Foto www.af.mil

Soldadura G.M.A.W - MIG/MAG

Un proceso rápido, limpio y versátil

Carolina Llano Uribe
Periodista Metal Actual

Utilizada para unir cualquier metal, no salpica, ni produce escoria.

El MIG/MAG se ha convertido en uno de los principales métodos de soldeo en el mundo, se encuentra altamente posicionado en la industria metalmecánica gracias a que incrementa la productividad, mejora la presentación de los cordones de soldadura, produce menos escoria y cumple con las medidas para la protección ambiental.

La soldadura G.M.A.W - MIG/MAG, es el proceso más popular y difundido en la industria, puede utilizarse con todos los metales comerciales importantes, como los aceros al carbono y de aleación, inoxidables, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio.

Casi todos los tipos de hierro y acero pueden unirse con MIG/MAG, incluso el hierro libre de carbono y los aceros al bajo carbono y baja aleación, los aceros de alta resistencia enfriados por inmersión y templados, los hierros y aceros cromados o niquelados, y algunos de los aceros llamados de superaleación. Esta técnica tiene enormes ventajas, ya que es de fácil aplicación, no salpica en exceso y produce soldaduras de calidad, además los consumibles se pueden encontrar en casi todas las ferreterías o distribuidores especializados.

Sin embargo, a pesar de ser un excelente método aplicado mundialmente, parte del sector desconoce todas sus características y propiedades, de hecho algunos soldadores comenten errores de fácil corrección, e incluso hay una confusión generalizada respecto al nombre; falsamente la industria conoce esta soldadura como MIG, pero la verdad, este sistema sólo es una de las dos formas de aplicar el proceso.

En función de aclarar el tema y aportar elementos útiles para la industria, **Metal Actual** habló con la ingeniera Marcela De Plaza, experta en procesos de soldadura y quien trabaja para la compañía West Arco. En la entrevista, De Plaza explicó de forma detallada la teoría, las ventajas y limitaciones del método MIG/MAG, también hizo algunas recomendaciones para obtener mejores resultados.

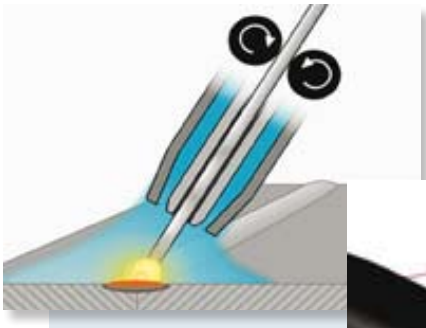


Foto: www.weldguru.com

A diferencia de otros tipos de soldadura en MIG/MAG, como la de electrodo revestido, el consumible es alimentado automáticamente por el equipo.

Soldadura Eléctrica, Protegida con Gas

En la década de 1940 nació el proceso de soldadura por arco con protección gaseosa y electrodo consumible de aporte continuo y automático, denominado G.M.A.W, por su nombre en inglés: *Gas Metal Arc Welding*. Básicamente es una técnica para el soldeo de dos o más metales mediante fusión por calor, generada por un arco eléctrico y protegida del ambiente con gas. Según la clase del gas empleado, se diferencia entre soldadura MIG (*Metal Inert Gas*), si utiliza gas inerte, y soldadura MAG (*Metal Active Gas*), si utiliza un gas activo.

Los gases inertes utilizados como protección suelen ser argón (Ar), helio (He) o mezclas de ambos, (Ar+He); los gases activos son mezclas con base en dióxido de carbono (CO_2). En ambos casos, el electrodo, una varilla o alambre de núcleo compatible con el metal que se va a soldar, se funde para rellenar la unión.

En las dos técnicas, el gas sirve como una barrera que protege el arco del aire, principal causante de oxidación, la diferencia es que en MIG no reacciona con el metal ni influye en las propiedades del fundido, además por ser inerte es más estable, la soldadura tiene una menor penetración, mejor acabado, no causa deformaciones en las piezas delgadas y es especial para trabajos en materiales delicados. Se utiliza en la reparación de ejes, fabricación de tanques, carrocerías, rines de automóviles, embarcaciones y aeronaves.

