

# McKAY®

Tema

**F**



***Recubrimiento duro***

## SEGURIDAD



¡Suelde  
y corte  
de manera  
segura!

Como en todas las actividades, la seguridad es un aspecto fundamental. Dado que existen numerosos códigos y reglamentos de seguridad, recomendamos que siempre lea detenidamente todas las etiquetas y los manuales de uso antes de instalar, utilizar o dar servicio a la unidad. Lea la información relacionada con la seguridad que encontrará al comienzo del manual y en cada sección. También deberá leer y observar el cumplimiento de todas las normas de seguridad pertinentes, en particular la ANSI Z49.1, Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes (Seguridad en los procesos de soldadura, corte y procesos afines).

La norma ANSI Z49.1 se puede descargar sin costo desde el sitio de Internet de la American Welding Society - AWS (Sociedad Americana de Soldadura) en: [aws.org](http://aws.org).

A continuación se enumeran otras normas de seguridad y dónde se pueden obtener.

*Safe Practices for the Preparation of Containers and Piping for Welding and Cutting* (Prácticas de seguridad en la preparación de recipientes y tuberías para la realización de trabajos de soldadura y corte) de la American Welding Society, norma AWS F4.1. Se puede obtener en Global Engineering Documents (teléfono: 1-877-413-5184, sitio web: [global.ihs.com](http://global.ihs.com)).

*National Electrical Code, NEC* (Código nacional eléctrico de los EE. UU.), norma 70 de la NFPA. Se puede obtener en la National Fire Protection Association - NFPA (Asociación Americana de Protección contra el Fuego), Quincy, MA 02269 (teléfono: 1-800-344-3555, sitio web: [nfpa.org](http://nfpa.org) y [sparky.org](http://sparky.org)).

*Safe Handling of Compressed Gases in Cylinders* (Manejo seguro de cilindros de gases comprimidos), folleto P-1, de la CGA. Se puede obtener en la Compressed Gas Association (Asociación de Gas Comprimido), 14501 George Carter Way, Suite 103, Chantilly, VA 20151 (teléfono: 703-788-2700, sitio web: [cganet.com](http://cganet.com)).

Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes (Seguridad en los procesos de soldadura, corte y procesos afines), norma W117.2 de la CSA. Se puede obtener en la Canadian Standards Association (Asociación Canadiense de Normalización), Standards Sales, 5060 Spectrum Way, Suite 100, Ontario, Canadá L4W 5NS (teléfono: 800-463-6727, sitio web: [csa-international.org](http://csa-international.org)).

*Safe Practice For Occupational And Educational Eye And Face Protection* (Prácticas de seguridad ocupacional y educacional, protección ocular y facial), norma Z87.1 de la ANSI. Se puede obtener en el American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Normalización), 25 West 43rd Street, New York, NY 10036 (teléfono: 212-642-4900, sitio web: [ansi.org](http://ansi.org)).

*Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work* (Norma para la Prevención de Incendios en procesos de corte, soldadura y otros trabajos en caliente), norma 51B de la NFPA. Se puede obtener en la National Fire Protection Association, Quincy, MA 02269 (teléfono: 1-800-344-3555, sitio web: [nfpa.org](http://nfpa.org)).

OSHA, Occupational Safety and Health Standards for General Industry (Normas de Seguridad y Salud Ocupacional para la Industria en General), Título 29 (Código de Regulaciones Federales - CFR), Parte 1910, Subparte Q y Parte 1926, Subparte J. Se puede obtener en la Superintendencia de documentos, Imprenta del gobierno de los Estados Unidos, Casilla de Correos 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954 (teléfono: 1-866-512-1800) (OSHA cuenta con 10 oficinas regionales: el teléfono de la región 5, Chicago, es el 312-353-2220, sitio web: [osha.gov](http://osha.gov)).

Folleto TLVs, Threshold Limit Values (Valores límite de umbral), de la ACGIH. Se puede obtener en la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales), 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240 (teléfono: 513-742-3355, sitio web: [acgih.org](http://acgih.org)).

*Towing a Trailer - Being Equipped for Safety* (Consideraciones sobre la seguridad en el remolque de trailers), publicación del Departamento de Transporte de los Estados Unidos, National Highway Traffic Safety Administration (Administración Nacional de Seguridad de Tráfico en Carreteras), 400 Seventh Street, SW, Washington, D.C. 20590.

