

III JORNADAS NACIONALES DE
ACTUALIZACION TECNICA PARA LA INDUSTRIA
DEL TRANSPORTE Y AFINES

***SEMINARIO TÉCNICO DE
ESPECIFICACIONES DE SOLDADURAS***

Ing. Matias Rodriguez ghiso - ESAB ARGENTINA





WE SHAPE THE FUTURE

**AMI® // ARCAIR® // EXATON™ // CONARCO // CONDOR® // GCE® // LOSARC // SOLDEXA // STOODY® // TBI®
THERMAL DYNAMICS® // TWECO® // WESTARCO // VICTOR®**



CAPACITACIÓN

Ing. Matias Rodriguez Ghiso
Asistencia Técnica Argentina 2024

ALCANCE DEL CURSO

- SOLDADURA GMAW
- SOLDADURA SAW
- COSTOS SOLDADURA
- METALURGIA Y SOLDADURA DE ACEROS ESTRUCTURALES
- AUTOMATIZACION ESAB
- SEGURIDAD EN SOLDADURA

matias.rodriguez@esab.com.ar – 1153432271

GMAW



SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO BAJO PROTECCION GASEOSA

GMAW

(Gas Metal Arc Welding)

ANSI/AWS A 3.0

MAG - MIG

(Metal Active Gas)

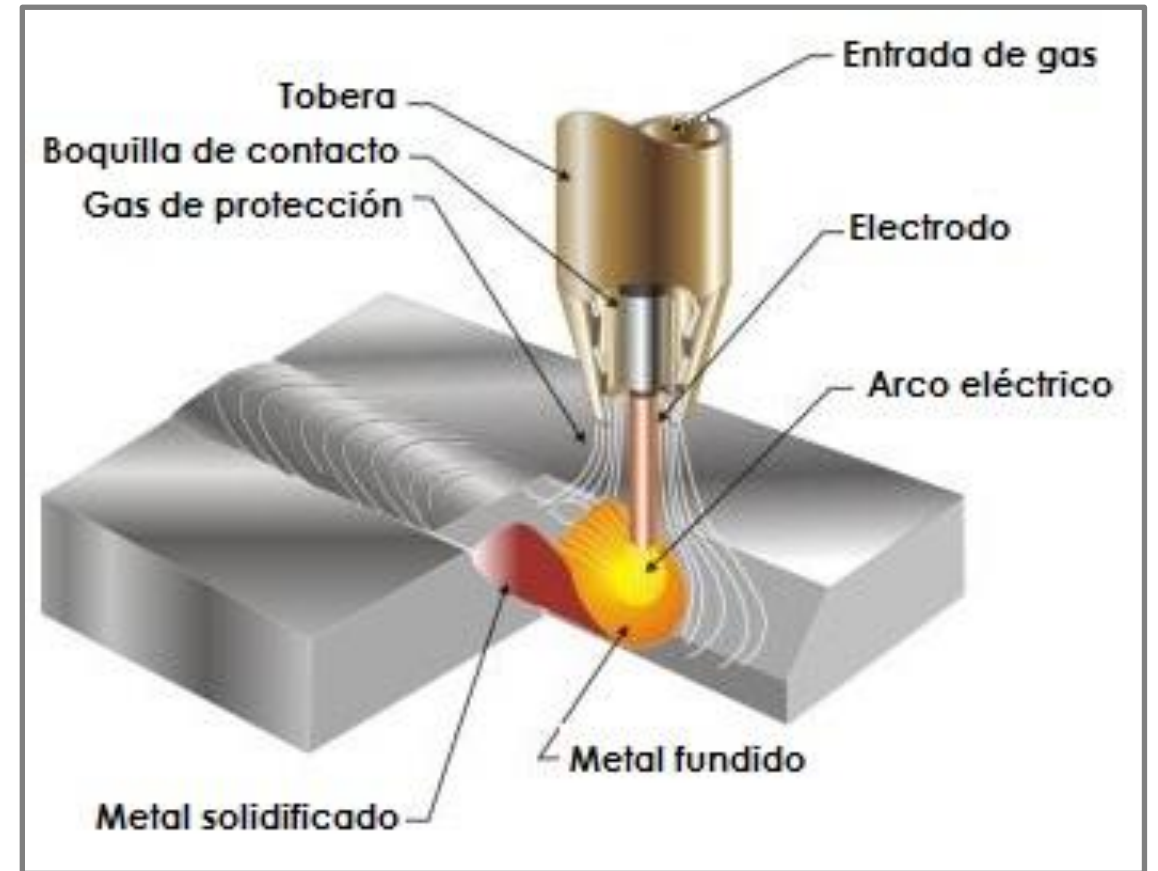
(Metal Inert Gas)



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

PROCESO GMAW (DEFINICIÓN)

En el proceso GMAW la transferencia se realiza a través del arco eléctrico al baño desde un alambre alimentado de forma continua, en una atmosfera de gas protector que cubre al arco eléctrico y el metal fundido a fin de evitar el contacto de este con el aire



matias.rodriguez@esab.com.ar – 1153432271

PROCESO GMAW (COMPOSICIÓN EQUIPO)

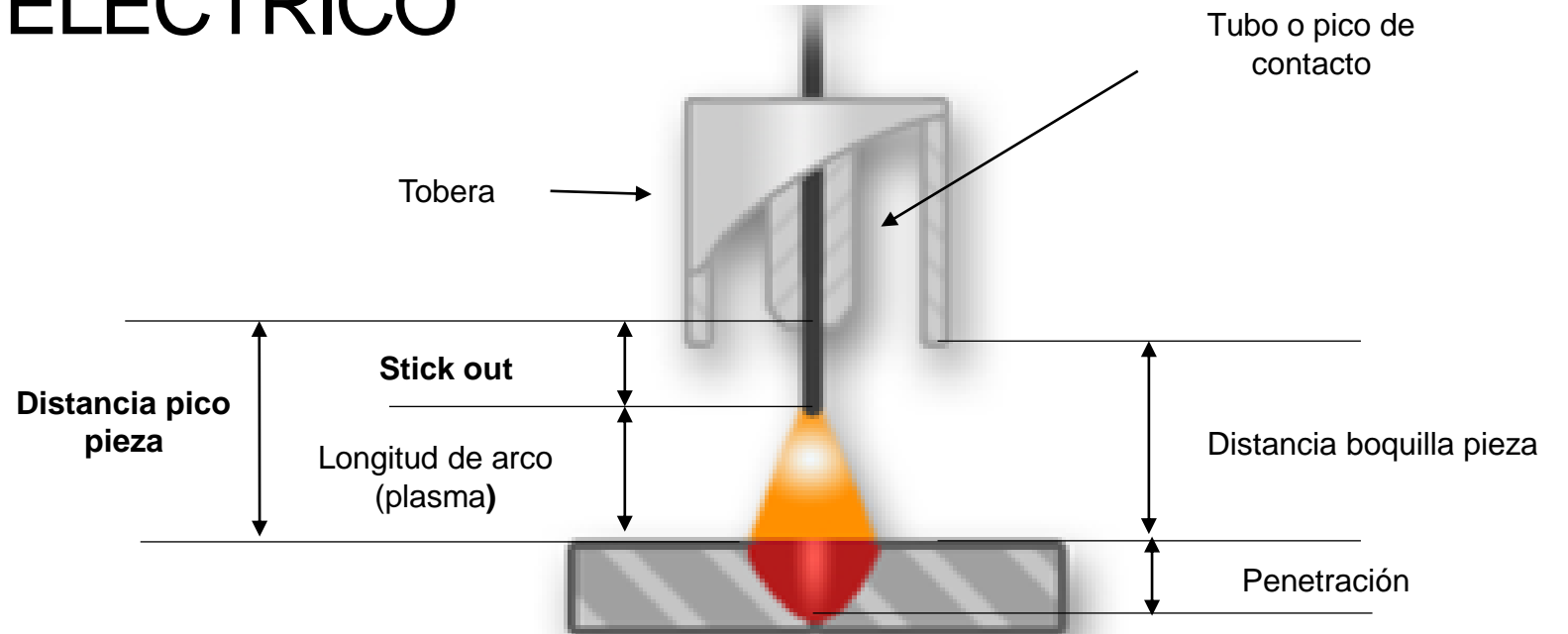


matias.rodriguez@esab.com.ar – 1153432271

PARTES DEL ARCO



PARTES DEL ARCO ELECTRICO



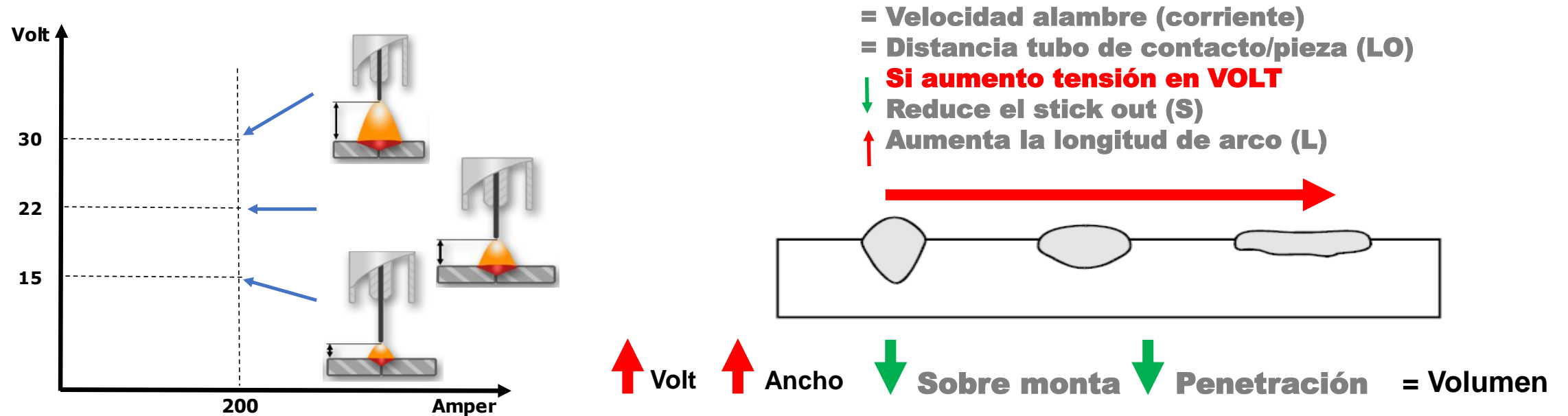
- Se llama Stick Out o Longitud Libre del alambre al tramo del mismo comprendido entre el extremo inferior del tubo de contacto y el arco eléctrico
- Se llama Longitud de Arco o Columna de Arco a la distancia entre la punta del alambre y la pieza

matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

VARIACION DE LA TENSION (VOLT)

