especialmente aquellos que estén provistos de filtros de retención de contaminantes	
Ley 31/95	Realización de vigilancia de la salud específica en función de los riesgos de los puestos de trabajo		

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Inhalación por exposición a sustancias peligrosas (humos de soldadura)	IN	RD 773/97	Utilice una mascarilla frente a partículas con un nivel de protección FFP3 o un equipo filtrante asistido con filtro de protección P3.
		RD 374/01	Antes del comienzo del trabajo encienda la aspiración y asegúrese de su correcta extracción. Acerque el foco generador de humos al extractor. Antes del comienzo del trabajo encienda la aspiración y asegúrese de su correcta extracción. Antes del comienzo del trabajo encienda la aspiración y asegúrese de su correcta extracción.
		RD 773/97	Revise todos los días el buen funcionamiento y la eficacia de los filtros y válvulas de las mascarillas de protección respiratoria. En caso de detectar desperfectos en su protección respiratoria, solicite una nueva.
		RD 374/01	Se deberá informar a todos los trabajadores afectados y a sus representantes de los niveles de exposición a agentes químicos obtenidos en los muestreos higiénicos realizados
			Se deberán adoptar medidas de control (mediciones higiénicas) de las condiciones de exposición al contaminante tras incorporación de mejoras
No trabaje con la ropa manchada de grasa, disolvente o cualquier otra sustancia que pudiera inflamarse. No ingiera alimentos en su puesto de trabajo y lávese las manos después de cada periodo de trabajo			
En caso de detectarse problemas de sensibilización, dificultades respiratorias, etc., comuníquelo al coordinador de prevención.			

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Manipulación manual de cargas al paletizar las piezas soldadas	T	RD 487/97	<p>Si tiene que manipular cargas muy voluminosas o muy pesadas y no es posible el uso de equipos mecánicos de elevación, solicite ayuda a otro compañero. Equilibre la carga entre las personas que la manipulan y busque puntos de agarre adecuados.</p> <p>En las tareas en las que tenga que manipular pesos siga las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenga la espalda recta. Flexione las piernas y evite los giros de cintura. Acompañe el movimiento con los pies. - Acerque en la medida de lo posible la zona de manipulación de la carga a la cintura, ya que la posición de la carga más favorable es la altura comprendida entre los codos y los nudillos. - Evite la manipulación de las cargas desde una posición desfavorable (a nivel del suelo y/o con los brazos a la altura del pecho y por encima del hombro)
		Ley 31/95	Evite coger demasiados materiales de una vez, ya que su traslado puede desestabilizarlos, hacerlos caer. Es preferible que haga más viajes
		RD 487/97	Impartir formación y entrenamiento sobre técnicas seguras de manipulación manual de cargas (la forma correcta de levantamiento, movimiento de cargas, descender cargas, etc.), de los factores que están presentes en la manipulación y de las medidas preventivas necesarias para minimizarlas
		Ley 31/95	Realización de vigilancia de la salud específica en función de los riesgos de los puestos de trabajo

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Manipulación manual de cargas al paletizar las piezas soldadas	T	RD 487/97	<p>Recurra siempre que sea posible al uso de ayudas mecánicas para manipular las cargas (transpaletas, carretillas, carros, etc.)</p> <p>Impedir la manipulación manual de cargas a trabajadoras embarazadas, así como tener en cuenta al personal especialmente sensible, que por sus características personales o estado biológico conocido, ven limitadas sus capacidades físicas</p>
		RD 773/97	Utilice calzado de seguridad
Otros: Riesgos derivados del manejo de la carretilla elevadora	MO	RD 1215/97	Siga las normas para manejo de carretillas que se establecen en la ficha de seguridad correspondiente
Posturas forzadas al soldar y paletizar las piezas	T	Ley 31/95	Informar al trabajador sobre los riesgos asociados a posturas forzadas mediante la entrega de la ficha específica de posturas forzadas y guardar registro de dicha entrega
			En los trabajos que se requiera adoptar una postura forzada de forma continuada como estiramiento de brazos, curvatura de espalda, etc. se deberá de establecer rotaciones de esta actividad entre varios operarios o permitir pausas de trabajo más frecuentes
			Si tiene que realizar trabajos que requieran adoptar posturas muy forzadas de forma continuada, interrumpa la actividad para estirarse de forma frecuente, reincorpórese lentamente sin originar movimientos bruscos y evite manejar cargas en esos momentos.
			Realización de vigilancia de la salud específica en función de los riesgos de los puestos de trabajo
Posturas mantenidas en bipedestación	TO	RD 773/97	Dotar a los trabajadores de calzado de seguridad con suela de poliuretano de doble densidad para prevenir el cansancio en las piernas durante la permanencia de pie

