

TAMA INGENIEROS S.A.C.

Transformación del Acero para la Minería y Agroindustria



**“DESARROLLO DE TECNOLOGÍA PARA UNA MEJOR
CALIDAD DE VIDA”**

Soluciones para el incremento de durabilidad en revestimientos antidesgaste en la industria minera

CONTENIDO

1. Certificado como parte de la parte de la Red Hardox Wear Parts[®]
2. Acero estructural vs. Acero Antiabrasivo
3. Ventajas diferenciales de Hardox[®] versus marcas genéricas.
4. Consideraciones para las fabricaciones en Acero Antiabrasivo:
 - 3.1 Diseño
 - 3.2 Corte
 - 3.3 Soldadura
 - 3.4 Mecanizado
5. Incremento de la vida útil en función de la Dureza
6. Incremento de la vida útil usando proceso Stud Weld
7. Compromiso con el Medio Ambiente: Huella de Carbono
8. Fabricaciones típicas de liners de TAMA.

CERTIFICADO COMO PARTE DE LA RED HARDOX WEAR PARTS[®]



Gracias a la confianza ganada, responsabilidad y experiencia demostrada en cada proyecto, desde el año 2020 hemos logrado certificarnos como parte de la red Hardox[®] Wearparts.

Comercializamos y fabricamos productos antiabrasivos.

Contamos con el respaldo y soporte técnico de Hardox Wearparts[®] para brindar un mejor servicio.

ACERO ESTRUCTURAL VS. ANTIABRASIVO

- ▶ El acero estructural está diseñado para tener un cierto límite elástico, que es la cantidad de tensión que el acero puede soportar antes de empezar a deformarse permanentemente.
- ▶ El acero antiabrasivo está diseñado para poseer alta dureza y tenacidad, lo que le permite resistir el desgaste y la deformación causados por impactos y fuerzas abrasivas. Esta propiedad es esencial para aplicaciones en las que los materiales están sometidos a impactos y desgaste repetidos, como en los equipos de línea amarilla, minería y acarreo de materiales.

Hardox[®] 450

Producto	Espesor (mm)	Dureza ¹⁾ (HBW)	Tensión de rotura R _m (MPa), garantizado	Límite de elasticidad típico (MPa), no garantizado
Hardox [®] 450 chapa CR	0.8 - 2.10	425 - 475 ²⁾	1370 - 1600	1250
Hardox [®] 450 Chapa	2.0 - 8.0	425 - 475	—	1250
Hardox [®] 450 Chapa gruesa	3.2 - 80.0	425 - 475	—	1250
Hardox [®] 450 Chapa gruesa	80.1 - 103.0	410 - 475	—	1250
Hardox [®] 450 Chapa gruesa	103.1 - 130.0	390 - 475	—	1250

¹⁾ Dureza Brinell, HBW, de conformidad con la norma EN ISO 6506-1, en una superficie fresada de entre 0,5 y 3 mm bajo la superficie. Al menos una muestra por cada colada y cada 40 toneladas.

²⁾ La prueba de dureza no se realiza ni se garantiza para el material laminado en frío Hardox[®] 450. El intervalo de dureza es una conversión de la resistencia a la tracción.

El espesor nominal de las chapas suministradas no se desviará más de +/- 15 mm del espesor de la muestra del ensayo empleada para los ensayos de dureza.

Fuente:

https://www.ssab.com/api/sitecore/Datasheet/Get?key=e95fe73946d64960a9c462504235f6bd_es-es

VENTAJAS DIFERENCIALES DE Hardox[®]

Las planchas anti abrasivas genéricas (abrasion resistance o AR/T1) cuestan aproximadamente 25% menos que las **Hardox[®]**; sin embargo las ventajas de la marca **Hardox[®]** son las siguientes:

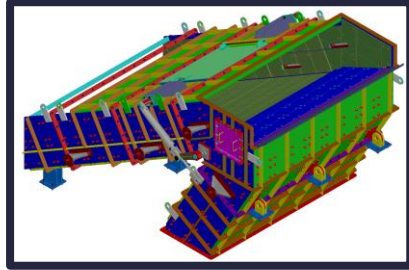
- 1** **Hardox[®]** tiene una dureza homogénea y garantizada en todo su espesor con una variación no mayor al 10% de la dureza como resultado del proceso de temple cuidadosamente controlado en la acería¹. En los aceros de abrasion resistance o AR/T1, se puede encontrar a mitad del espesor -quizás antes- una dureza menor en 30% - 35%.
- 2** El principal insumo para la fabricación del **Hardox[®] 500** es el mineral de Hierro, lo que garantiza las propiedades mecánicas en todo el espesor de la plancha durante el proceso de Temple y Revenido, mientras que otras siderúrgicas usan chatarra como insumo.
- 3** El rendimiento del **Hardox[®]** es superior en no menos de 25% a 35% respecto a otras marcas de aceros de abrasion resistance o AR/T1.
- 4** Al ser el **Hardox[®]** un material más homogéneo, la predictibilidad de su tiempo de vida útil es más controlada, así como los intervalos de recambio, con lo que se reducen los costos de mantenimiento y aumenta la productividad.
- 5** Al ser TAMA un centro certificado **Hardox[®] Wearparts**, tenemos las competencias para garantizar el proceso de fabricación (habilitado, conformado, perforado, soldadura, etc.), de cualquier material de alta dureza, garantizando la calidad y tiempos de entrega.

Nota:

(1) La dureza mínima del núcleo es del 90% respecto a la dureza de superficie mínima garantizada. Fuente: <https://www.ssab.com/es-mx/marcas-y-productos/hardox/programa-de-producto/400>