- Efecto de variar la tensión de arco (Volt) manteniendo la velocidad de alimentación alambre constante (corriente de soldadura Amper)

Al aumentar la tensión de arco (Volt) aumenta la longitud de arco
La variación de tensión solo modifica la forma del cordón, no quita ni agrega material de aporte

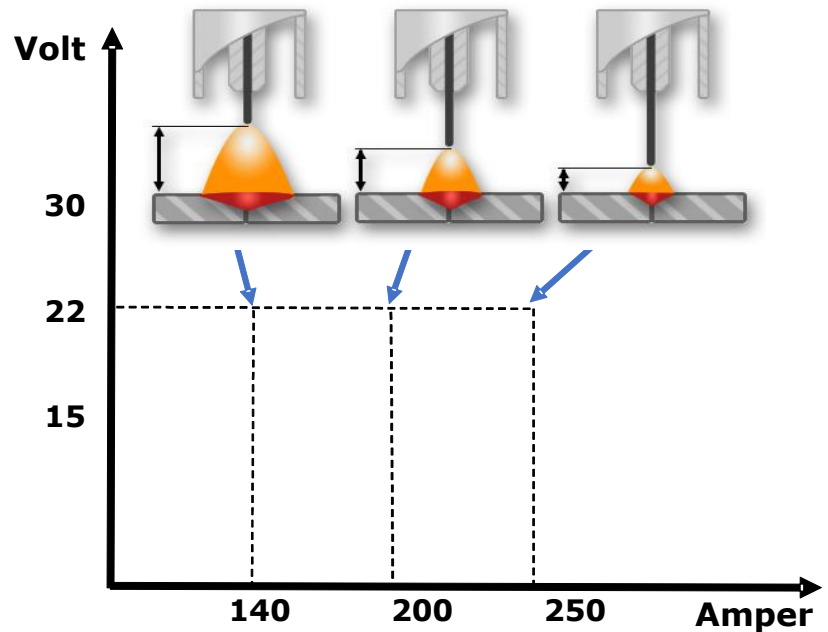


matias.rodriguez@esab.com.ar – 1153432271

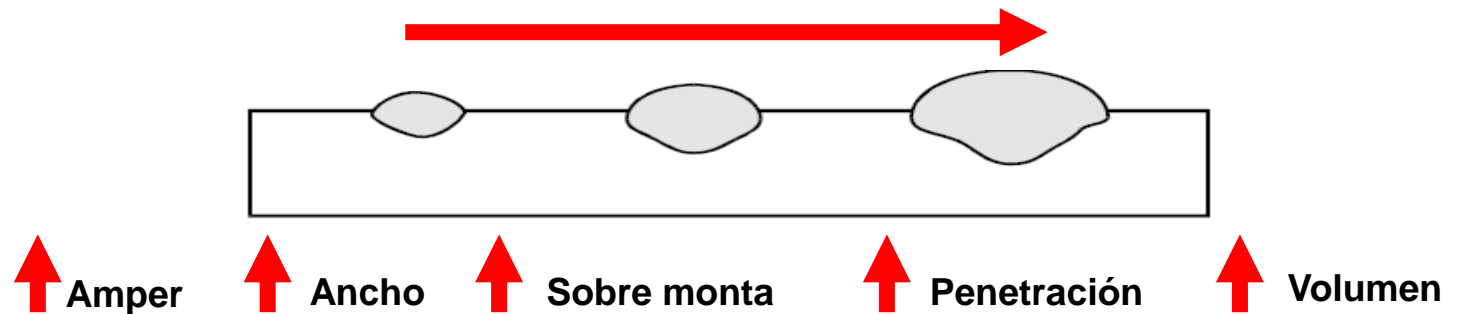
VARIACION VELOCIDAD ALAMBRE (CORRIENTE)

- Efecto de variar la velocidad de alimentación alambre (corriente soldadura Amper) manteniendo constante la tensión de arco (Volt)

Siendo la penetración y el volumen las variables fundamentales controladas por la velocidad de alambre (corriente)

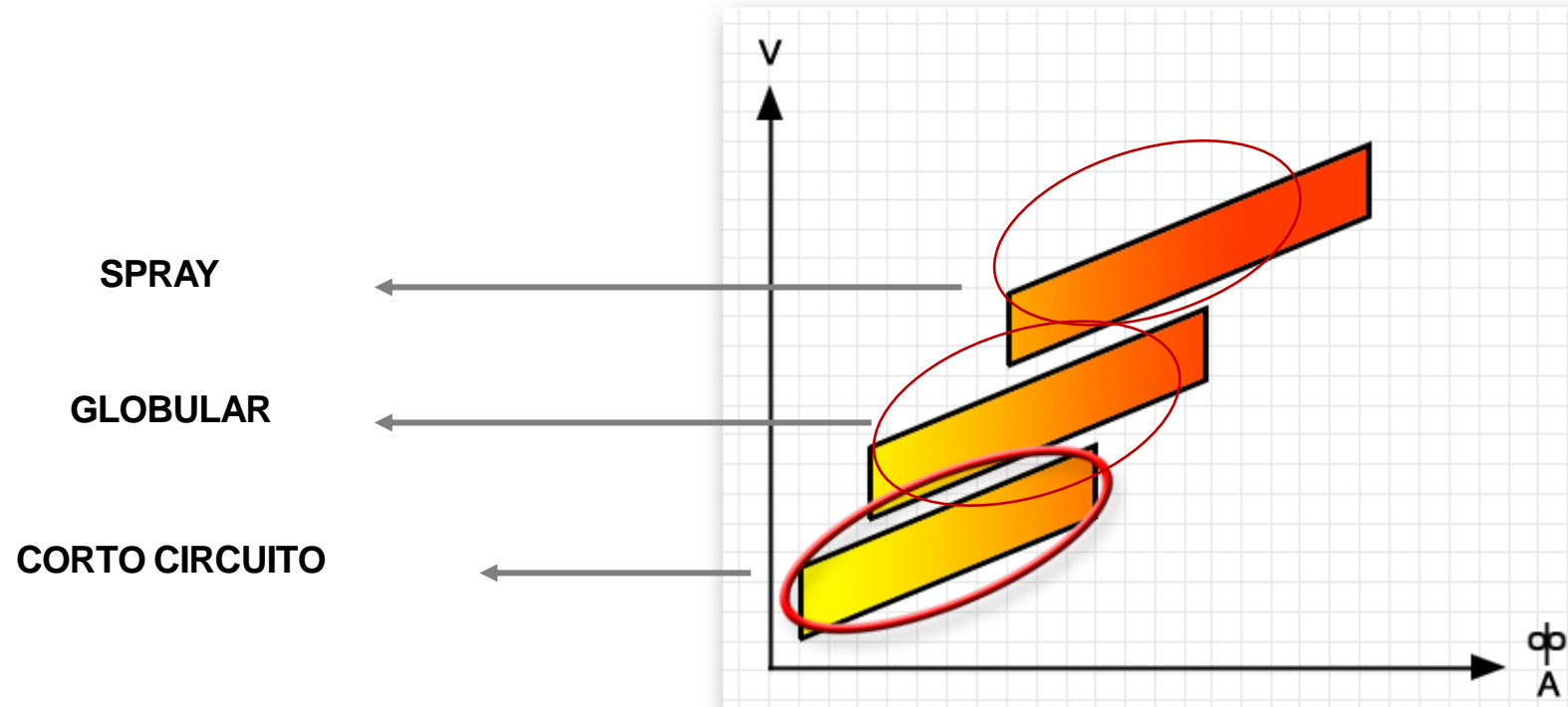


= Tensión de arco (Volt)
= Distancia tubo de contacto/pieza (LO)
Si aumento corriente Amper
↑ Aumenta el stick out (S)
↓ Reduce la longitud de arco (L)



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

MODOS DE TRANSFERENCIAS BÁSICOS



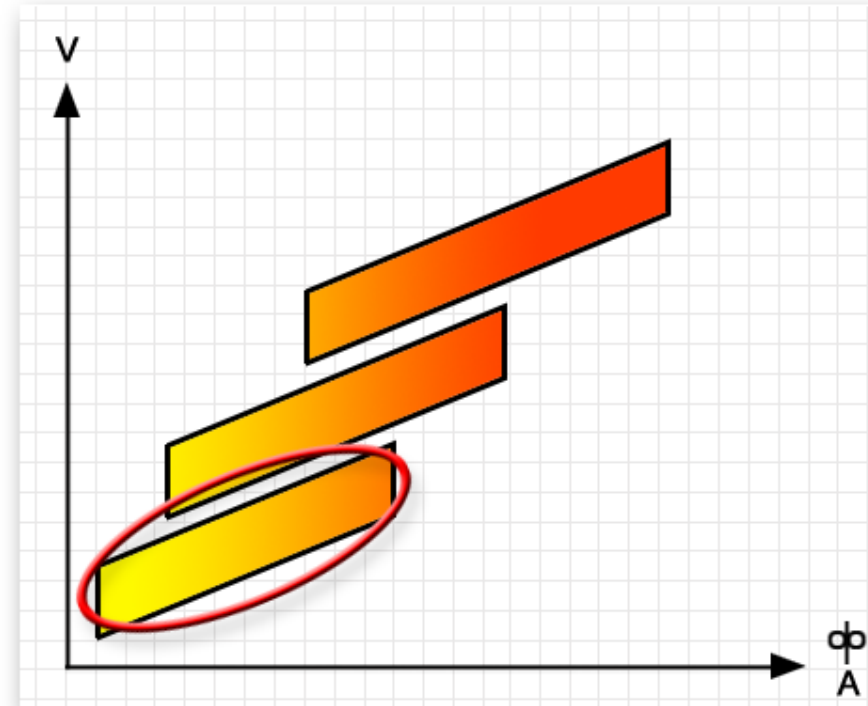
matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

TRANSFERENCIA CORTO CIRCUITO



TRANSFERENCIA CORTO CIRCUITO

- El metal se transfiere a la pieza cuando se produce el contacto entre el alambre y la pieza, se produce una piletilla líquida pequeña que se enfría rápidamente y puede soldar espesores finos en toda posición.
- Se produce en voltajes y corrientes bajas lo que ocasiona un bajo aporte de calor.