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Posturas mantenidas en bipedestación	TO	Ley 31/95	Cambie la postura de trabajo y realice ejercicios de relajación muscular. Lo ideal sería poder alternar la postura de trabajo sentado con trabajos de pie. También se aconseja el trabajo en posición semi-sentado. Desequibre el peso de la columna durante la permanencia de pie, y utilizar cualquier soporte que sirva de reposapiés
Proyección de fragmentos o partículas en labores de soldadura	MO	RD 773/97	<p>Durante los trabajos de soldadura es obligatorio el uso de los siguientes equipos de protección individual: calzado de seguridad, polainas, pantalla de protección frente a radiaciones, guantes de cuero de manga larga y mandil de cuero.</p> <p>Utilice pantalla de protección facial durante los trabajos de soldadura</p> <p>Durante los trabajos de rebarbado con la esmeriladora manual es obligatorio el uso de gafas de protección</p>
Radiaciones no ionizantes procedentes de la soldadura	MO	RD 773/97	Durante los trabajos de soldadura es obligatorio el uso de guantes, manguitos, polainas y mandil de cuero, pantalla de protección contra radiaciones y calzado de seguridad. No se debe llevar piel al descubierto ya que las radiaciones le pueden dañar la piel.
		RD 1215/97	Mantenga colocadas las mamparas durante los trabajos de soldadura para evitar que las radiaciones y proyecciones afecten a los trabajadores de otros puestos
		Ley 31/95	<p>Realización de vigilancia de la salud específica en función de los riesgos de los puestos de trabajo</p> <p>Antes de soldar, compruebe que la pantalla o careta no tenga rendijas que dejen pasar la luz. Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.</p>

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Ruido 82.4 dBA	TO	RD 286/06	Debido al peligro de graves lesiones que puede ocasionar la utilización del aire a presión para la limpieza de la ropa de trabajo (práctica muy generalizada), se debe advertir y prohibir esta utilización indebida.
		Realizar control médico auditivo CADA CINCO AÑOS	
		Es recomendable la utilización de protección auditiva en su puesto de trabajo	
		Evaluar la exposición a ruido CADA TRES AÑOS	
Explosiones de botellas de gases de soldadura.	I	RAP	Solicitar a los suministradores de los productos químicos las fichas de seguridad de los mismos.
			Realizar las fichas de seguridad reducidas de todos los productos químicos y colocarlas en los lugares en los que se utilizan o manipulan los productos.
			<p>Para el almacenamiento de botellas de gas se seguirán las siguientes indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almacenar las botellas teniendo en cuenta las incompatibilidades de los gases. - Deben estar claramente señalizados los gases que contienen. - Mantener las botellas en posición vertical y sujetas por medio de cadenas, abrazaderas o similar para evitar su caída. - Mantener separadas las botellas vacías de las llenas. - Proteger las botellas de gases frente a golpes y fuentes de calor. - Si existen dudas en cuanto al manejo apropiado de las botellas o de su contenido, deberá consultarse al fabricante o proveedor.



ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Explosiones de botellas de gases de soldadura.	I	RAP	<p>Almacene las botellas de gases de manera vertical y sujetas con cadenas. Tenga en cuenta sus incompatibilidades. Separe las botellas llenas de las vacías y protéjalas frente a golpes y fuentes de calor.</p>
			<p>Antes de empezar una botella, debe comprobarse que el manómetro marca cero con el grifo cerrado.</p> <p>Antes de colocar el manorreductor debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta o cerrándolo a la mayor brevedad.</p>
			<p>Los grifos de las botellas deben abrirse lentamente para evitar daños al reductor de presión. Si el grifo de una botella se atasca, no debe forzarse. Debe devolverse la botella al suministrador.</p>
			<p>Después de colocar el manorreductor se comprobará que no existen fugas utilizando agua jabonosa o un detector adecuado; nunca se utilizarán llamas para comprobación de fugas.</p>
			<p>Utilice siempre la presión de gas correcta para el trabajo a realizar (consultar la escala de presiones).</p>
			<p>Mantenga limpias las boquillas del soplete, utilizando para ello una aguja de latón. Una boquilla sucia produce peligros de retorno de llama.</p>
			<p>Mantenga las botellas a una distancia entre 5 y 10 metros de la zona de trabajo.</p>
			<p>Establecer un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones y de todos los accesorios necesarios para la correcta utilización de los gases contenidos en las botellas.</p>
			<p>Realizar inspecciones periódicas de las botellas de gas conforme a lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo.</p>

ANOMALÍA O RIESGO DETECTADO	NIVEL DE RIESGO	NORMATIVA	ACCIONES PROPUESTAS
Explosiones de botellas de gases de soldadura.	I	RAP	No cuelgue nunca el soplete en las botellas, ni siquiera cuando está apagado.
			Instalar como mínimo a la salida de cada manorreductor, un sistema anti retroceso de llama adecuado a la instalación.
			<p>En caso de retroceso de la llama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No abandonar ni arrojar el soplete. - No intentar apagar la llama revertida golpeando la punta del soplete, esto ayuda al avance del retroceso llegando hasta los grifos y mangueras. - Cerrar rápidamente los grifos de gas combustible en primer lugar y después el del oxígeno. Si esto no se hace la llama puede llegar a fundir cualquier parte del soplete. - Esperar a que desaparezca el silbido y la llama interior. - Comprobar que el soplete no ha sido dañado y comprobar la estabilidad de la llama.
			Después de un retroceso deberá revisarse el equipo, soplete, manorreductores, mangueras y los dispositivos de seguridad.
			No consuma las botellas por completo (peligro de entrada de aire). Debe conservarse siempre una ligera sobrepresión en el interior de las botellas.

De todos los riesgos detectados anteriormente, específicos de un puesto de soldador, he propuesto una serie de medidas bien correctoras, bien de control o bien de formación para eliminar el riesgo o en su defecto disminuirlo. De aquí nos saldrá la siguiente ficha de seguridad y salud que pongo a continuación.

FICHA DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS RIESGOS DE UN SOLDADOR

RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN A ADOPTAR



AGENTES BIOLÓGICOS

- Agentes biológicos: tétanos por corte con objetos diversos:

En caso de heridas, limpiar primeramente la herida con los útiles del botiquín y proceder a llevar al trabajador a un centro sanitario o a la Mutua correspondiente según la gravedad del accidente.



ASFIXIA, EXPOSICIÓN A HUMOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS

- Inhalación por exposición a sustancias peligrosas (humos de soldadura):
 - Utilice una mascarilla frente a partículas con un nivel de protección FFP3 o un equipo filtrante asistido con filtro de protección P3.
 - Revise todos los días el buen funcionamiento y la eficacia de los filtros y válvulas de las mascarillas de protección respiratoria. En caso de detectar desperfectos en su protección respiratoria, solicite una nueva.
 - Antes del comienzo del trabajo encienda la aspiración y asegúrese de su correcta extracción. Acerque el foco generador de humos al extractor. Antes del comienzo del trabajo encienda la aspiración y asegúrese de su correcta extracción. Antes del comienzo del trabajo

encienda la aspiración y asegúrese de su correcta extracción.



Ilustración 34 Soldador con aspiración de humos

- No trabaje con la ropa manchada de grasa, disolvente o cualquier otra sustancia que pudiera inflamarse. No ingiera alimentos en su puesto de trabajo y lávese las manos después de cada periodo de trabajo.
- En caso de detectarse problemas de sensibilización, dificultades respiratorias, etc. comunicarlo al coordinador de prevención.