HARDOX[®]
WEARPARTS

CONSIDERACIONES PARA LAS FABRICACIONES CON ACERO ANTIABRASIVO



Diseño



Corte



Rolado



Mecanizado



Soldadura



Ensamble



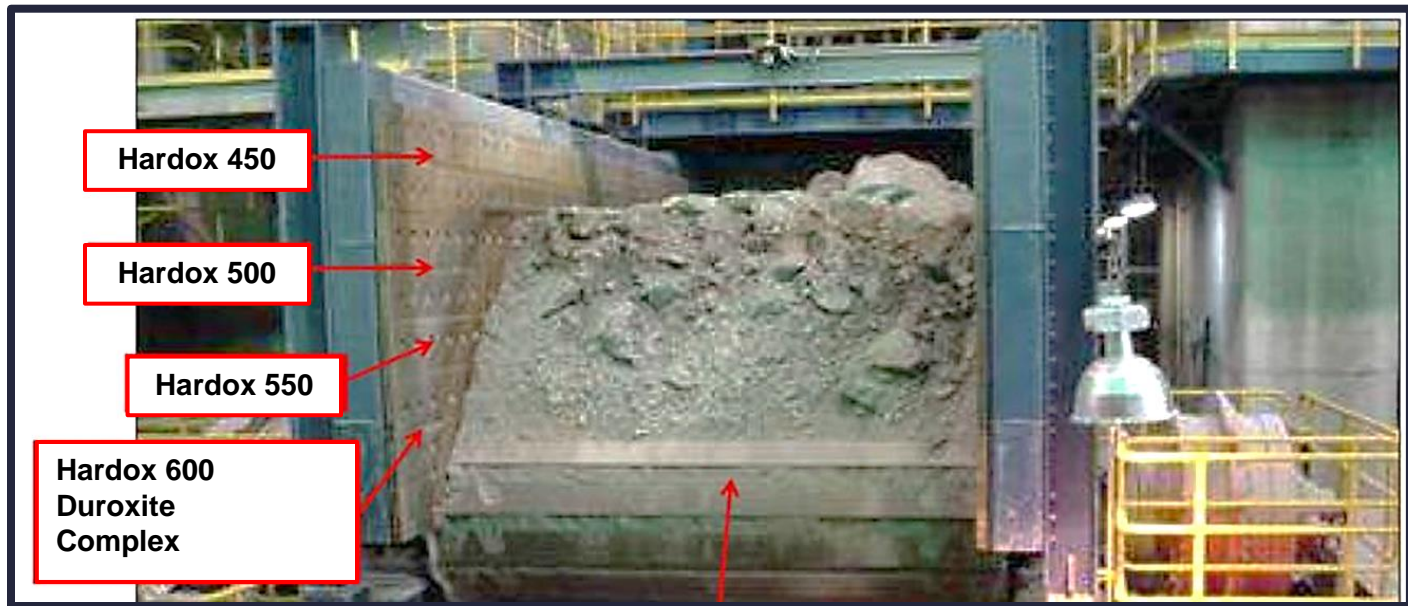
Pintura y
marcado



Embalaje y
despacho

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO

- ▶ Gradiente de durezas, según patrones de impacto, de desgaste y flujo del material no uniforme.
- ▶ Mayor profundidad, mayor dureza.



CORTE DE ACERO ANTIABRASIVO

- ▶ Los factores a considerar son el espesor de la plancha, las tolerancias requeridas, el acabado del corte, la dureza de la plancha, la exposición al calor, el costo y el equipo disponible.
- ▶ Criterio referencial del método de corte para diferentes espesores de plancha antiabrasiva:
 - Menos de 2 mm: Corte por láser.
 - Menos de 3 mm: Corte por plasma o láser.
 - Espesor inferior a 10 mm: Corte por plasma o láser.
 - Espesor superior a 10 mm: Corte por plasma u oxicorte.
 - Espesor de hasta a 50 mm: Corte por plasma u oxicorte.
 - Espesor igual o superior a 63 mm: Corte por Oxicorte.



Fuente: <https://www.ssab.com/en/support/processing/how-to-cut/20-questions-about-cutting>

RIESGOS EN EL CORTE DE ACERO ANTIABRASIVO

1. Fisura en frio (Muy importante para Hardox® 550/600 y planchas gruesas): El riesgo de fisura por hidrogeno es mayor con el aumento de dureza y con el aumento del espesor.
2. Zona Térmicamente Afectada (ZTA)
3. Riesgo perdida de dureza (piezas pequeñas)
4. Si no se sigue un buen proceso de corte (precalentamiento) o existen cantos vivos durante el habilitado en mina (altura o bajas temperaturas), se generan rajaduras.

Susceptibilidad a la fisura por corte térmico

Espesor de chapa mm (in.)	10 (0.394)	15 (0.591)	20 (0.787)	30 (1.181)	40 (1.575)	50 (1.969)	60 (2.362)	70 (2.756)	80 (3.150)	90 (3.543)	100 (3.937)	125 (4.921)	160 (6.299)
Hardox® HiTemp	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® HiTuf	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® 400	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® 450	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® HiAce	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® 500	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® 550	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® 600	No susceptible	No susceptible	No susceptible	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad
Hardox® Extreme	No susceptible	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad	Baja Susceptibilidad

Fuente: <https://www.ssab.com/es-mx/marcas-y-productos/hardox> - CorteHardox106 esmxV1 2021

Controles: Ángulos vivos, secuencia de corte, precalentamiento, velocidad de corte, post calentamiento, velocidad de enfriamiento, manta térmica.

SOLDEO DE MATERIAL ANTIABRASIVO

- ▶ Los métodos de soldadura por arco eléctrico comúnmente usados en el soldeo de los materiales anti abrasivos son la soldadura por electrodo revestido (**SMAW**) y la soldadura de alambre con núcleo fundente (**FCAW**).
- ▶ El material anti abrasivo es soldable con determinados aceros, siempre y cuando se cumplan ciertas variables de soldadura que aseguren la conservación de sus propiedades mecánicas.
- ▶ Debido a un contenido de carbono equivalente relativamente alto, todas las calidades de material anti abrasivo (400, 450, 500, 550 y 600 HB) tienen una alta tendencia al agrietamiento por hidrógeno si no se cumple con los parámetros y las variables de soldadura según recomendaciones del fabricante del material, para eso se ha establecido procedimientos de soldadura que brindan las pautas de soldeo necesarias a seguir para garantizar la calidad de la soldadura y del material anti abrasivo.
- ▶ La combinación única de sustancias de aleación optimiza las propiedades mecánicas de la chapa antiabrasiva Hardox[®]. Esta combinación controla las temperaturas de precalentamiento y entre pasadas del acero Hardox[®] durante la soldadura.