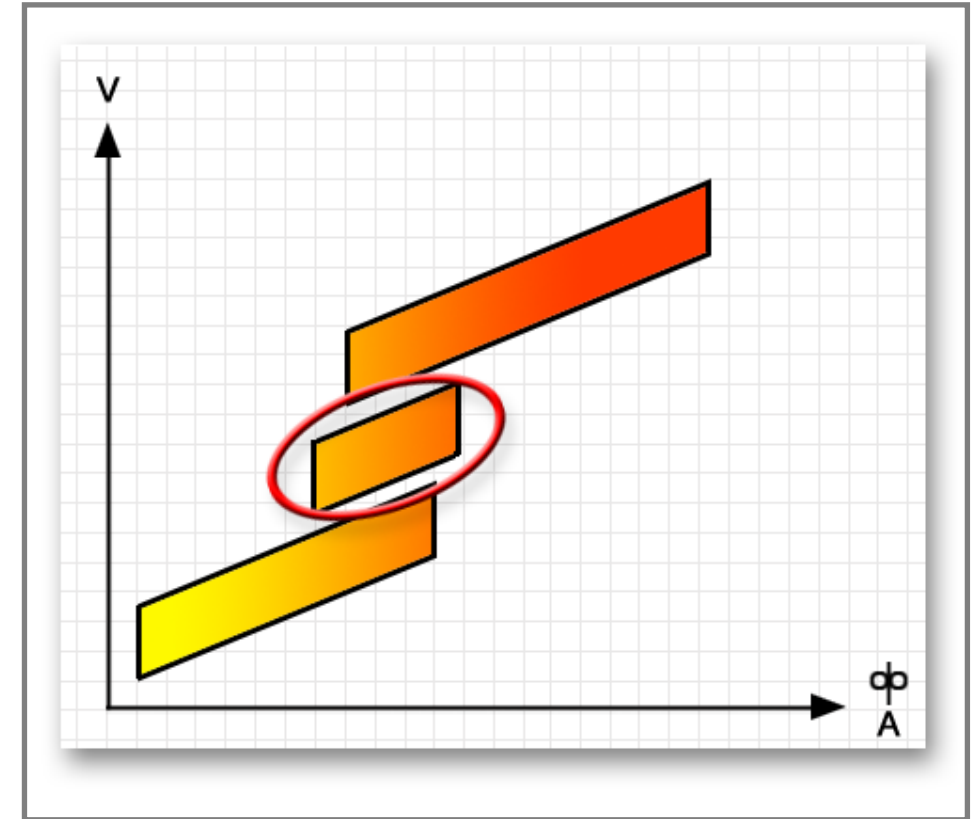


TRANSFERENCIA GLOBULAR



TRANSFERENCIA GLOBULAR

- El tamaño de la gota que se transfiere a la pieza es mayor que el diámetro del alambre.
- Se utiliza con gas de protección CO_2 , sirve solamente para trabajar en posición plana.
- Se utilizan valores más altos de tensión y corriente que para corto-circuito, por lo que genera una mayor penetración pero a la vez mayores salpicaduras.

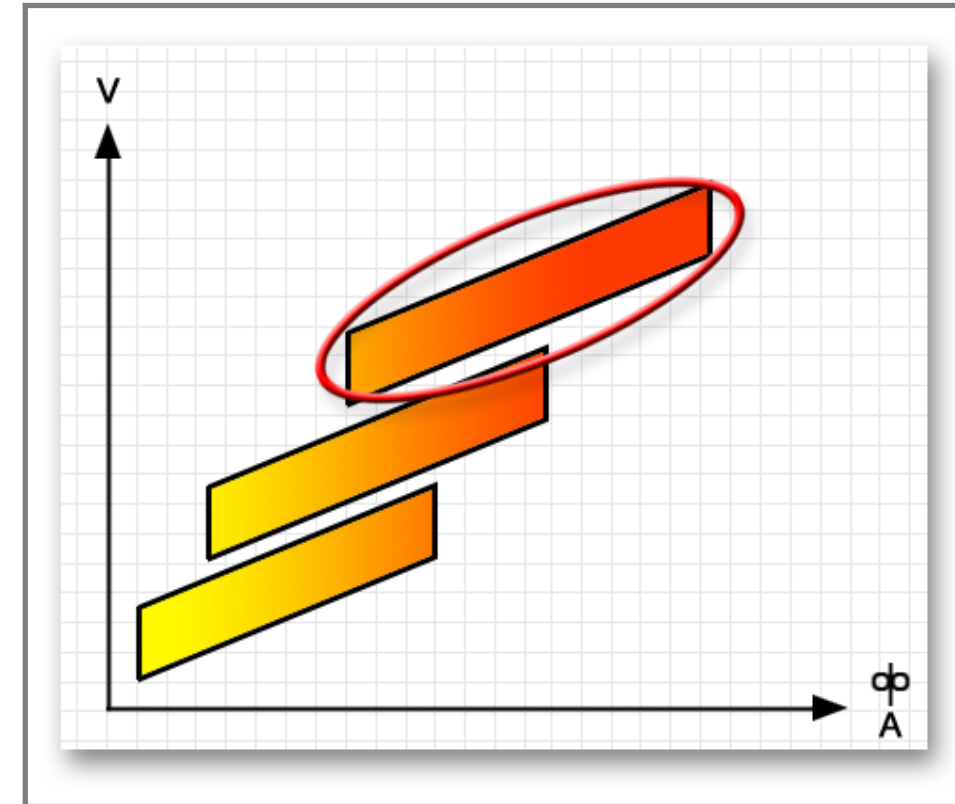


TRANSFERENCIA ROCÍO O SPRAY ARC



TRANSFERENCIA SPRAY

- La transferencia de las gotas se hace a muy altas velocidades y en tamaños muy pequeños, se transfieren entre 100 y 300 gotas de metal por segundos.
- El alambre no llega a tocar la pieza y la piletta líquida es de baja viscosidad, alta fluidez, lo que ocasiona que no se pueda soldar en todas las posiciones.
- Solamente se puede alcanzar con gas Ar o mezclas de Ar-CO₂, con parámetros de tensión y corriente muy elevadas.



SAW



DEFINICIONES

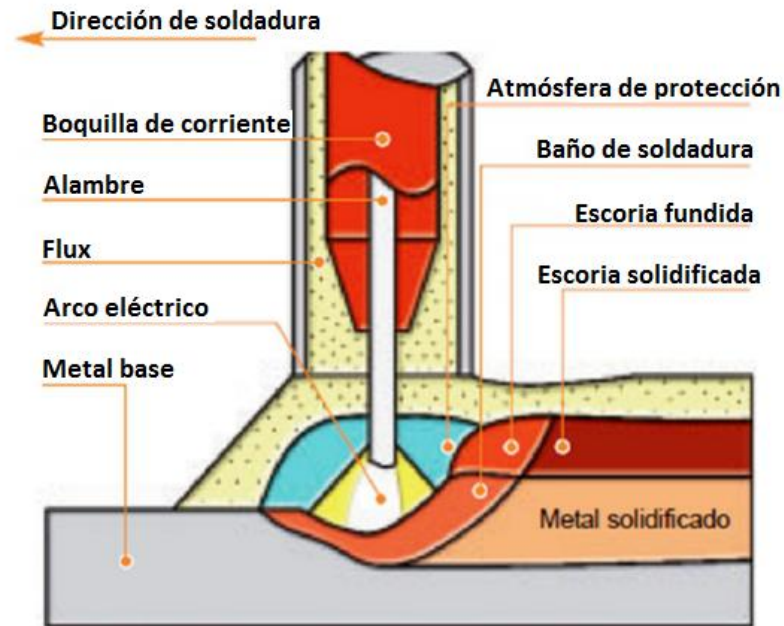
Submerged Arc Welding

Soldadura Arco Sumergido

matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

PROCESO SAW

- Patentado en 1937
- Proceso de soldadura por arco eléctrico con alta deposición de material
- El arco eléctrico y la pileta líquida no son visibles. Permanecen “sumergidos” bajo un fundente.