ATRAPAMIENTOS

- Atrapamiento entre objetos y partes móviles con la transpaleta.
- Atrapamiento entre objetos y partes móviles en el robot de soldadura
 - Siga las indicaciones del manual de seguridad de la máquina. No utilice la máquina para un uso distinto del previsto.
- NUNCA INTRODUZCA LAS EXTREMIDADES, EN LAS ZONAS MÓVILES DE LAS MÁQUINAS CUANDO ESTÉN EN FUNCIONAMIENTO. Si detecta que alguno de los sistemas de seguridad de la misma no funciona adecuadamente tome las medidas de precaución oportunas. Si es necesario manipular en elementos peligrosos se deberá desconectar la máquina de toda fuente de energía y señalizar y consignar la misma, para asegurarse que nadie la va poder poner en marcha de manera accidental.

- Nunca trabaje con pulseras, colgantes, anillos u otros elementos que puedan aumentar el riesgo de atrapamiento en las máquinas o enganches con elementos. En caso de tener pelo largo deberá llevarse recogido. Los puños de los buzos y camisas deberán ser ajustados. Está terminantemente PROHIBIDO ANULAR LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD de las máquinas.
- Mantenga una distancia prudencial con la parte baja de la transpaleta para evitar posibles golpes o atropellos con la misma.
- Utilice calzado de seguridad para minimizar las posibles consecuencias de las caídas de objetos que manipula además de las pisadas sobre objetos diversos, atrapamiento del pie con la transpaleta.



- Caídas de personas a distinto nivel en caso de trepar por las estanterías del almacén:
 - Está terminantemente prohibido trepar por las estanterías del almacén para acceder a la parte más elevada. Utilice la carretilla elevadora para bajar el material en lugar de acceder usted hasta las estanterías o si es necesario que suba usted, hágalo con la escalera de mano habilitada al efecto.



- Cortes con máquinas, herramientas o útiles (rebabas, chapas, herramientas, etc.):
 - Utilice las herramientas adecuadas para cada trabajo. Revise las herramientas antes de utilizarlas para detectar la presencia de mellas, desgastes, zonas deformadas, etc. Si se encuentran en mal estado solicite su arreglo o cambio.
 - Utilice guantes de protección contra riesgos mecánicos para minimizar los daños por cortes siempre que no aumente el riesgo de atrapamiento en máquinas



CONTACTOS ELÉCTRICOS

- Contactos eléctricos indirectos durante las operaciones de soldadura:
 - Revise el aislamiento de los cables eléctricos al comenzar la jornada, y deseche los que no estén en perfecto estado. Sólo deben utilizarse cables y empalmes en perfecto estado.
 - Los cables no deberán cruzar una vía de tránsito, sin estar protegidos mediante apoyos de paso resistentes a la compresión.
 - Evite que los cables descansen entre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro lugar que pudiera perjudicar el aislamiento.
 - Desconecte siempre de la red los equipos de soldadura antes de trasladarlos e incluso cuando se van a limpiar o a reparar.
 - Nunca deje conectadas las máquinas para soldar cuando se suspenda el trabajo o se haga un descanso para la comida
 - No deposite nunca la pinza sobre materiales conductores de corriente. Déjela sobre materiales aislantes y si es posible, sobre una horquilla aislada.



DESPLOMES Y CAÍDAS DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN

- Caída de objetos en manipulación manual (herramientas, piezas, etc.).
- Caída de objetos en manipulación con medios mecánicos al transportar materiales con la transpaleta:
 - En el uso de la carretilla y la transpaleta, nunca sobrepase la carga máxima permitida, así como tampoco contrapeso la carretilla con pesos y/o personas.
 - Si la carga sobresale del ancho de la transpaleta o de la carretilla, transite a muy baja velocidad para evitar choques contra obstáculos y/o personas y dé aviso a las personas que pudieran estar afectadas.
 - Utilice las transpaletas de transporte de material empujándolo en el sentido de la marcha, preferentemente, ya que la fuerza a emplear es

menor con el empuje, que si lo arrastra hacia atrás. Intente no cargarla con materiales que por su altura no le permitan la visibilidad. Dé aviso de su tránsito, y no invada la zona de paso de peatones.