U.S. Consumer Product Safety Commission - CPSC (Comisión para la Seguridad de los Productos de Consumo de los Estados Unidos), 4330 East West Highway, Bethesda, MD 20814 (teléfono: 301-504-7923, sitio web: [cpsc.gov](http://cpsc.gov)).

*Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation* (Manual de aplicación de la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas) del National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud en el Trabajo), 1600 Clifton Rd, Atlanta, GA 30333 (teléfono: 1-800-232-4636, sitio web: [cdc.gov/NIOSH](http://cdc.gov/NIOSH)).

Preparado por el Departamento de capacitación de Miller Electric Mfg. Co.

©2012 Miller Electric Mfg. Co.

Los contenidos de esta publicación no pueden ser reproducidos sin el consentimiento de Miller Electric Mfg. Co., Appleton, Wisconsin, EE. UU.

### ⚠️ ADVERTENCIA

Este documento contiene información general acerca de los temas tratados de aquí en adelante. Este documento no es un manual de aplicación y no contiene una presentación completa de todos los factores relacionados con los temas tratados.

La instalación, la utilización y el mantenimiento de los equipos para soldadura por arco y el empleo de los procedimientos descritos en este documento deben ser llevados a cabo únicamente por personas calificadas de acuerdo con los códigos y las prácticas de seguridad pertinentes, y las instrucciones del fabricante.

Siempre se deberá verificar que los lugares de trabajo sean limpios y seguros, y que se utilice una ventilación adecuada. El uso indebido de los equipos y la falta de cumplimiento de los códigos y las prácticas de seguridad correspondientes pueden ocasionar lesiones personales graves y daños a la propiedad.



## Ciclo de capacitación en procesos de soldadura y metales de aporte:

Bienvenido al ciclo de capacitación en procesos de soldadura y metales de aporte. Este ciclo de capacitación fue desarrollado con la finalidad de proporcionar un conjunto básico de materiales educativos que pueden ser utilizados de manera individual o en clase.

Los temas tratados en el ciclo son:

### Metales de aporte

- Tema A. **Introducción a los metales**
- Tema B. **Acero al carbono**
- Tema C. **Acero de baja aleación**
- Tema D. **Acero inoxidable**
- Tema E. **Aluminio**
- Tema F. **Endurecimiento superficial**

### Procedimientos de soldadura

- Tema 1. **Introducción a la soldadura**
- Tema 2. **Seguridad en la soldadura**
- Tema 3. **Conceptos básicos de electricidad aplicados a la soldadura**
- Tema 4. **Diseño de las máquinas para soldadura**
- Tema 5. **Máquinas para soldadura impulsadas por motor**
- Tema 6. **Soldadura por arco con electrodo metálico revestido**
- Tema 7. **Soldadura por arco con electrodo de tungsteno protegida por gas**
- Tema 8. **Soldadura por arco con electrodo metálico protegida por gas**
- Tema 9. **Soldadura por arco con electrodo con núcleo de fundente**
- Tema 10. **Corte y ranurado con arco de plasma**
- Tema 11. **Solución de problemas en procesos de soldadura**

Por favor observe que este ciclo no fue desarrollado para enseñar las habilidades necesarias para los trabajos de soldadura o corte, sino para proporcionar los conocimientos fundamentales acerca de los diferentes procesos y temas relacionados.

## Índice

<b>La historia de McKay</b>	<b>1</b>
<b>Definición de recubrimiento duro</b>	<b>1</b>
<b>Motivos para la aplicación de un recubrimiento duro</b>	<b>2</b>
<b>Usos del recubrimiento duro</b>	<b>2</b>
<b>Elección de una aleación para recubrimiento duro</b>	<b>3</b>
<b>Procesos de soldadura para recubrimiento duro</b>	<b>3</b>
<b>Recubrimiento duro de metales base</b>	<b>4</b>
<b>Factores de desgaste</b>	<b>5</b>
<b>Acabado superficial</b>	<b>9</b>
<b>Clasificación de aleaciones para recubrimiento duro</b>	<b>9</b>
<b>Conceptos erróneos referidos al recubrimiento duro</b>	<b>12</b>
<b>Aleaciones McKay para endurecimiento superficial</b>	<b>13</b>
<b>Aplicaciones</b>	<b>15</b>
<b>Apéndice</b>	<b>22</b>

## Una guía para la selección y utilización de aleaciones de soldadura para recubrimiento duro

Este manual está diseñado para ayudar en la comprensión, la selección y la utilización de aleaciones de soldadura para recubrimiento duro en aplicaciones de resistencia al desgaste. El manual incluye definiciones, descripciones de los procesos de soldadura, clasificaciones de aleaciones para recubrimiento duro y las características metalúrgicas y relacionadas con el desgaste de los recubrimientos duros. Entre los temas tratados se destacan los factores de desgaste básicos que pueden ser controlados por los recubrimientos para endurecimiento superficial así como también las industrias y aplicaciones principales que se pueden beneficiar económicamente mediante el uso de estos revestimientos. El manual también contiene información acerca de todos los electrodos y alambres para recubrimiento de McKay, su composición química y parámetros, y las características del depósito.