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

TIPOS DE FUNDENTES

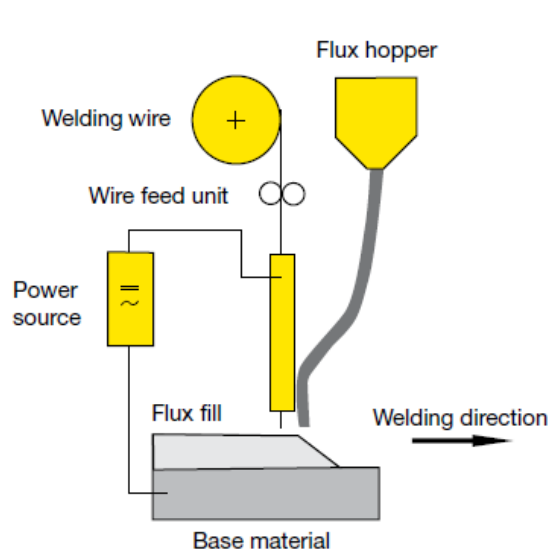
- NEUTROS: no influyen en la composición química del metal depositado.
- ACTIVOS: Contienen aleantes como manganeso para obtener una mayor resistencia a la porosidad y a la fisura causada por contaminantes del metal base.
- ALEADOS: Contienen aleantes como Cromo, Niquel, Manganeso, Cobre para aceros aleados o para generar recargues duros.

COMPARACIÓN DE PROCESOS

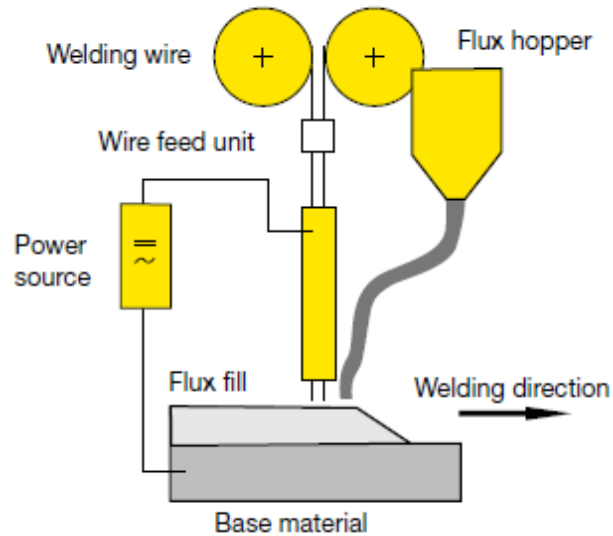
<u>PROCESO</u>	<u>EFICIENCIA DEP. (%)</u>	<u>PROCESO</u>	<u>FAC. OPERACION (%)</u>
☞ SMAW	60 - 70	☞ SMAW	5 - 30
☞ GMAW	90	☞ GMAW	10 - 60
☞ FCAW	79	☞ FCAW	10 - 60
☞ GTAW	95	☞ GTAW	5 - 20
☞ SAW	95	☞ SAW	50 - 100

matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

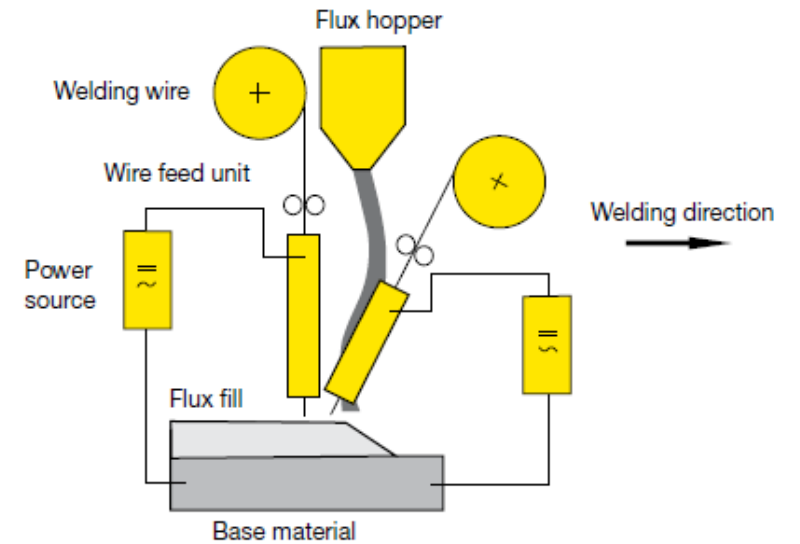
CONFIGURACIONES



Cant. de Alambres	1
Cant. de Fuentes	1
Diám. Alambre	1,6 - 5 mm
Rango Corriente	200 - 1000 A
Tipo de corriente	DC +
Voltaje por alambre	25 - 38 V
Deposición de alambre	hasta 12 kg/h



Cant. de Alambres	2
Cant. de Fuentes	1
Diám. Alambre	1,2 - 3 mm
Rango Corriente	400 - 1200
Tipo de corriente	DC +
Voltaje por alambre	26 - 38 V
Deposición de alambre	hasta 15 kg/h



Cant. de Alambres	2
Cant. de Fuentes	2
Diám. Alambre	3 - 5 mm
Rango Corriente	200 - 1500 - 2400 A
Tipo de corriente	DC + y AC
Voltaje por alambre	25 - 38 V
Deposición de alambre	hasta 25 kg/h

matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

COSTOS EN LA SOLDADURA

MÉTRICAS EN SOLDADURA



FACTOR DE TIEMPO
DE ARCO (%)

=

Tiempo total de arco

Tiempo de trabajo total disponible

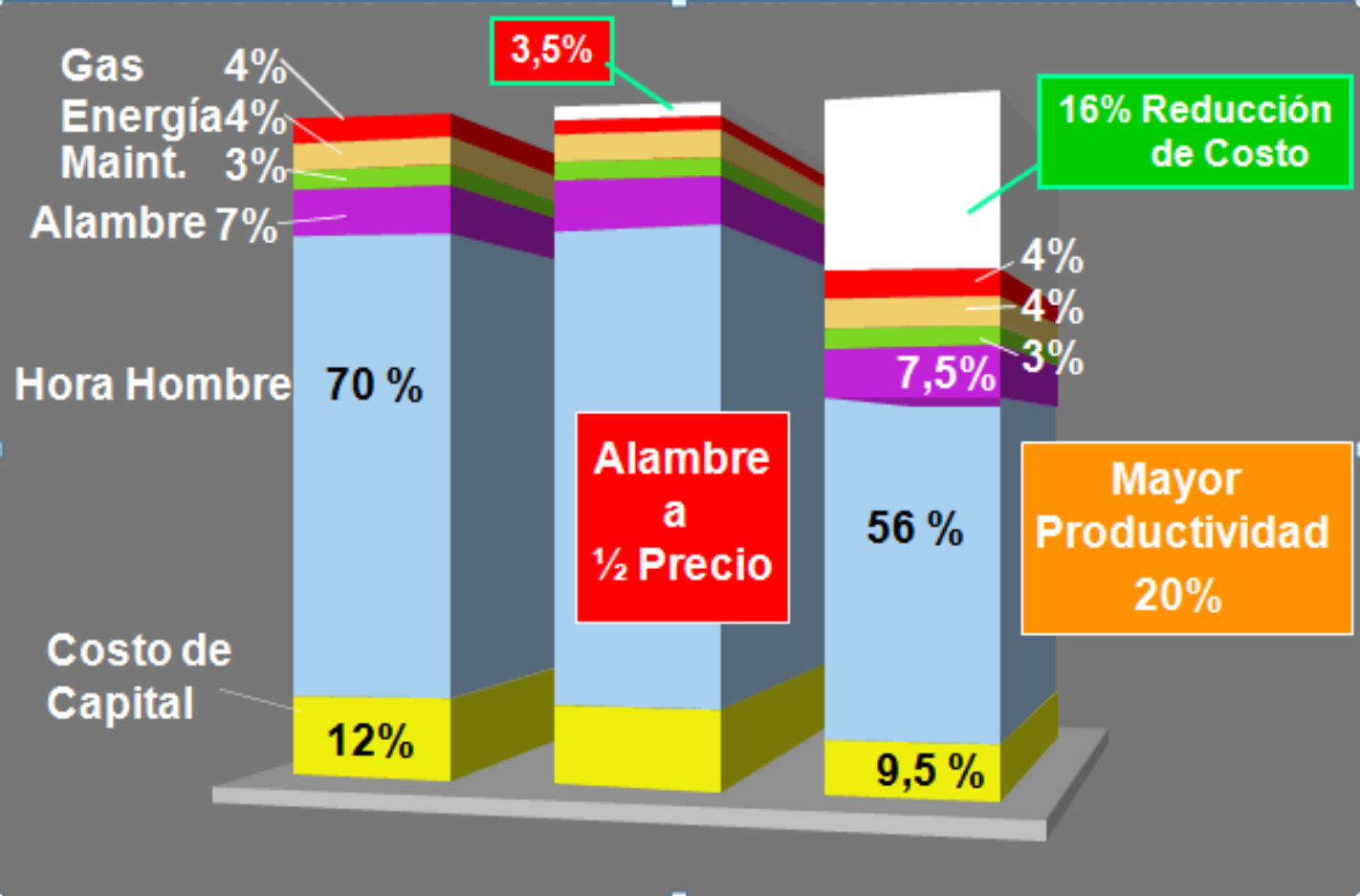
TASA NETA DE
DEPOSICIÓN (kg/h)