- Si tiene que bajar una pendiente con la transpaleta, sujete la carga para evitar que se caiga. Conduzca hacia delante y con el freno de la transpaleta echado.
 - No apile los elementos en la transpaleta a demasiada altura para evitar que le dificulten la visibilidad.
 - Está terminantemente prohibido transportar personas en la transpaleta y utilizar la transpaleta como patinete.
-
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento desde las estanterías.

 - Agarre correctamente las cargas para evitar que se le puedan caer a los pies. En caso de peso excesivo solicite ayuda. Si tiene que manipular cargas muy voluminosas o muy pesadas y no es posible el uso de equipos mecánicos de elevación, solicite ayuda a otro compañero. Equilibre la carga entre las personas que la manipulan y busque puntos de agarre adecuados.

 - Utilice calzado de seguridad

 - Tenga precaución siempre que haya objetos almacenados en altura. Evite pasar por zonas donde haya palés u otros elementos que puedan presentar riesgo de caída. Si es así, dé aviso de inmediato al personal que trabaja en el lugar



ERGONOMÍA

- Manipulación manual de cargas al paletizar las piezas soldadas.

- Posturas forzadas al soldar y paletizar las piezas.

- Posturas mantenidas en bipedestación.

- Cambie la postura de trabajo y realice ejercicios de relajación muscular. Lo ideal sería poder alternar la postura de trabajo sentado con trabajos de pie. También se aconseja el trabajo en posición medio sentado. Desequilibre el peso de la columna durante la permanencia de pie, y utilizar cualquier soporte que sirva de reposapiés.
- Si tiene que realizar trabajos que requieran adoptar posturas muy forzadas de forma continuada, interrumpa la actividad para estirarse de forma frecuente, reincorpórese lentamente sin originar movimientos bruscos y evite manejar cargas en esos momentos.
- Recorra siempre que sea posible al uso de ayudas mecánicas para manipular las cargas (transpaletas, carretillas, carros, etc.).
- Si tiene que manipular cargas muy voluminosas o muy pesadas y no es posible el uso de equipos mecánicos de elevación, solicite ayuda a otro compañero. Equilibre la carga entre las personas que la manipulan y busque puntos de agarre adecuados.
- Evite coger demasiados materiales de una vez, ya que su traslado puede desestabilizarlos, hacerlos caer. Es preferible que haga más viajes.
- En las tareas en las que tenga que manipular pesos siga las siguientes recomendaciones:
 - Mantenga la espalda recta. Flexione las piernas y evite los giros de cintura. Acompañe el movimiento con los pies.
 - Acerque en la medida de lo posible la zona de manipulación de la carga a la cintura, ya que la posición de la carga más favorable es la altura comprendida entre los codos y los nudillos.
 - Evite la manipulación de las cargas desde una posición desfavorable (a nivel del suelo y/o con los brazos a la altura del pecho y por encima del hombro).

- Utilice calzado de seguridad.

OTROS

- Otros Riesgos derivados del manejo de la carretilla elevadora.

- Siga las normas para manejo de carretillas que se establecen en la ficha de seguridad correspondiente.



PROYECCIONES DE SUSTANCIAS, PARTÍCULAS Y ELEMENTOS

- Proyección de fragmentos o partículas en labores de soldadura.
 - Utilice pantalla de protección facial durante los trabajos de soldadura.
 - Mantenga colocadas las mamparas durante los trabajos de soldadura para evitar que las radiaciones y proyecciones afecten a los trabajadores de otros puestos.
 - Durante los trabajos de rebarbado con la esmeriladora manual es obligatorio el uso de gafas de protección.



QUEMADURAS Y TEMPERATURAS

- Contactos térmicos-quemaduras con objetos fríos o calientes al soldar.
 - Durante los trabajos de soldadura es obligatorio el uso de guantes, manguitos, polainas y mandil de cuero, pantalla de protección contra radiaciones, gorro y calzado de seguridad. No se debe llevar piel al descubierto ya que las radiaciones le puede dañar la piel.