## La historia de McKay

Desde que James McKay fundó la compañía en 1881, McKay ha construido una reputación en base a la calidad, consistencia y confiabilidad en la fabricación de diferentes productos de metal. A partir de 1935, McKay fue el primero en desarrollar productos consumibles para soldadura modernos, liderando el mercado estadounidense en el desarrollo de electrodos inoxidables y con bajo contenido de hidrógeno. A comienzos de la segunda guerra mundial, McKay estaba firmemente establecido en el campo de la soldadura, suministrando millones de libras de electrodos de acero al carbono e inoxidable, utilizados en la industria naval, construcción de tanques, soldadura de blindajes y otras industrias relacionadas con la defensa.

Los grandes esfuerzos en investigación realizados por McKay durante la guerra llevaron a la compañía a producir productos de soldadura resistentes al desgaste. A partir de allí, los casi 50 años de investigación, desarrollo y servicio a miles de clientes nos han dado un caudal de conocimientos prácticos sobre los recubrimientos duros. En la actualidad, en su carácter de líder mundial en productos para recubrimiento duro, el compromiso de McKay consiste en poner a su disposición su gente e instalaciones para ayudarlo a cumplir con sus requisitos de endurecimiento superficial y resolver sus problemas de desgaste.

En 1992, McKay fue adquirida por la compañía Hobart Brothers, un fabricante líder en equipos para soldadura y metales de aporte. Con el respaldo y el compromiso de su nueva compañía matriz, McKay mira hacia el futuro. McKay reverencia los logros del pasado, pero desea ganar el derecho de ser su socio suministrando productos y servicios de calidad en este nuevo siglo. Cuando su actividad necesite aplicaciones de recubrimiento duro, llame a McKay al 1-800-424-1543.

## Definición de recubrimiento duro

El recubrimiento duro consiste en la aplicación de un material de aleación especial sobre una pieza metálica mediante diversos procesos de soldadura, con el fin de mejorar la resistencia al desgaste y/o recuperar las dimensiones apropiadas. La propiedad que generalmente se quiere mejorar es la resistencia al desgaste producto de la abrasión, impacto, adhesión (metal - metal), calor, corrosión o una combinación de cualquiera de estos factores.

Existe una amplia gama de aleaciones de recubrimiento apropiadas para casi cualquier pieza metálica. Algunas aleaciones son muy duras, otras son más blandas con partículas dispersas de alta resistencia a la abrasión. Ciertas aleaciones están diseñadas para llevar una pieza hasta una dimensión determinada, mientras que otras están diseñadas para obtener una capa antidesgaste que proteja la superficie de trabajo.

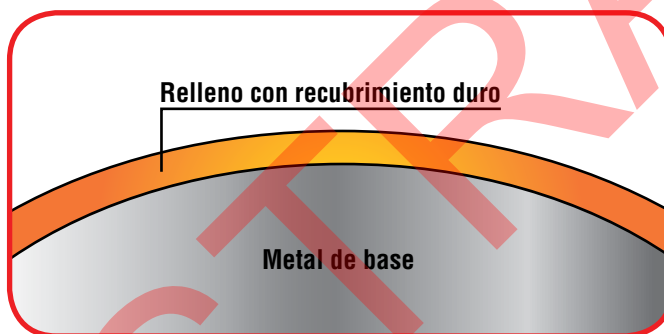


Figura 1 – La reconstrucción mediante relleno puede ser utilizada para devolverle a las piezas sus dimensiones originales.