Por su parte, la aplicación MAG, que utiliza gas activo CO_2, genera mayor penetración de la soldadura, mejora las propiedades físicas de la unión y aumenta su resistencia al impacto, corrosión y cambios de temperatura. Sin embargo, la naturaleza activa del gas, produce cordones de soldadura más abultados e incrementa las salpicaduras. Por ello, las compañías fabricantes han optado por estabilizar el C_{02}, mezclándolo con porcentajes de hasta 25 por ciento de argón y/o helio y así, mejorar la presentación del cordón, la calidad de los acabados y reducir al mínimo el chisporroteo y el exceso de humos. Se usa para soldar construcciones, lámina gruesa y delgada, fabricación de puertas y ornamentación en general.

Gracias a sus dos formas de aplicación, la técnica G.M.A.W se ha convertido en un proceso versátil, que permite soldar desde los espesores más finos hasta los más gruesos (a partir de 0.03mm) tanto en metales ferrosos como no ferrosos; específicamente el sistema MIG se emplea para unir piezas delgadas de aluminio, cobre, magnesio, inoxidables y titanio, mientras el MAG es ideal para la mayoría de aceros y hierros al carbono y bajo carbono, en todas las dimensiones.

En Colombia, la industria al utilizar una soldadura con protección de gas, no discrimina si es activo o inerte y les denomina por igual MIG, pero generalmente los soldadores utilizan el proceso MAG, con gas activo CO_2, ya que prolifera el trabajo con aceros. Esta confusión quizás se debe a que originalmente el sistema G.M.A.W fue empleado exclusivamente con gases inertes, en aluminios y para espesores delgados, pero debido a la alta demanda y oferta del acero y el elevado precio de los gases inertes –en promedio 60 por ciento más que uno activo–, la tendencia cambio.

Esencialmente Semiautomática

El proceso G.M.A.W - MIG/MAG es una soldadura semiautomática que usa una pistola manual, en la cual el equipo alimenta el electrodo en forma continua. En este proceso, el soldador simplemente debe obturar y manejar la pistola durante el soldeo, mientras el equipo alimenta el alambre de aporte automáticamente, a diferencia de los procesos manuales, como el SMAW (electrodo revestido), en el que el operario tiene que recargar la pistola con una nueva varilla, cada vez que es necesario, hasta terminar el trabajo.

Con los nuevos desarrollos en automatización y robótica el proceso se ha perfeccionado y actualmente puede aplicarse de tres formas:

- *Semiautomática:* es la aplicación más común, en la que algunos parámetros previamente ajustados por el soldador, como el voltaje y el amperaje, son regulados de forma automática y constante por el equipo, pero es el operario quien realiza el arrastre de la pistola manualmente.

El voltaje, es decir la tensión que ejerce la energía sobre el electrodo y la pieza, resulta determinante en el proceso: a mayor voltaje, mayor es la penetración de la soldadura. Por otro lado, el amperaje (potencia de la corriente), controla la velocidad de salida del electrodo. Así, con más potencia crece la velocidad de alimentación del material de aporte, se generan cordones más gruesos y es posible rellenar uniones grandes. Con MIG/MAG, las corrientes de soldadura varían desde unos 50 hasta 600 amperios. Normalmente se trabaja con polaridad positiva, es decir, la pieza al negativo y el alambre al positivo.

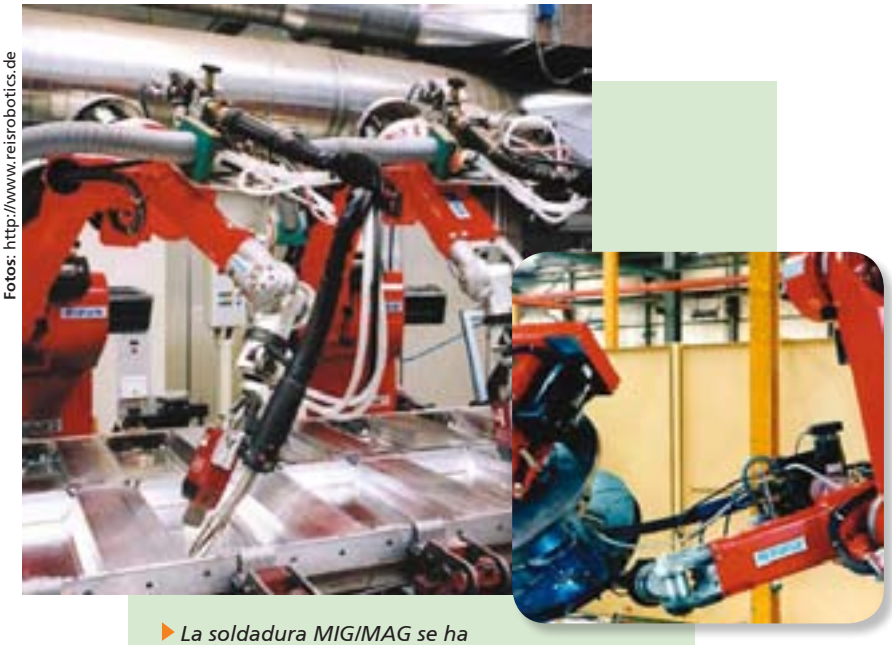
El voltaje constante mantiene la estabilidad del arco eléctrico, pero es importante que el soldador evite los movimientos bruscos oscilantes y utilice la pistola a una distancia de ± 7 mm sobre la pieza de trabajo.