RADIACIONES NO IONIZANTES

- Radiaciones no ionizantes procedentes de la soldadura.
 - Durante los trabajos de soldadura es obligatorio el uso de guantes, manguitos, polainas y mandil de cuero, pantalla de protección contra radiaciones y calzado de seguridad. No se debe llevar piel al descubierto ya que las radiaciones le puede dañar la piel.
 - Mantenga colocadas las mamparas durante los trabajos de soldadura para evitar que las radiaciones y proyecciones afecten a los

trabajadores de otros puestos

RUIDO Y VIBRACIONES

- Ruido 82.4 dBA.
 - Es recomendable la utilización de protección auditiva en su puesto de trabajo

LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS ESTÁN PROHIBIDAS EN EL RECINTO DE LA EMPRESA.

OBSERVE TODOS LOS LETREROS Y SEÑALES DE SEGURIDAD.

INFORME DE INMEDIATO ACERCA DE CUALQUIER SITUACIÓN QUE ENTRAÑE RIESGO PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.⁶⁷

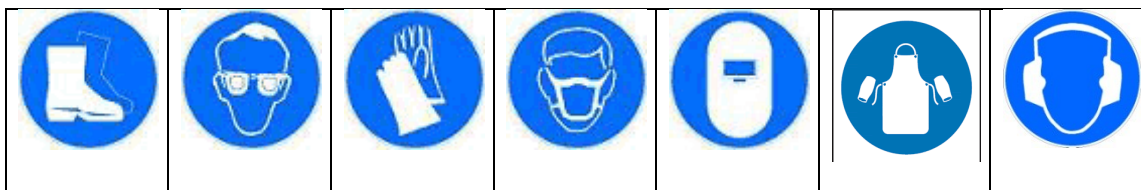


Ilustración 35 Diversas señales de obligatorio uso de Epi's

⁶⁷ Evaluación de riesgos de un soldador. Prevención Navarra.

VI. CONCLUSIONES

6.1 Evaluación de los riesgos con participación del trabajador.

Tal y como nos dice el art. 5 del RD 39/1997, de 17 de enero:

“A partir de la información obtenida sobre la organización, características y complejidad del trabajo, sobre las materias primas y los equipos de trabajo existentes en la empresa y sobre el estado de salud de los trabajadores, se procederá a la determinación de los elementos peligrosos y a la identificación de los trabajadores expuestos a los mismos, valorando a continuación el riesgo existente en función de criterios objetivos de valoración, según los conocimientos técnicos existentes, o consensuados con los trabajadores, de manera que se pueda llegar a una conclusión sobre la necesidad de evitar o de controlar y reducir el riesgo.

A los efectos previstos en el párrafo anterior se tendrá en cuenta la información recibida de los trabajadores sobre los aspectos señalados”.

Es muy importante a la hora de hacer la evaluación de los riesgos hablar con el trabajador, en este caso con el soldador, que es quien tiene experiencia sobre los riesgos de su entorno de trabajo y también con su mando directo.

6.2 Formación e información de los trabajadores.

Una vez hecha la evaluación de los riesgos daremos la formación adecuada al soldador, especialmente sobre las medidas preventivas para evitar los riesgos, el uso de los equipos de trabajo de forma correcta y segura y el uso de protecciones tanto individuales como colectivas. Respecto a estas últimas le dejaremos entre varias opciones válidas que elija los equipos de protección individual con los que más cómodo se sienta. Así tendremos más posibilidades de que los use de forma habitual en su trabajo al haber elegido el, los equipos que más le gustan y mejor se adaptan a sus características personales. Si bien habrá que vigilar que los usa adecuadamente.

6.3 Vigilancia de su salud con mediciones específicas a los riesgos más importantes: humos, productos químicos.

Para evitar riesgos para la salud del soldador es importante realizar una vigilancia periódica y anual de la misma, especialmente de aquellas sustancias peligrosas a las que puede estar expuesto como son el cromo, níquel o cadmio.