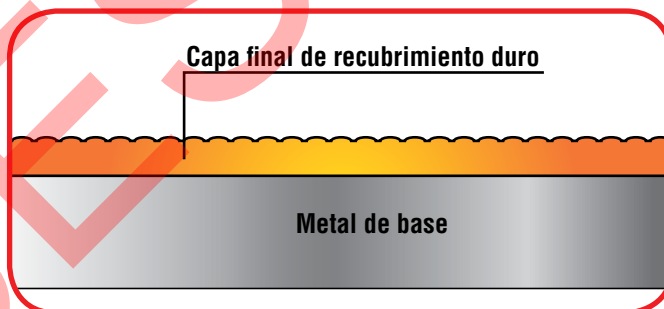


Figura 2 – La capa de recubrimiento duro puede ser utilizada para dar a las piezas mayor resistencia al desgaste.

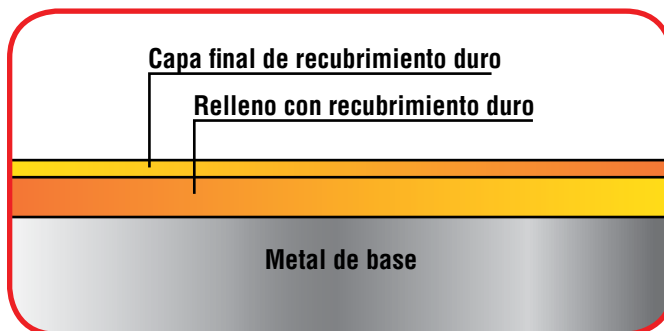


Figura 3 – La capa de recubrimiento duro y el relleno pueden ser utilizados de manera conjunta para reconstruir piezas a sus dimensiones originales y darles mayor resistencia al desgaste.

## Motivos para la aplicación de un recubrimiento duro

### Las compañías utilizan productos para recubrimiento duro por los motivos siguientes:

- Costos reducidos – La aplicación de un material de recubrimiento a una pieza metálica desgastada, para proporcionarle una condición similar a la de una pieza nueva, constituye por lo general entre un 25 - 75% del costo de un repuesto nuevo.
- Prolongar la vida útil del equipo – El recubrimiento extiende la vida útil de una pieza entre un 30 y un 300%, en comparación a una pieza no revestida.
- Menor pérdida de inactividad – Gracias a la mayor duración de las piezas, se requiere menos interrupciones en el trabajo para reemplazarlas.
- Menor inventario de repuestos – No hay necesidad de mantener un gran inventario de repuestos cuando existe la alternativa de reconstruir las piezas devolviéndoles sus dimensiones originales.

## Usos del recubrimiento duro

### Hay dos áreas básicas en las que se utiliza el recubrimiento duro:

- **Reconstrucción de piezas metálicas desgastadas devolviéndoles sus dimensiones originales.**

Esto se logra mediante la aplicación solo de capas de relleno o bien de relleno y de recubrimiento antidesgaste. En ambos casos, las propiedades de la pieza reconstruida son generalmente superiores a las de la pieza original. Por otro lado las piezas metálicas que permanecen en buen estado pueden volver a ser recuperadas una y otra vez, si se siguen los procedimientos adecuados.

- **Protección contra el desgaste de piezas metálicas nuevas.**

La capa de recubrimiento antidesgaste, se utiliza tanto en piezas nuevas como también en usadas, en aquellas zonas donde las piezas son más susceptibles de desgaste. La capa final de alta aleación ofrece una resistencia superior al desgaste en comparación con la resistencia del material base original. Esto a menudo duplica o triplica la vida útil del componente en relación a una pieza que no ha sido recubierta. En algunos casos el recubrimiento puede aumentar el valor del equipo, pero esto se compensa empleando materiales base de menor costo.

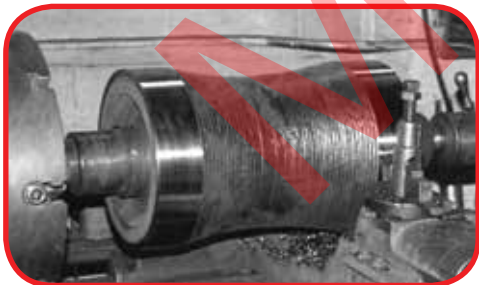


Figura 4 – RELLENO: reconstrucción de rodillo para laminación de acero a su dimensión original. En la ilustración está siendo mecanizado antes de volver al servicio.



Figura 5 – RELLENO: extremo de riel desgastado, reconstruido por encima de sus dimensiones originales. Será rectificado antes de volver al servicio.



Figura 6 – RECUBRIMIENTO: labio de balde con recubrimiento duro como mantenimiento preventivo.



Figura 7 – RECUBRIMIENTO: reemplazo de diente de cuchara de excavadora de arrastre con recubrimiento duro como equipo nuevo.