- *Automática:* al igual que en el proceso semiautomático, en este, la tensión y la potencia se ajustan previamente a los valores requeridos para cada trabajo y son regulados por el equipo, pero es una boquilla automatizada la que aplica la soldadura. Generalmente, el operario interviene muy poco en el proceso, bien sea para corregir, reajustar los parámetros, mover la pieza o cambiarla de un lugar a otro.

- *Robotizada:* este proceso es utilizado a escala industrial. Todos los parámetros y las coordenadas de localización de la unión que se va a soldar se programan mediante una unidad CNC. En las aplicaciones robotizadas, un brazo mecánico puede soldar toda una pieza, transportarla y realizar los acabados automáticamente, sin necesidad de la intervención del operario.

Además de usar gases inertes y activos de protección, el metal del electrodo, que se encuentra en carretes de hasta 300 metros, suele estar recubierto de mezclas desoxidantes para evitar la oxidación del metal fundido, tales como: rutilo, celulosa o polvo de hierro. Es importante, tener en cuenta la dimensión del alambre para ajustar la potencia del equipo. (*Ver tabla de amperajes recomendados según el alambre para soldar*).

Fotos: http://www.reisrobotics.de



La soldadura MIG/MAG se ha convertido en uno de los principales procesos de soldeo no sólo por su calidad y velocidad, sino también gracias a la posibilidad de automatizarlo y robotizarlo.

Amperajes recomendados según el diámetro de los alambres para soldar MIG/MAG

Dimensión	Amperaje recomendado
0.76mm (0.030”)	60 – 160 A
0.90mm (0.035”)	80 – 220 A
1.02mm (0.040”)	90 – 280 A
1.14mm (0.045”)	100 – 340 A
1.6mm (0.62”)	250 – 500 A

Como en todos los procesos con arco, el consumible para la unión de las partes se puede depositar en varias capas de soldadura, y particularmente en el G.M.A.W - MIG/MAG, puede transferirse con tres métodos: cortocircuito, globular y spray (atomización).

- *Transferencia por corto circuito:* este sistema es el más utilizado en la aplicación MAG. El metal se deposita en forma de gotitas individuales, entre 50 y 200 por segundo, cuando la punta del electrodo toca el metal fundido de soldadura y hace cortocircuito. Se usan corrientes y tensiones bajas, los gases son ricos en dióxido de carbono y los electrodos son de alambre de diámetro pequeño. Debido a sus características de bajo aporte de calor, el método produce pequeñas zonas de soldadura fundida de enfriamiento rápido, que lo hacen ideal para soldar en todas las posiciones. La transferencia de corto circuito es también especialmente adaptable a la soldadura de láminas metálicas con un mínimo de distorsión y para llenar vacíos o partes más ajustadas con una tendencia menor al sobrecalentamiento de la pieza que se está soldando.

- *Transferencia globular:* es un método intermedio, se usa frecuentemente en la aplicación MAG y algunas veces en MIG. El metal se transfiere en gotas de gran tamaño y ocurre por gravedad cuando el peso de éstas excede la tensión superficial. Se usan gases ricos en dióxido de carbono y argón, produce altas corrientes que posibilitan mayor penetración de la soldadura y mayores velocidades que las que se alcanzan con la transferencia por corto circuito y spray. También, se producen bastantes salpicaduras y por ello no es recomendable soldar sobrecabeza, debe ejecutarse en posición horizontal. Las piezas más pesadas se suelen unir por medio de este método.

- *Transferencia spray (atomización):* es el método clásico utilizado en la aplicación MIG. El metal de aporte es transportado a alta velocidad en partículas muy finas a través del arco, entre 500 y 2.000 por segundo. La fuerza electromagnética es alta, lo que permite atomizar las gotas desde la punta del electrodo en forma lineal hacia el área de soldadura. Se puede soldar a altas temperaturas, adicionalmente es preciso usar corriente continua y electrodo positivo para garantizar que las gotas se formen y se suelten a razón de centenares por segundo. El gas de protección es argón o una mezcla rica en argón.