PARÁMETROS IMPORTANTES EN EL SOLDEO DE MATERIALES ANTIABRASIVOS

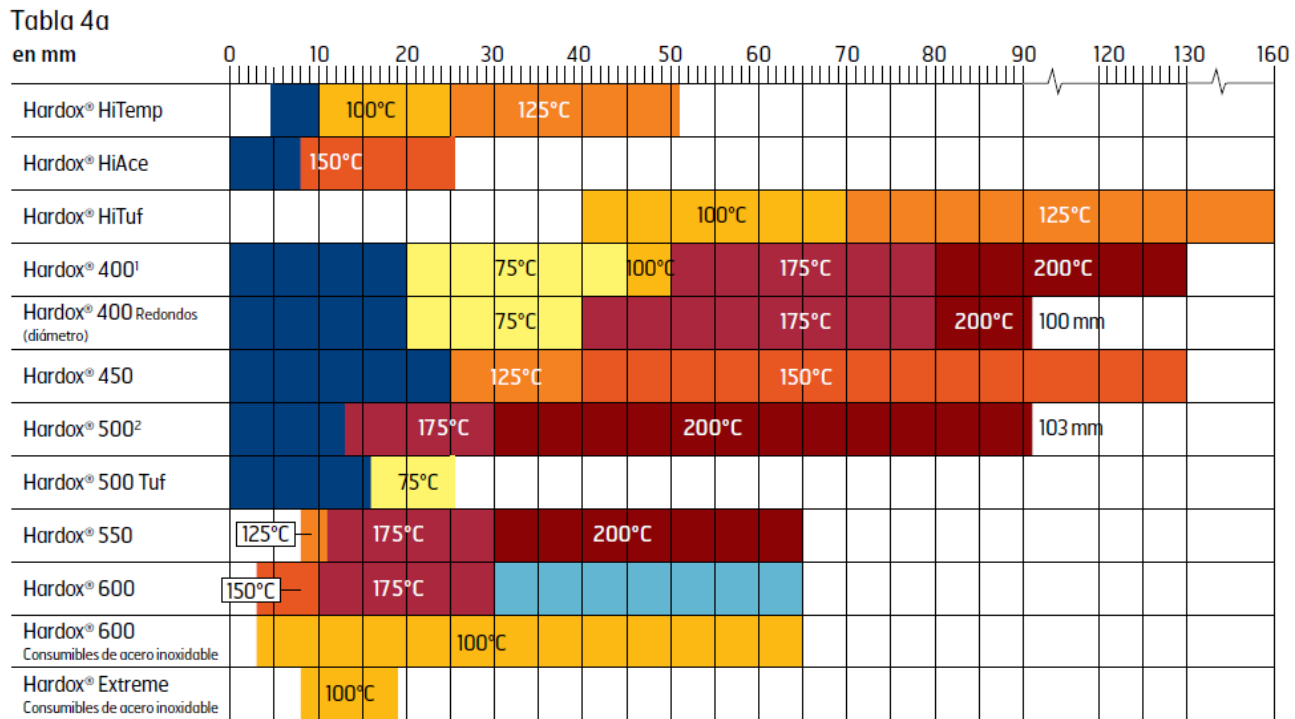
- **Elección de los consumibles para la soldadura:** Normalmente, para los materiales anti abrasivos se recomiendan usar consumibles no aleados y de bajo contenido de aleación, con un límite elástico recomendable aprox. de 760 MPa (110 ksi), y también, como alternativa se usan consumibles inoxidables del tipo 309 cuando se tenga uniones de materiales anti abrasivos y aceros estructurales (uniones de materiales disímiles).
- **Temperatura de precalentamiento:** Dependiendo del procedimiento de soldadura a aplicar, uno de los parámetros importantes al momento de trabajar con material antiabrasivo es la Temperatura de precalentamiento, la cual varía dependiendo del grado de dureza del material a usar. Es esencial aplicar la temperatura recomendada para el precalentamiento, así como seguir el procedimiento de trabajo y medir la temperatura alrededor de la junta con el fin de evitar fisuración en frío. **(ver Tabla 4a)**