=

Metal de soldadura depositado

Tiempo de trabajo total disponible

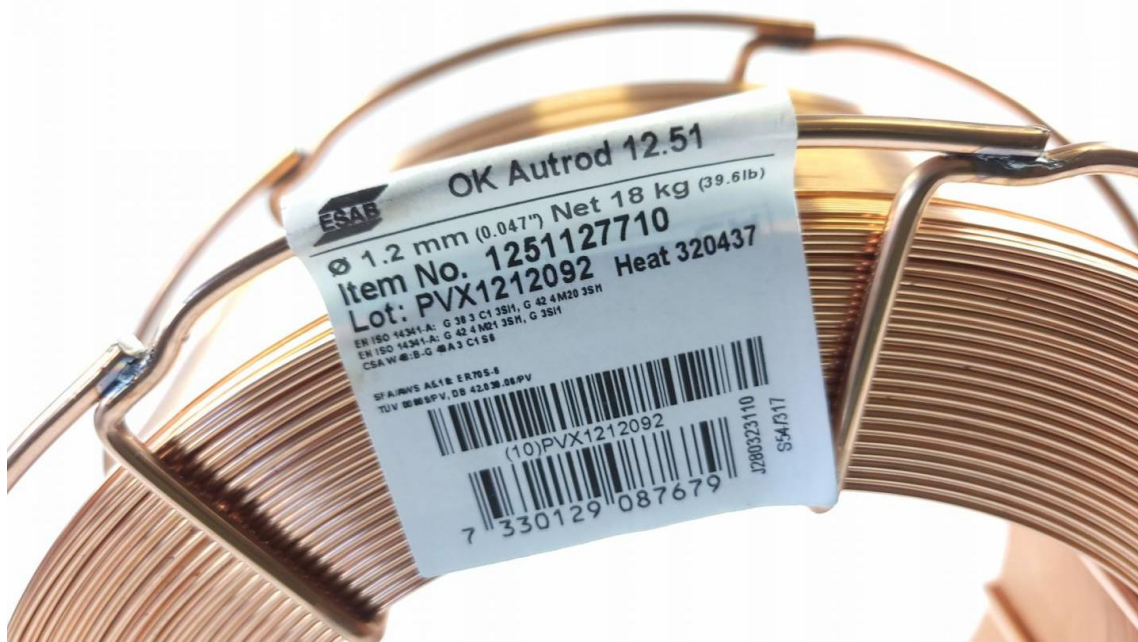
LOS COMPONENTES DEL COSTO



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271



COMPARATIVA COBREADO VS ARISTOROD



■ AWS / ASME SFA 5.18: ER70S-6 / EN 440: G3Si1



■ AWS / ASME SFA 5.18: ER70S-6 / EN 440: G3Si1

matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271



Automotriz

OK Autrod 12.51 1,2 mm

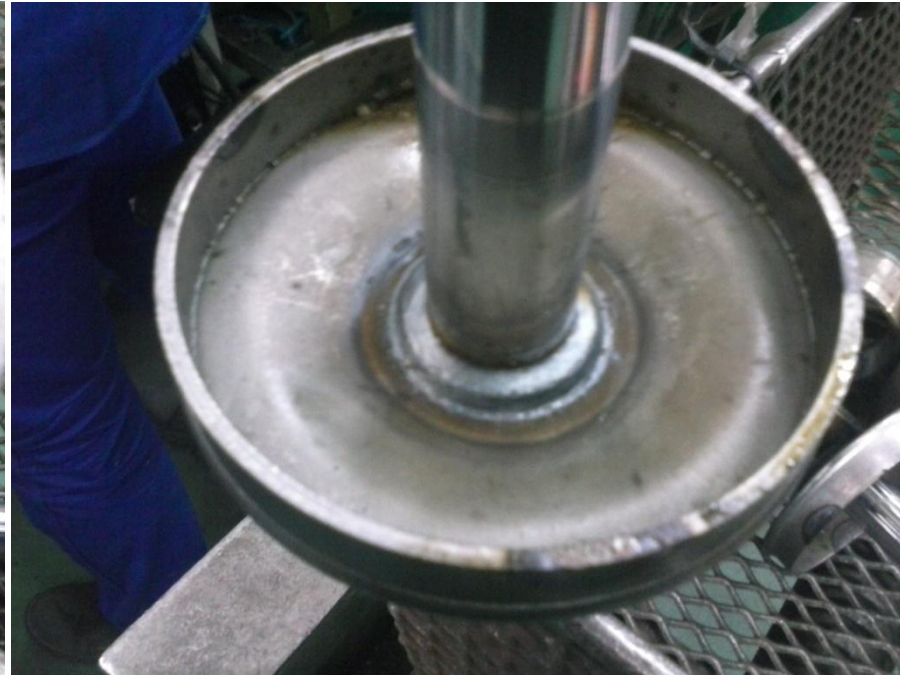
OK Aristorod 12.50 1,2 mm

COMPARATIVO

Alambre Cobreado



Aristo Rod



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

METALURGIA Y SOLDADURA DE ACEROS ESTRUCTURALES

CLASIFICACIÓN DE ACEROS

- Aceros al carbono (bajo y alto contenido de carbono).
- Aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA).
- Aceros templados y revenidos (HSQT)
- Aceros de baja aleación tratables térmicamente (HTLA).
- Aceros de procesos termo mecánicamente controlados (TMCP).
- Aceros al cromo-molibdeno

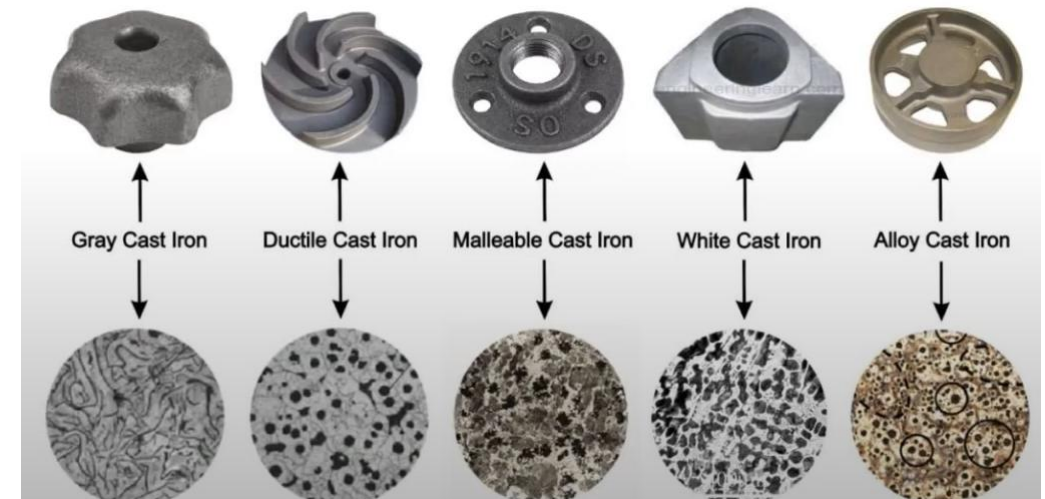
ACEROS AL CARBONO

ACEROS AL CARBONO	
ACERO BAJO CARBONO	$C < 0,15\%$
ACERO DULCE	$0,15\% < C < 0,29\%$
ACERO MEDIO CARBONO	$0,30\% < C < 0,59\%$
ACERO ALTO CARBONO	$C > 0,60\%$

FUNDICIONES HIERRO	
FUNDICIÓN HIERRO	$C > 2,11\%$



-
- Fundición Gris
- Fundición Maleable
- Fundición Dúctil
- Fundición Blanca
- Fundición Grafito
-



ACEROS ALEADOS

ACEROS ALEADOS MSLA (Microalloyed Steel – Low Alloy)	
API X52/X60/X70	Usados en tuberías para petróleo y gas - Alta resistencia y buena soldabilidad
ASTMA710	Es un acero de baja aleación microaleado que contiene niobio, cobre, y níquel. Es conocido por su resistencia y buena soldabilidad, y es utilizado en estructuras y aplicaciones industriales

SOLDADURA API X70

Electrodo 8018

OK Autrod 81Ni1

- Alta Resistencia y Bajo Peso: Permiten la construcción de estructuras más ligeras manteniendo la resistencia.
- Control de Grano: La microaleación permite un tamaño de grano más fino, lo que aumenta la resistencia sin afectar la ductilidad.
- Resistencia a la Fatiga y la Corrosión: Los elementos de microaleación también mejoran la resistencia al desgaste y la corrosión en ciertas condiciones.
- Temperatura de Trabajo Amplia: Debido a la mejora en la tenacidad, los MSLA son adecuados para condiciones de baja temperatura y altas cargas cíclicas

ACEROS ALEADOS

ACEROS ALEADOS HSLA (High Strength – Low Alloy)	
ASTM A572	Utilizado en estructuras y vehículos pesados
ASTM A588	Ideal para estructuras expuestas a la intemperie, ya que es resistente a la corrosión.
ASTM A514	Muy usado en construcción debido a su alta resistencia y buena soldabilidad

SOLDADURA ASTM A572 gr50

OK Aristorod 12.50

OK Autrod 12.51

Dual Shield 7100

Dual Shield 7100 LH

OK Tubrod 71

OK Tubrod 81Ni1

- Alta resistencia y ductilidad: Combinación que permite soportar cargas sin excesivo peso.
- Buena soldabilidad: Mayoría de los HSLA tienen bajo contenido de carbono y elementos de aleación específicos para facilitar la soldadura.
- Resistencia a la corrosión: Los HSLA como el A588 y el A606 ofrecen excelente resistencia a la intemperie.
- Baja densidad: Permiten reducir el peso en comparación con aceros al carbono de resistencia equivalente.

ACEROS ALEADOS

ACEROS ALEADOS AHSS (Advanced High-Strength Steels)	
ASTM A1011	Grado 50 es común para partes de chasis y componentes que requieren alta resistencia y soldabilidad
ASTM A656	Ideal para el chasis y otros componentes estructurales de camiones..