Se realizarán mediciones en su puesto de trabajo con el posterior análisis en laboratorio para controlar que los valores límites no superan los permitidos.

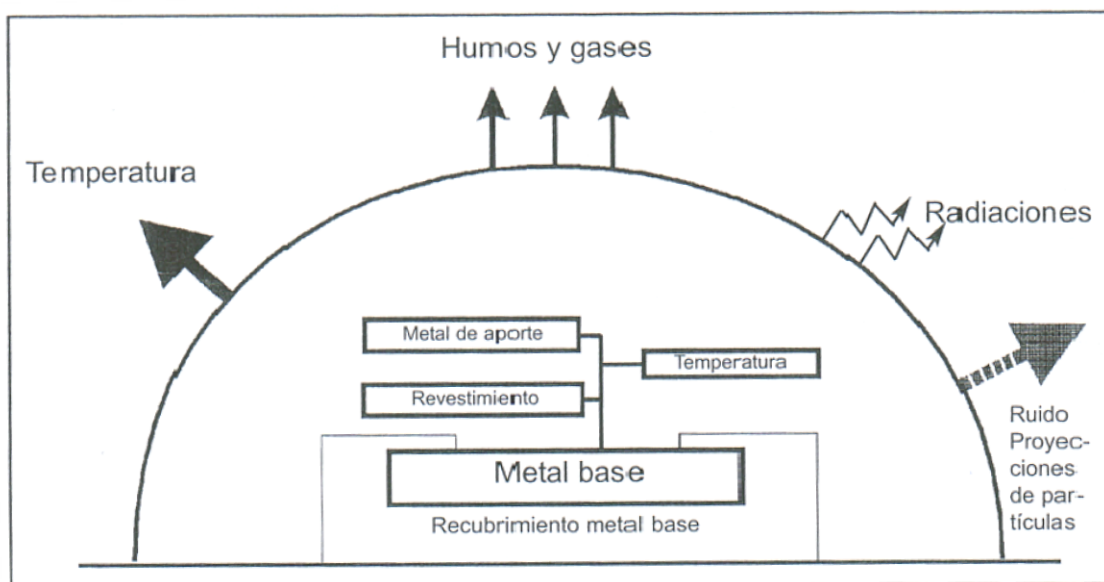


Ilustración 36 Esquema de producción de agentes contaminantes⁶⁸

6.4 Sustitución de materiales peligrosos.

En la medida de lo posible se eliminarán los materiales peligrosos por aquellos que no entrañen ningún riesgo.

En su defecto se sustituirán por otros que no tengan tanto riesgo. Por ejemplo si es soldador trabaja mediante procedimiento TIG y usa tungstenos aleados con un pequeño porcentaje de torio, siendo este último radioactivo, lo sustituiremos por cerio o lantano, según recomienda el INSHT en su NTP 770.

⁶⁸ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 2012. Página 116.

6.5 Medidas de prevención colectiva.

Siempre que sea posible se antepondrán las medidas de prevención colectiva a las individuales. En este caso habrá que poner alrededor de la zona en la que se suelde unas mamparas de separación, ignífugas y con protección de las radiaciones de soldadura. Evitaremos de esta forma que el resto de los trabajadores sufran las radiaciones y las proyecciones incandescentes. También pondremos en las instalaciones los sistemas de extracción de humos adecuados para captar allí donde se generen los humos de soldadura.