Fig.1: Precalentamiento del material

PARÁMETROS IMPORTANTES EN EL SOLDEO DE MATERIALES ANTIABRASIVOS

➤ Tabla 4a: Temperaturas Recomendadas de Pre calentamiento



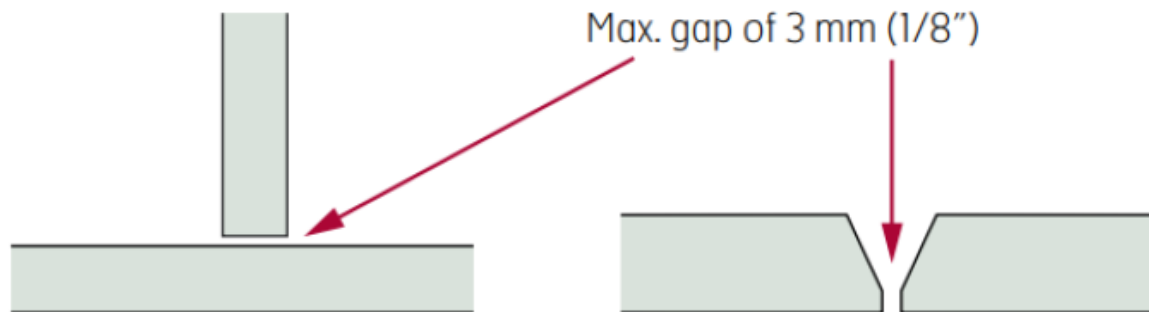
Temperatura ambiente (aprox. 20 °C)
 Fuera del rango de medidas
 Solo consumibles de acero inoxidable Temperatura de pre calentamiento y temperatura entre pasadas de al menos 100 °C

Fuente: SSAB-Hardox-Welding-brochure-103-ES-V2-2020-1 de SSAB®

PARÁMETROS IMPORTANTES EN EL SOLDEO DE MATERIALES ANTIABRASIVOS

➤ **Secuencia de soldadura y tamaño de la separación en la raíz de la soldadura de unión:**

1. La separación no debe superar los 3 mm (1/8").
2. La junta y la zona alrededor deben limpiarse de:
 - Oxido
 - Líquidos(aceite, grasa, agua)
 - Impurezas(polvo, suciedad, cal)



Fuente: SSAB-Hardox-Welding-brochure-103-ES-V2-2020-1 de SSAB[®]

PARÁMETROS IMPORTANTES EN EL SOLDEO DE MATERIALES ANTIABRASIVOS

- **Magnetización Remanente:** Uno de los problemas más comunes que se pueden presentar en los materiales antiabrasivos durante las operaciones de fabricación es la formación de magnetismo remanente. El magnetismo no deseado cuesta tiempo y dinero. Atrae la suciedad, el polvo y es el causante del soplo magnético que se genera al momento de aplicar soldadura en el material base, lo cual dificulta el soldeo. Una alternativa para eliminar el magnetismo remanente es realizando la desmagnetización del material.

TAMA como empresa certificada HARDOX WEARPARTS tiene dentro de su Know How procedimientos para realizar la desmagnetización del material tomando en cuenta todos los lineamientos necesarios para el tratamiento de material antiabrasivo.