SOLDADURA ASTM A656 gr50

OK Aristorod 12.50

OK Autrod 12.51

Dual Shield 7100

Dual Shield 7100 LH

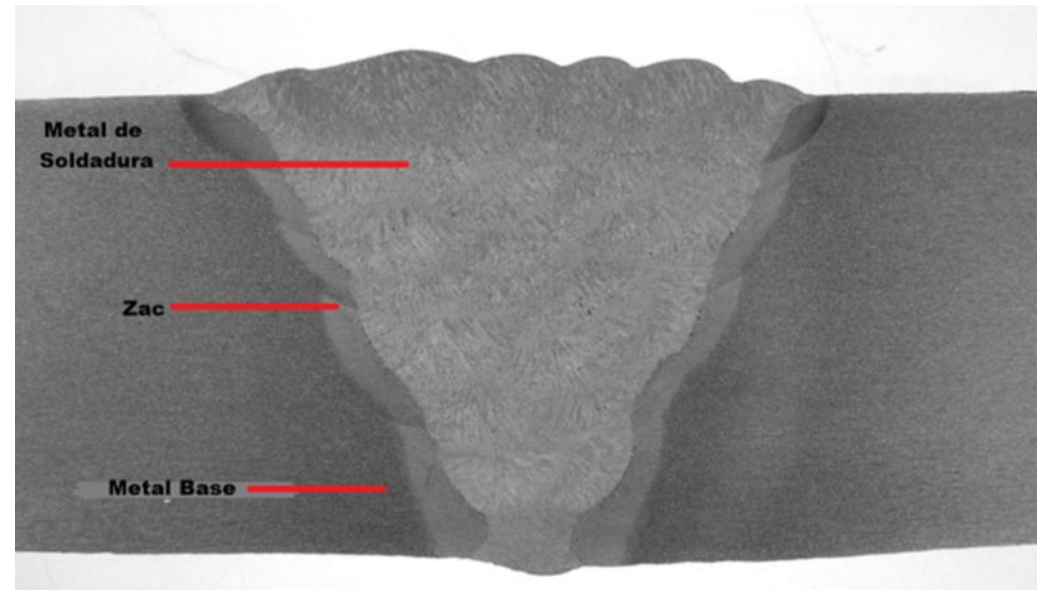
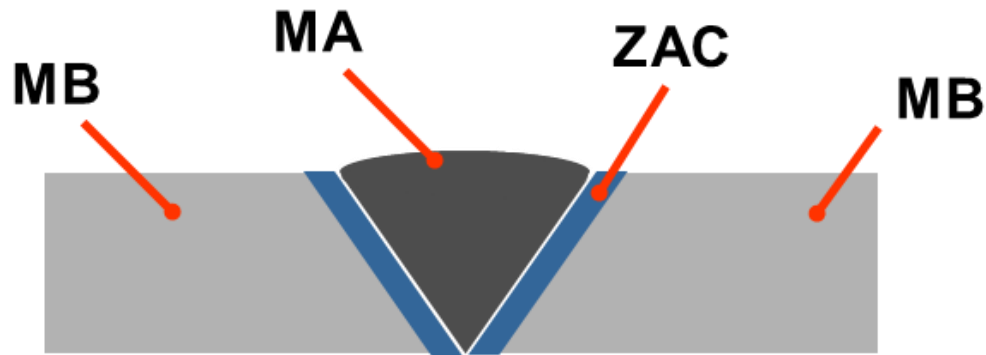
OK Tubrod 71

OK Tubrod 81Ni1

- Optimizar la resistencia estructural, reducir el peso y aumentar la seguridad en componentes clave.
- Los aceros AHSS son especialmente útiles en chasis, carrocerías y componentes de suspensión donde se requiere alta resistencia combinada con ductilidad

DEFINICIONES

- Material base (MB)
 - Es el material sobre el cual se deposita el material de aporte
- Material de aporte (MA)
 - Se denomina material de aporte al material resultante de la fusión del material de aporte con el material base
- ZAC – Zona afectada por el calor
 - Es la zona del material base que sin haberse fundido sufre un ciclo térmico que modifica su microestructura




- ZAC:
- Zona
- Afectada
- Por el Calor

matias.rodriguez@esab.com.ar – 1153432271

DEFINICIONES

■ CARBON

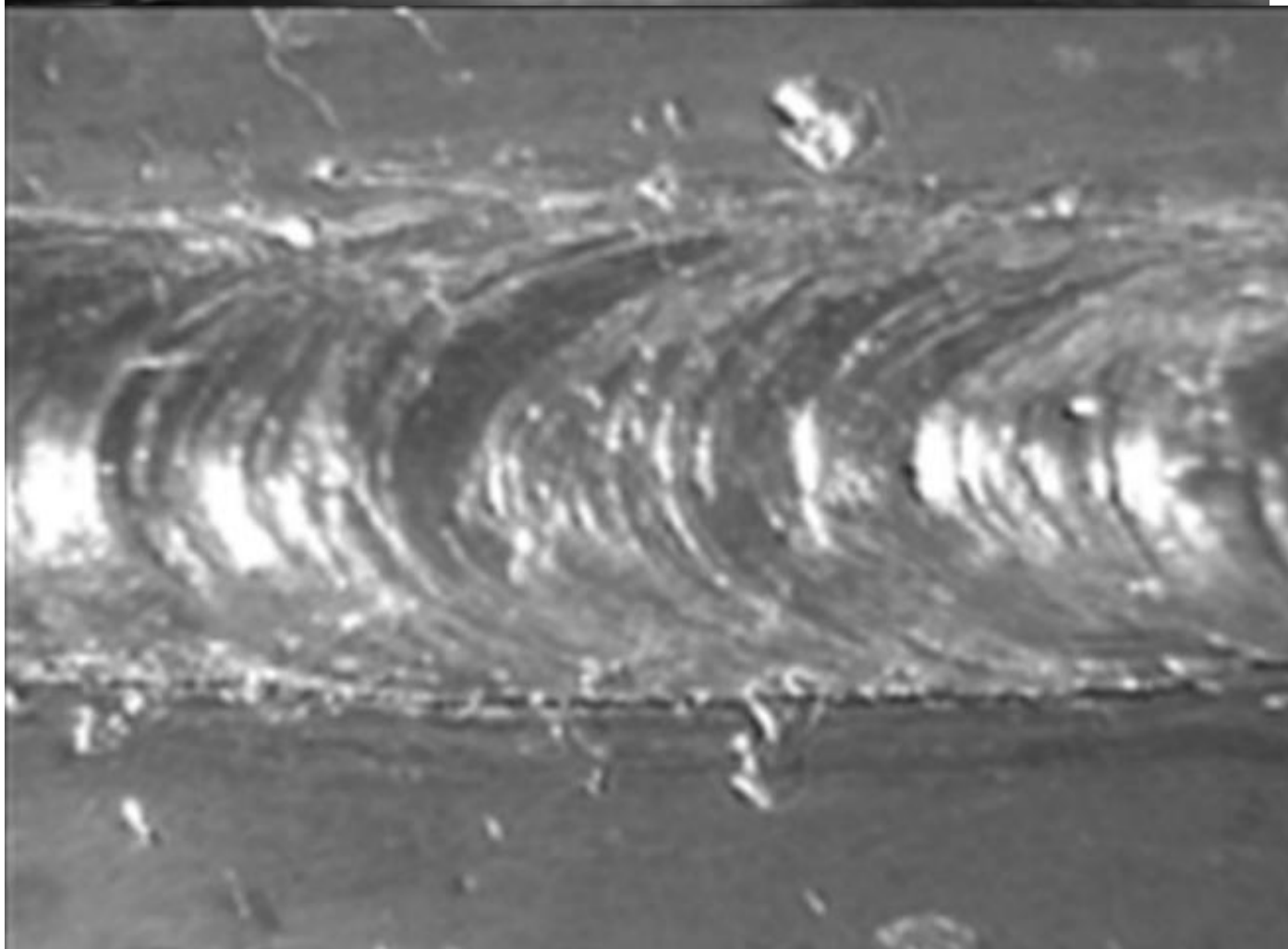
 Cálculo da Temperatura de pré-aquecimento		
ESAB - NOSSOS CLIENTES SOLDAM MELHOR		Dados
Composição Química		
C	%	0,43
Mn	%	1
Cr	%	1,1
Mo	%	0,25
V	%	
Ni	%	
Cu	%	
Carbono Equivalente Químico (CEQ)	%	0,866666667
Carbono Equivalente Total (CET)		
Espessura	mm	5,00
Carbono Equivalente Espessura (CEE)	%	0,021666667
Carbono Equivalente Total (CET)	%	0,888333333
Temperatura de Pré-Aquecimento		
Temperatura de Pré-Aquecimento	°C	279,64

$CE = C$

■ $CE < 0$

ASTM A572 Gr 50

FISURACIÓN EN FRIO



ALUMINIO

SERIE	#	ESPECIFICACIONES
Serie 1000	1XXX	99 % al menos de aluminio
Serie 2000	2XXX	Cobre (Cu)
Serie 3000	3XXX	Manganeso (Mn)
Serie 4000	4XXX	Silicio (Si)
Serie 5000	5XXX	Magnesio (Mg)
Serie 6000	6XXX	Magnesio (Mg) y Silicio (Si)
Serie 7000	7XXX	Zinc (Zn)
Serie 8000	8XXX	Otros elementos

OK Autrod 4043

OK Autrod 4043 es una de las variedades utilizadas de soldadura y brazing alloys y se puede clasificar como un propósito general de filler alloy. La silicona adiciones resultan en la mejora de la demanda (wetting action) para hacer el alloy a una elección preferida por los welders. El alloy no es sensible a la liberación de polvo y produce brillante y casi smut free welds. No se recomienda para anodizar. No-heat treatable.

Clasificaciones Metal de Soldadura:	SFA/AWS A5.10:ER4043, EN ISO 18273:S Al 4043 (AlSi5), JIS Z 3232:A4043
Aprobaciones:	CE EN 13479, DB 61.039.05, JIS JIS Z 3232, VdTÜV 12187, CWB AWS A5.10/A5.10M:2012 (ER4043)

Las aprobaciones se basan en la ubicación de la fábrica. Contacte con ESAB para obtener más información.