Ventajas y Limitaciones

La soldadura G.M.A.W - MIG/MAG, cuenta con grandes ventajas frente a otros procesos de soldeo, entre las que se destacan:

- Es la soldadura más limpia en la industria, no produce escoria, simplemente un polvillo de óxido que es muy fácil de retirar después del trabajo. La presentación es excelente y genera menos salpicaduras que otros sistemas, como el electrodo revestido.

- Algunos soldadores consideran que este proceso proporciona menores resistencias, por los diámetros pequeños del fundido, pero la verdad es que cumple todas las especificaciones técnicas para que la soldadura resista tensiones iguales o mayores que cualquier otra. Todo depende del alambre que se elija, y para ello la Asociación Americana de Soldadores (AWS) avala y clasifica diversos tipos de alambres para todos los trabajos, capaces de resistir hasta 80.000 lbs/pulg^2.

- Otra ventaja es la gran velocidad de soldadura, ya que la aportación se realiza mediante un alambre continúo y no es necesario interrumpir el proceso para cambiar el electrodo, lo que mejora la productividad.

- Soldadura con bordes más cerrados y acceso a puntos difíciles en diferentes posiciones. También permite reducir el espesor del cordón en relación con otros procedimientos de soldeo, lo que representa un ahorro de material de aporte, tiempo de soldadura y deformación de las piezas.

- Es especial para la producción en serie, ya que por su eficiencia reduce significativa del costo total de la operación de soldadura, el desperdicio de material y simplifica las operaciones de limpieza.

- Obtención de uniones menos sensibles a la corrosión, debido a que al gas protector impide el contacto entre la atmósfera y el charco de fusión.

- Se puede trabajar en todas las posiciones independiente de la forma en que se realice el proceso, sin embargo, depende de la habilidad del soldador y el tipo de transferencia que se emplee, ya que para lograr la transferencia spray y globular, por ejemplo, se recomienda trabajar en posición plana.

- Capacidad de ser usada para soldar la mayor parte de los metales industriales como el aluminio, magnesio, aceros al carbón, aceros inoxidables, cobre, níquel, titanio y otros.

Foto: www.makinamuhendisi.com

Foto: www.centros.pntic.mec.es

Una de las limitaciones de la soldadura MIG/MAG es que no es posible utilizarla al aire libre, pues el ambiente afecta la protección del gas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que este proceso requiere más inversión que otros y no es recomendable para montajes al aire libre, ya que las corrientes de aire afectan la protección gaseosa, además, los equipos no son portátiles.

Es una soldadura multipropósito, pero por la variedad de consumibles que se requieren y el alto costo de los equipos, la inversión es mayor, por ello la eficiencia y productividad benefician, especialmente, la producción en serie.

Los precios de los equipos varían de acuerdo a su capacidad en amperios y a su capacidad de trabajo o 'Ciclo de Trabajo'. En Colombia pueden encontrarse máquinas entre los 10 y los 25 millones de pesos.

Por esto, las compañías deben ser conscientes que los procesos se van ajustando a las necesidades de cada empresa, por lo que la inversión en equipos, gases y consumibles se debe estudiar muy bien. Por ejemplo, en el momento de seleccionar un equipo de soldadura es importante tener en cuenta la relación costo beneficio, tener claro cuál es el uso que tendrá la máquina, cuáles son los resultados que se buscan y las ventajas sobre otros equipos, ya que esto debe estar directamente relacionado con procesos productivos en serie o en donde los niveles de producción justifiquen los gastos.

Consejos Útiles para Soldar con MIG/MAG

Para la ingeniera Marcela De Plaza, lo más importante es que las industrias califiquen los procedimientos de soldadura y los soldadores, para que de acuerdo con el producto que fabrican, se rijan bajo estándares y normas internacionales: "es un grave error no tener los procesos calificados, pues la única manera de verificar que el trabajo se hace adecuadamente, es hacer un seguimiento constante al desempeño del operario. En soldadura no hay nada escrito, la experiencia y capacidad del soldador hacen la diferencia", añadió.