Fig.2: Desmagnetización del material anti abrasivo con el Yugo Magnético

PARÁMETROS IMPORTANTES EN EL SOLDEO DE MATERIALES ANTIABRASIVOS

- **Verificación de Amperaje y Voltaje:** Otro punto importante a tomar en cuenta es revisar durante todo el proceso de soldadura, que se trabaje dentro del rango de los parámetros establecidos en el procedimiento de soldadura a aplicar.
- **Enfriamiento Lento Post-Soldadura:** Cuando se trabaja con material antiabrasivo es importante tomar en cuenta que al someter estas piezas a cambios bruscos de temperatura estos pueden originar variaciones en la dureza o microestructura del material, por lo cual al finalizar el proceso de soldadura es importante reducir las velocidades de enfriamiento a fin de evitar el fenómeno de agrietamiento.



Fig.3: Post-enfriamiento con manta térmica

MECANIZADO DE ACERO ANTIABRASIVO

- ▶ Todas las calidades de planchas de acero antidesgaste Hardox[®] se pueden mecanizar con las herramientas apropiadas.

Procesos

- Taladrado
- Avellanado
- Roscado
- * Realizados en centros CNC (Precisión:100%)

Controles

- Grado del acero
- Velocidad de corte
- Diámetro de Taladrado, Avellanado, Roscado.
- Tipo de herramienta

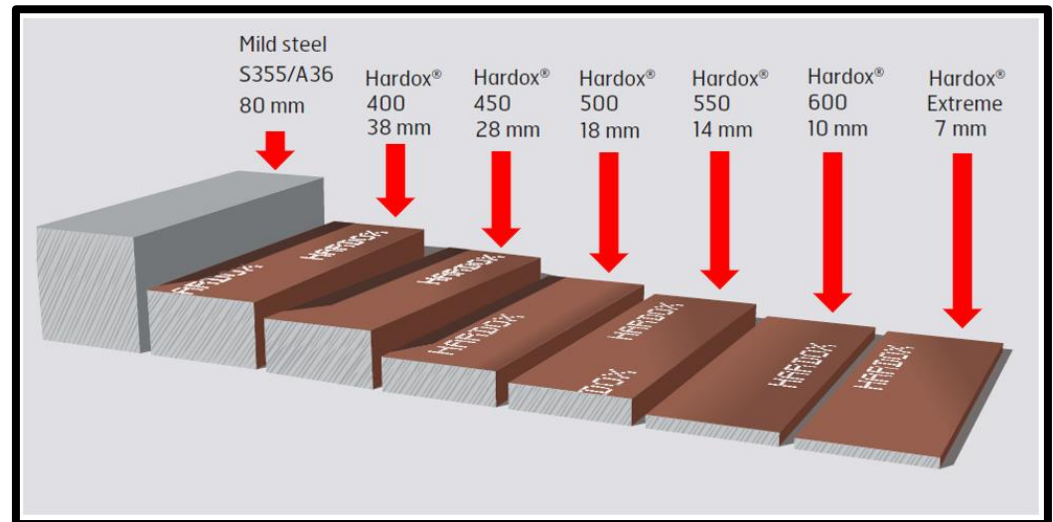


Fuente: <https://www.ssab.com/en/support/processing/how-to-machine/20-questions-about-machining>

INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LA DUREZA

- ▶ La chapa de desgaste Hardox[®] reduce el peso y prolonga la vida útil de las estructuras de acero en comparación con el acero normal. La dureza es lo que confiere al acero Hardox[®] su resistencia única al desgaste y su resistencia estructural. La dureza también significa que tiene un excelente límite elástico y resistencia a la tracción, propiedades que mantienen una estructura en forma sin que se deforme.