Ilustración 37 Cortinas ignífugas de protección

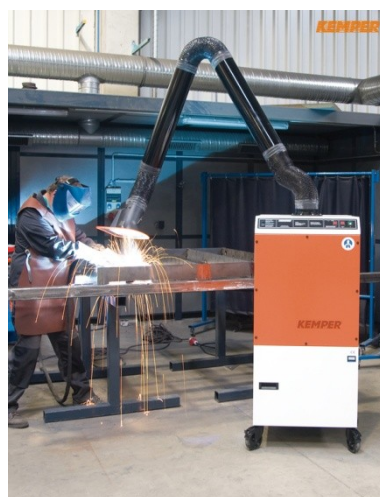


Ilustración 38 Sistema de extracción de humos con filtro incorporado

6.6 Medidas de prevención individuales.

Tal y como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, los soldadores deben de llevar los siguientes equipos de protección individuales: careta de soldador con el cristal inactínico del din (tono de oscurecimiento) adecuado a la intensidad de la radiación producida. Cuanto mayor intensidad, mayor será el oscurecimiento. No es lo mismo soldar con llama que soldar por procedimiento MAG con una intensidad de 600 amperios. En este último caso el cristal será de unos diez tonos más oscuro que con llama. Caperuza en la cabeza ignífuga para evitar las quemaduras por proyecciones,

mandil de cuero, guantes largos de cuero, manguitos de cuero, botas de seguridad, y protección auditiva.

Procuraremos tomar las medidas organizativas para que el soldador tenga un descanso de diez minutos cada dos horas de trabajo y realice unos ejercicios y estiramientos adecuados para liberar cargas y tensiones musculares debido a sus posturas forzadas y mantenidas. También procuraremos hacerle rotar cada cierto tiempo de su puesto para evitar su aislamiento y que no tenga problemas psicosociales.



Ilustración 39 Careta de soldador y protección de cabeza y cuello.



Ilustración 40 Guantes largos y manguitos de cuero



Ilustración 41 Mandil de cuero

6.7 Vigilancia del cumplimiento de las medidas de prevención.

Es muy importante por parte del empresario, no solo formar e informar a sus trabajadores, tener todos los equipos de trabajo seguros y bajo normativa CE, y disponer de las medidas de protección colectiva e individuales necesarias, sino que debe vigilar para que los procedimientos de seguridad, higiene y ergonomía así como los psicosociales se cumplan.

Debe controlar que sus trabajadores no solo reciben los equipos de protección individual y están en buen estado, sino que los usan adecuadamente.

De la misma forma vigilará que se cumplan todas las medidas de prevención dispuestas en la empresa.

6.8 Revisión y puesta al día de las medidas periódicamente

La prevención debe de ser algo vivo, actual, dinámico. Para ello no basta con hacer una primera evaluación de riesgos y guardarla en una carpeta en una estantería de la oficina. Se debe integrar en todos los ámbitos de la empresa, en toda la jerarquía de la misma y en todos los trabajadores concienciándoles adecuadamente. Conseguir que todos los empleados se impliquen en la prevención es fundamental para su salud y para evitar los accidentes. Que los trabajadores avisen y comuniquen todas las incidencias que detecten será un paso importante. Que propongan las medidas correctoras para evitar esas incidencias será otro paso más. Cuanto mayor número de

incidencias se produzcan, mayor probabilidad habrá de que ocurra un accidente. Si evitamos las incidencias, evitaremos los accidentes.

Con toda la información recibida por parte de todos los ámbitos de la empresa, se revisará periódicamente el plan de prevención y se actualizarán las medidas a tomar para que la prevención sea algo eficaz y actual.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Francisco Abad Gómez y José María Bisbe Fábregas. Manual Abad-Bisbe para la soldadura por resistencia. Manual Abad-Bisbe. 2002.
- ❖ Francisco Carrillo Olivares y Elena López Torres. Soldadura, corte e inspección de obra soldada. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz. 1998.
- ❖ Henry Horwitz, P.E. Soldadura: aplicaciones y práctica. Dutchess Community College, Universidad del Estado de Nueva York. Alfa Omega grupo editor S.A. 1997.
- ❖ Hernández Riesco, Germán. Manual del soldador. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. CESOL. 1999.
- ❖ LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995.
- ❖ REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ❖ REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- ❖ REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ❖ REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- ❖ REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.
- ❖ REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ❖ REAL DECRETO 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.

- ❖ REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ❖ REAL DECRETO 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ❖ REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- ❖ REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- ❖ REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- ❖ REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- ❖ REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ❖ REAL DECRETO 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- ❖ Reina Gómez, Manuel. Soldadura de los Aceros. Aplicaciones. Weld-Work S.L. 2003.