Básicamente, el seguimiento se realiza al recolectar información de la productividad, calidad y el rendimiento del soldador. De Plaza, explicó que, en muchos casos, los operarios omiten las recomendaciones respecto al amperaje y/o voltaje adecuados para cada trabajo, desperdician energía, sobre esfuerzan el equipo y consumen excesivamente el eléctrodo de aporte.

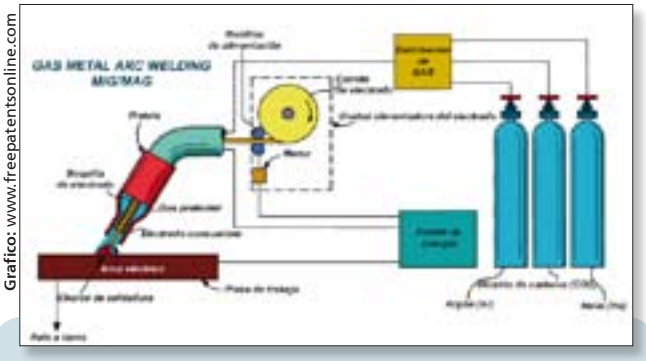


Grafico: www.freepatentsonline.com

Equipos MIG/MAG

- La fuente de potencia eléctrica que se encarga de suministrar la suficiente energía para poder fundir el electrodo en la pieza de trabajo. Son de tipo DC (corriente directa) con característica de salida de Voltaje Constante (CV).
- El Alimentador de alambre es el mecanismo que permite que el alambre llegue continuamente a través de la pistola hasta la zona donde se produce el arco de soldadura con la ayuda de un motor y unas ruedas impulsoras llamadas rodillos de alimentación. Los alimentadores pueden ser de Velocidad Constante o Sensores de Voltaje de Arco (Velocidad Variable).
- La pistola de soldadura, que se encarga de dirigir el electrodo de alambre, el gas protector y la corriente hacia la zona de soldadura. Pueden tener refrigeración natural (por aire) o refrigeración forzada (mediante agua). Algunas pistolas llevan incorporado un sistema de tracción constituido por unos pequeños rodillos que tiran del alambre, ayudando al sistema de alimentación. Otras, no disponen de este mecanismo de tracción, limitándose a recibir el alambre que viene empujado desde la unidad de alimentación. Las pistolas con sistema de tracción incorporado son adecuadas cuando se trabaja con alambres de pequeño diámetro o con materiales blandos como el aluminio y el magnesio.
- El cilindro de gas con regulador, contiene el gas a alta presión y esta provisto de un regulador que permite medir el flujo gaseoso. Es útil para la adecuada protección del charco de soldadura.

Así las cosas, al controlar y estandarizar las variables de cada proceso se unifica el trabajo industrial, no importa el número de soldadores que laboren en una fábrica, ellos siempre soldarán de la misma forma, con igual calidad y rendimiento.

Otro grave error, muy común al soldar con MIG/MAG, es no utilizar las herramientas adecuadas para los consumibles. Por ejemplo, es frecuente que el operario olvide cambiar las boquillas de las pistolas de soldar o los rodillos del alimentador para cada trabajo y después realice una nueva unión con electrodos más gruesos. Cuando un alambre de 0.040mm es utilizado con boquillas de 0.030mm, el menor diámetro del orificio dificulta el paso del electrodo a través la pistola; la máquina puede sufrir sobrecalentamientos, el revestimiento del alambre tiende a desprenderse y desmejora la apariencia y resistencia de la soldadura.

Foto: http://www.harrisweldingsupplies.com

El mercado ofrece centenares de referencias en equipos de soldadura en los que varía su capacidad de trabajo, amperaje y nivel de automatización.

En muchos casos los operarios al notar la deficiente alimentación de la maquina, asumen que la causa es un daño interno del equipo y presentan su queja ante los fabricantes. Sin embargo, la realidad es que, aunque el equipo cuente con la capacidad para arrastrar el electrodo, el atascamiento es por no utilizar la boquilla precisa, según el diámetro de la varilla. Si esto sucede durante periodos largos, se corre el riesgo de fundir el equipo. (*Ver tabla de diámetros adecuados de boquillas y alambres*)

El desprendimiento de los revestimientos de los electrodos no sólo son causa de la fricción en una boquilla más pequeña, también se presenta por el ajuste excesivo de los rodillos del alimentador: cuando se aprietan los rodillos, por los que circula el alambre consumible, de forma exagerada, el alambre sufre ralladuras y se desprende polvillo de cobre que puede taponar o obstruir las partes internas del alimentador y causar graves daños.