Tipo de Aleación:	Aluminio
--------------------------	----------

Propiedades Mecánicas Típicas

Condición	Límite de Fluencia	Límite de Resistencia	Alargamiento
Como soldado	55 MPa	124 MPa	18%

Composición Química

Mn	Si	Al	Cu	Fe	Ti	Zn
0.01	5.00	Restante	0.02	0.14	0.01	0.01

Información Técnica Adicional

Diámetro	Corriente	Tensión
0.9 mm	60 - 170 A	13 - 24 V
1.6 mm	190 - 350 A	25 - 30 V

OK Autrod 5356

OK Autrod 5356 es el más utilizado para la soldadura de aleación y se puede clasificar a propósito general de tipo filler alloy. OK Autrod 5356 es normalmente elegido debido a su alto nivel de elevación. El 5XXX alloy base de material, welded con OK Autrod 5356, con una gran cantidad de ganado de la industria química más de 3% Mg y las temperaturas de servicio en exceso de 65 °C son susceptibles a la corrosión de la corrosión craque. El alloy es non-heat treatable.

Clasificaciones Metal de Soldadura:	SFA/AWS A5.10:ER5356, EN ISO 18273:S Al 5356 (AlMg5Cr(A)), JIS Z 3232:A53556
Aprobaciones:	CE EN 13479, JIS JIS Z 3232, ABS ER 5356, BV WB, DB 61.039.01, DNV 5356, LR WB/11, VdTÜV 04664, RINA WC (*), CWB A5.10/A5.10M:2012 ER5356, GL S-ALMg 5

Las aprobaciones se basan en la ubicación de la fábrica. Contacte con ESAB para obtener más información.

Tipo de Aleación:	Aluminio
--------------------------	----------

Composición Química

Mn	Si	Cr	Al	Cu	Fe	Mg	Zn
<0.03	0.05	0.12	94.560	0.01	0.13	4.9	0.01

Información Técnica Adicional

Diámetro	Corriente	Tensión
0.9 mm	60 - 170 A	13 - 24 V
1.2 mm	140 - 160 A	20 - 29 V
1.6 mm	190 - 350 A	25 - 30 V

EQUIPOS Y AUTOMATIZACION DE SOLDADURAS

MIGGYTRAC B501

- Funcionamiento a Batería (Makita 18VDC)
- Movimiento para ambos lados
- Soldadura solamente en posición plana
- Inclinación máxima de superficie hasta 45°
- Velocidad de desplazamiento: 10 a 130 cm/min
- Tiempo de operación máxima: 6h
- Peso: 12kg



MIGGYTRAC B5001

- Funcionamiento a Batería (Makita 18VDC) o fuente 110/220VAC
- Movimiento para ambos lados
- Soldadura intermitente con ajuste de largo de cordón de soldadura
- Integración con alimentadores de alambre ESAB y otros fabricantes
- Soldadura solamente en posición plana
- Inclinación máxima de superficie hasta 45°
- Velocidad de desplazamiento: 10 a 170 cm/min
- Tiempo de operación máxima c/ batería: 6h
- Peso: 13kg



RAILTRAC B42V

- Funcionamiento a Bateria (Makita 18VDC) o fuente 110/220VAC
- Movimientos para ambos lados con oscilación de torcha
- Estándares de oscilación sinusoidal, cuadrada y triangular
- Soldadura intermitente con ajuste de largo de cordón de soldadura
- Integración con alimentadores de alambres ESAB y otros fabricantes
- Soldadura en posiciones plana, horizontal, vertical y circunferencial
- Velocidad de desplazamiento: 10 a 180 cm/min
- Tiempo de operación máxima c/ batería: 6h
- Peso: 8kg





MULTITRAC Y MASTERTRAC



A2 MULTITRAC
1000 A



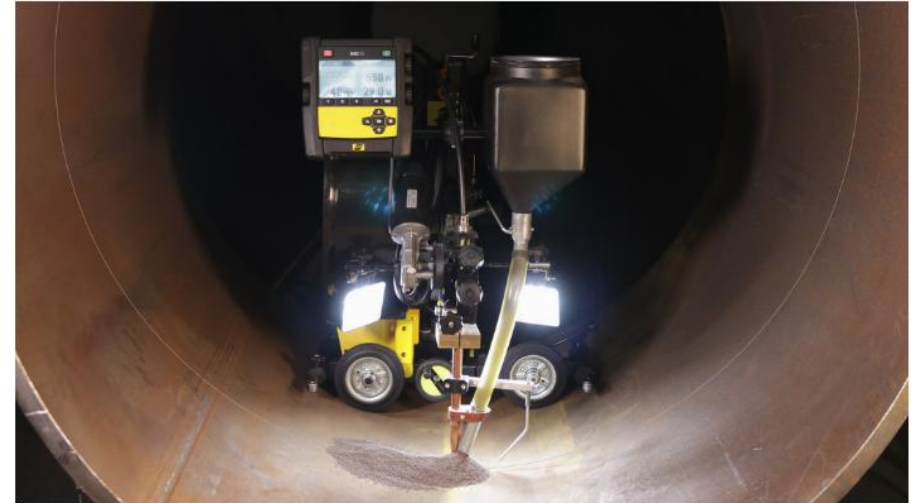
A6 MASTERTRAC SINGLE
1500 A



A6 MASTERTRAC TANDEM
1500 A

VERSOTRAC

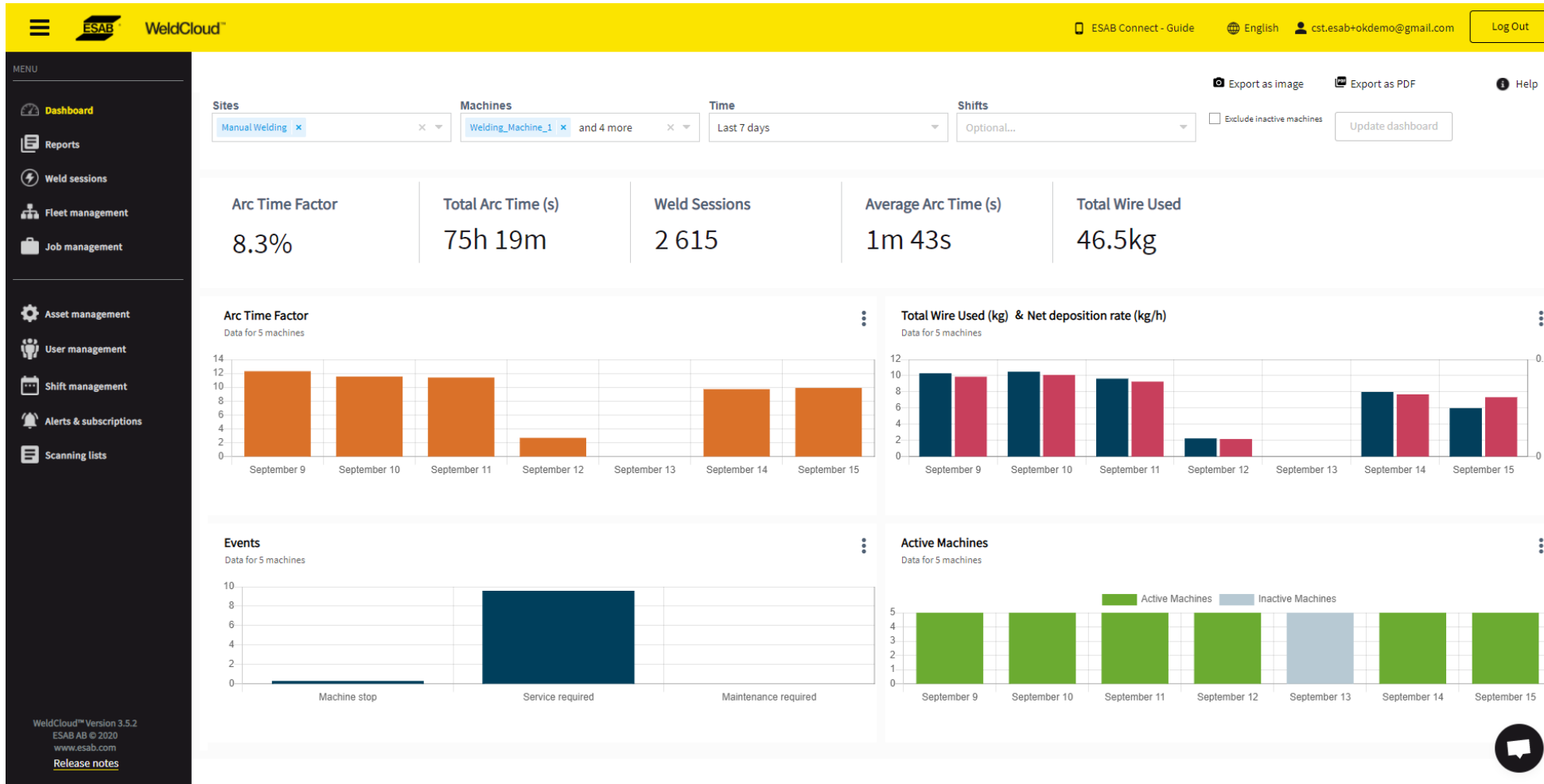
- 1000 A
- FUENTES ESAB Y NO ESAB (ANALOGICAS)
- Cabezales de soldadura
 - Single Wire
 - Twin
 - GMAW
 - Repelado