Diámetros adecuados para boquilla y alambre según el gas a utilizar

Diámetro de la boquilla	Diámetro del alambre a utilizar Gas CO2	Diámetro del alambre a utilizar Gas argón
0.040	0.030	-
0.045	0.035	-
0.050	0.040	0.030
0.055	-	0.035
0.060	0.045	0.040
0.065	-	0.045
0.75	0.062	-
0.082	-	0.062

Se recomienda limpiar periódicamente las guayas, los rodillos y el interior del alimentador utilizando aire seco a presión para eliminar los residuos y contaminantes y asegurar una adecuada alimentación del alambre.

Por último, De Plaza explicó que la mala manipulación y montaje de los carretes de soldadura constituye el error más común de la industria en el soldeo con MIG/MAG. Así que tenga en cuenta:

- No deseche el papel que cubre y protege el carrete del alambre, pues éste sirve para evitar el proceso de oxidación. Manténgalo sobre el alambre cuando el equipo no esté en operación
- Al realizar el montaje del carrete tenga la precaución de cortarlo sujetando fuerte y colocando la mano antes de la herramienta de corte. Si sujeta el extremo final del alambre y hace el corte entre su mano y el carrete, el alambre tenderá a desenrollarse, produciendo enredos al momento de utilizarlo, debido al cruce de espiras.
- Almacene los carretes adecuadamente sobre estibas de madera, no los exponga a la humedad o a golpes.

En conclusión, la soldadura de arco eléctrico con gas protector es un proceso que cabe destacar, que sirve para unir cualquier tipo de metal, no produce salpicaduras ni forma escoria, a su vez, ofrece una velocidad alta de soldeo y cordones de soldadura continuos y resistentes.

Si bien emplea el mismo principio o técnica desde su origen, no es la misma de hace 25 años, el gas protector ha cambiado porque las investigaciones en materia de industria química lo han mejorado para otorgar la mayor eficiencia posible. Así como la industria ha evolucionado, en este caso, la técnica de soldadura MIG/MAG, también lo ha hecho para estar a la vanguardia de las necesidades del usuario.

La decisión de la técnica ha emplear dependerá del material con qué se va a trabajar, de los recursos que se tengan, de la habilidad del operador y de la calidad que su busque tener, es decir, no se puede afirmar que una técnica sea mejor que otra, simplemente intervienen múltiples factores que delimitan la selección óptima del método a utilizar. La eficiencia de cualquier proceso no es exclusiva de las bondades de la técnica, es necesario hacer un seguimiento y avaluar el trabajo.

Fuentes

- **Marcela De Plaza**. Ingeniero de Proyectos, West Arco. **marcela_deplaza@westarco.com**
- http://weldingcutting.com/b4.htm, http://soldadura-mig.blogspot.com/2008/06/la-soldadura-mig.html, http://html.rincondelvago.com/tipos-de-soldadura.html, www.la-soldadura.com/viewtopic.php?t=100, www.sunarc.com/Documents/soldadura%20MIG.pdf

ArcelorMittal
Astralloy®
Steel Products, Inc.

www.astralloymexico.com.mx
Teléfono gratuito: 001 800 010 0741

CRECIENDO PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE NUESTROS CLIENTES

VENTAS
contreras@astralloy.com
Marcela Contreras
Télefax: (57.1) 602.86.48
Célular: 320.339.48.08
Bogotá-Colombia
www.astralloymexico.com.mx

Nuestros Aceros:

- Astralloy V placas y barras.
- Astralloy 8000
- Astralloy 4800
- EB 450
- Roc 500, 450 y 400
- Manganeso - Rolman.
- Bimetálicos placas y tubos - Overlay.
- Polietileno UHMW - Linebacker.
- ASTM 514, ASTM 572, A 588
- Aceros para blindaje.

Fabricaciones y Partes:

- Cuchillas para retroexcavadoras y cargadores frontales.
- Labios de cucharones.
- Dientes y blindaje de cucharones.
- Pernos y bujes de lubricación.
- Parrillas para quebradoras, primarias y secundarias.
- Cucharones para dragas y palas mecánicas.
- Placas de desgaste para tolvas.

ArcelorMittal
Astralloy®
Steel Products, Inc.

1550 Red Hollow Road
Birminghan, Alabama 35217-0974 USA
Tél: (205) 853-0300 ext. 231-247-257
Fax.(205) 520-2200
Holguin@astralloy.com
gaonaa@astralloy.com