WARRIOR EDGE



WELDCLOUD





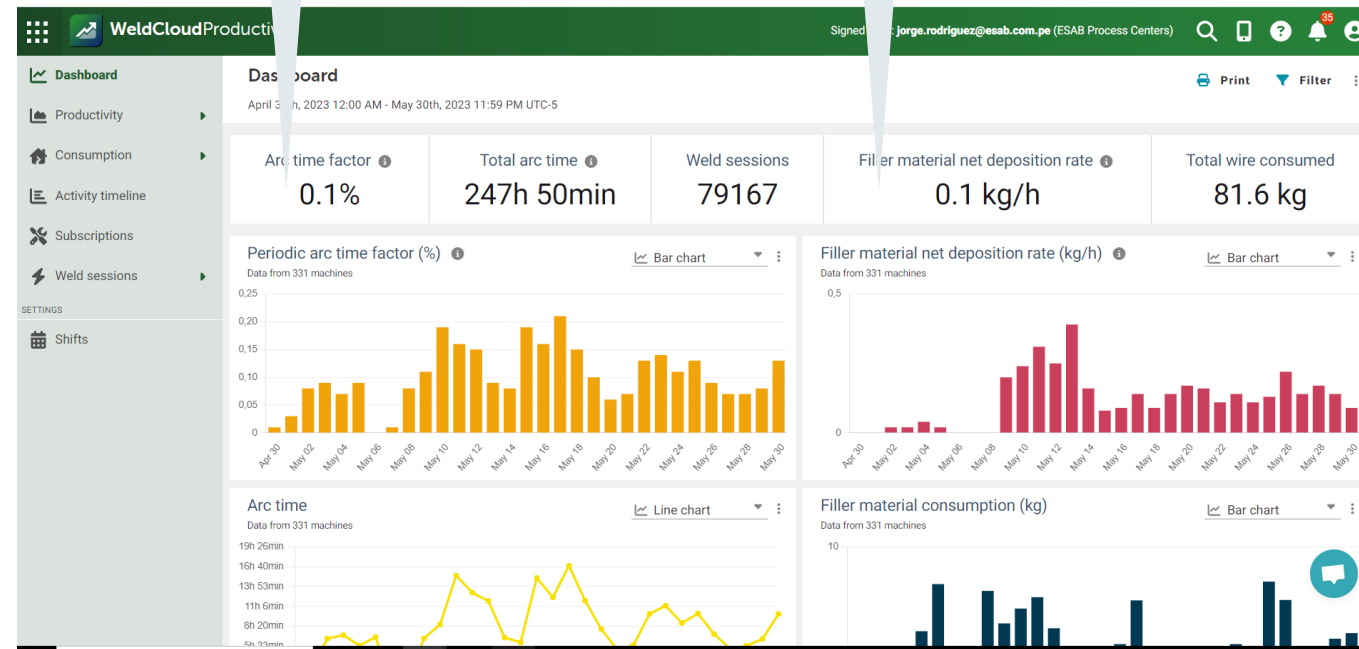
FACTOR DE ARCO ABIERTO Y TASA DE DEPOSICIÓN NETA

$$\text{Factor de arco abierto(\%)} = \frac{\text{Tiempo total de arco abierto}}{\text{Tiempo total de trabajo disponible}}$$

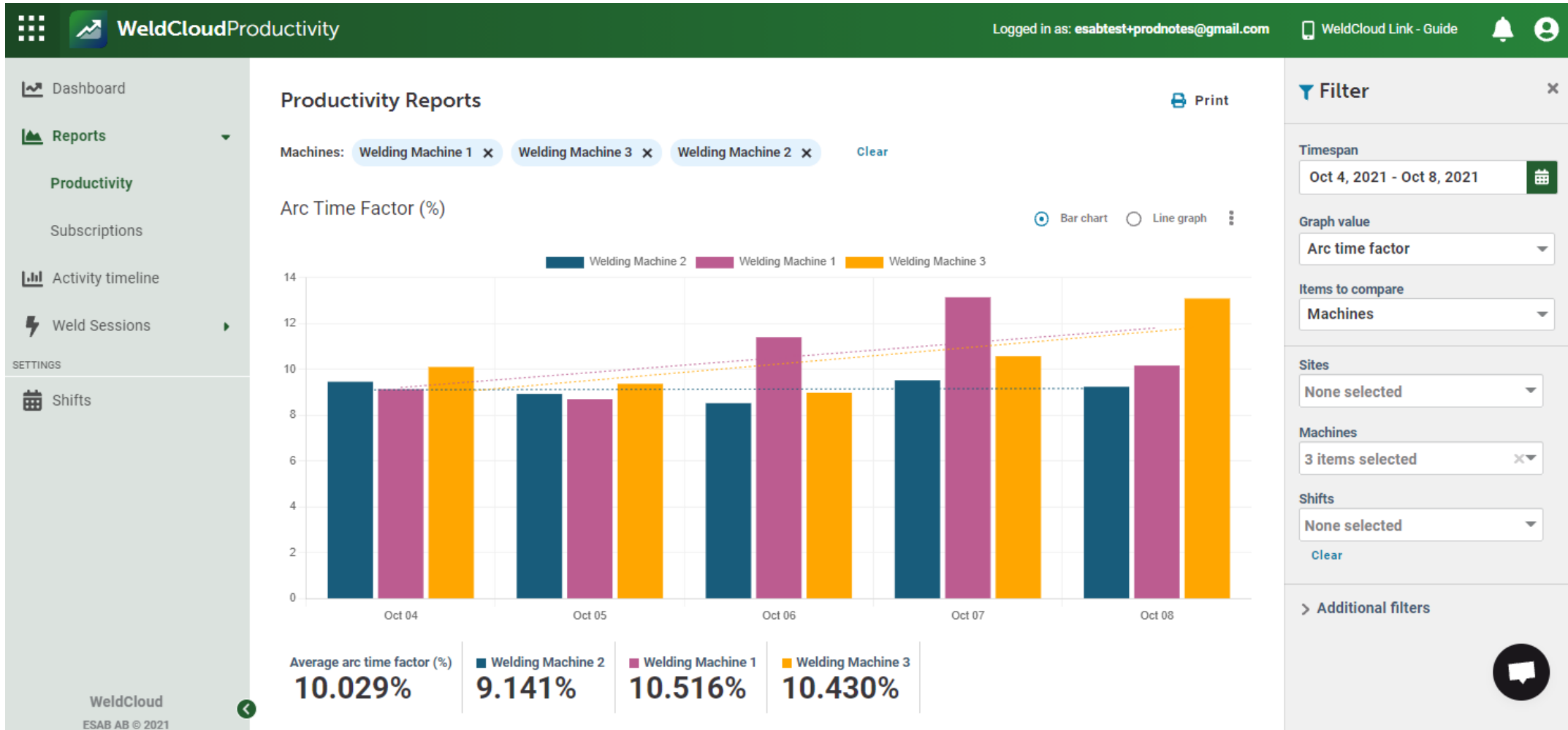
$$\text{Tasa de deposición neta (kg/h)} =$$

$$\frac{\text{Material depositado}}{\text{Tiempo total de trabajo disponible}}$$

- **Nuevo: Sistema de control del consumo de gas**



WELDCLOUD PRODUCTIVITY



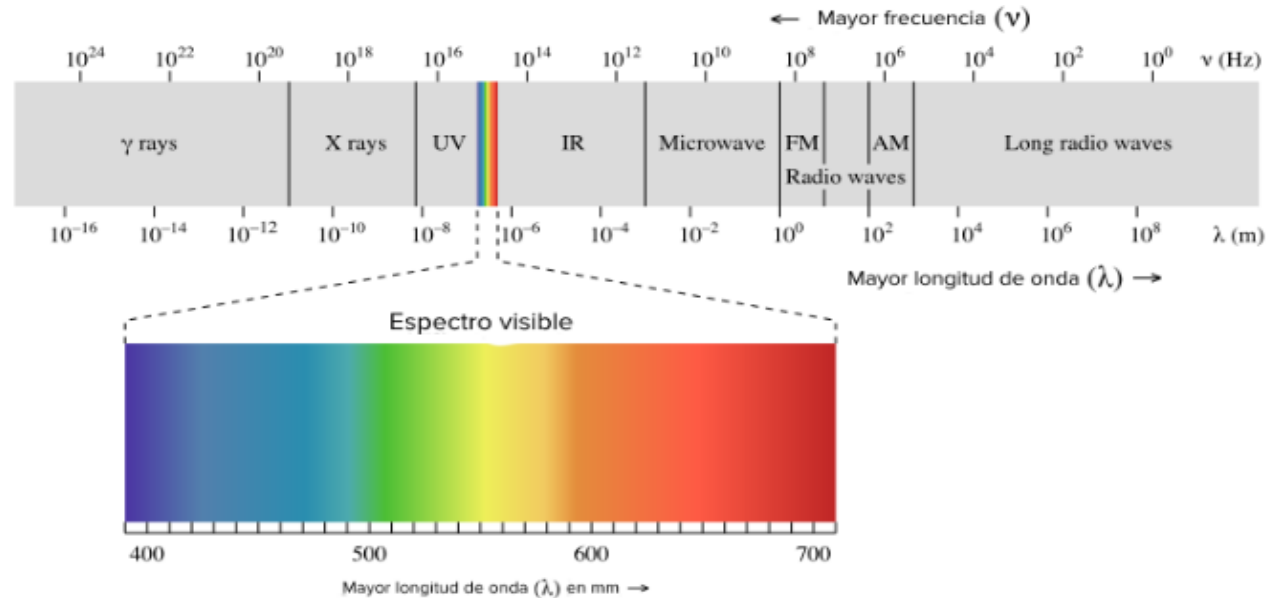
SEGURIDAD EN SOLDADURA

SEGURIDAD EN SOLDADURA

■ Los procesos de soldadura:

- SMAW (electrodos revestidos)
- GMAW (MIG MAG o Semiautomática)
- GTAW (TIG)

■ Producen ondas electromagnéticas que puede resultar “muy riesgosa para la piel, la vista y el cuerpo humano”



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

SEGURIDAD EN SOLDADURA

**Campera
descarne**



**Guante
descarne**



**Guante
Vaqueta**



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

CARETAS DE SOLDADURA

CARETAS FOTOSENSIBLES



matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271

SEGURIDAD EN SOLDADURA



- Sistema de aspiración para espacios confinados
- Sentinel A60 Air+ EPR-X1

matias.rodriquez@esab.com.ar – 1153432271



MUCHAS GRACIAS

**AMI® // ARCAIR® // EXATON™ // CONARCO // CONDOR® // GCE® // LOSARC // SOLDEXA // STOODY® // TBI®
THERMAL DYNAMICS® // TWECO® // WESTARCO // VICTOR®**

Muchas Gracias

matias.rodriguez@esab.com.ar

Cel. 11 5343 2271 – C.A.B.A