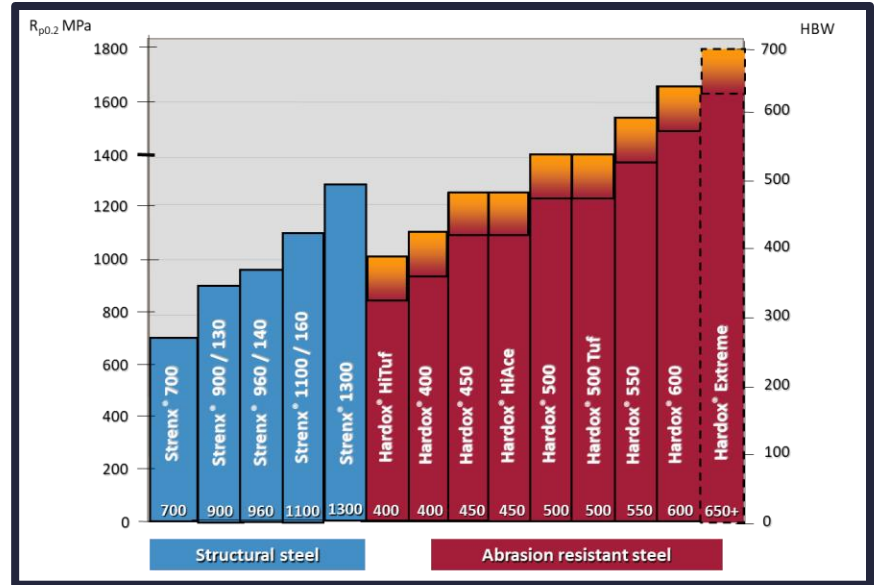
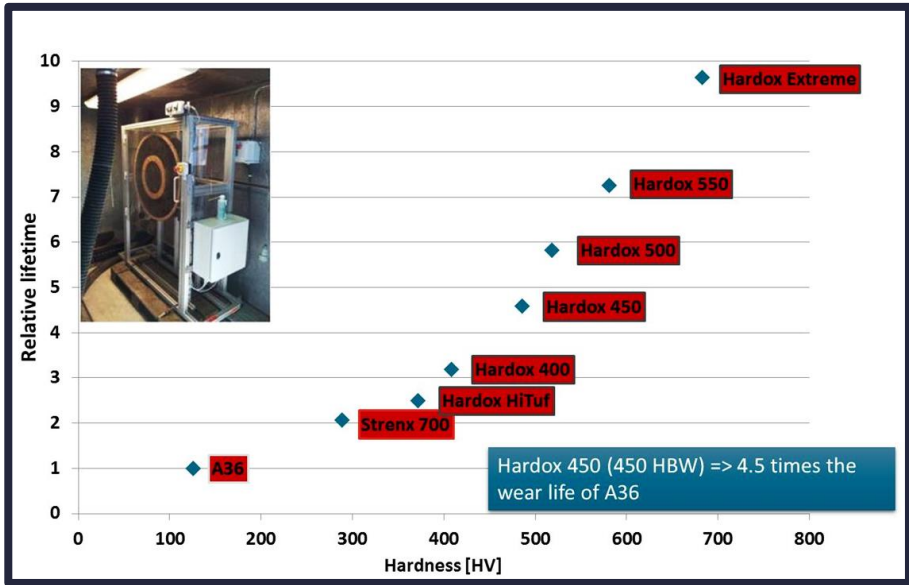
Ejemplo práctico al calcular la vida útil relativa del acero al carbono frente a los distintos espesores y grados de material Hardox[®], como se muestra en la ilustración, Hardox[®] 500 [500 HB] durará aproximadamente 4 veces más que el acero al carbono en condiciones de desgaste similares.



Fuente: Ensayos realizados con el software WearCalc 3.1 de SSAB[®].

INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL USANDO LINERS Hardox[®] 400, 450 y 500HB

Hardox 450 = 1.5 veces la vida de Hardox 400
Hardox 500 = 1.8 veces la vida de Hardox 400



Fuente: Ensayos de laboratorio en SSAB[®] Oxelosund, Suecia.

INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LA DUREZA

CASO: Sustitución del Material Hardox[®] 500 a Hardox[®] 550

- PROBLEMA:** incrementar el tiempo de vida útil de material antiabrasivo de 12mm de espesor, teniendo como material abrasivo Minerales de cobre (ricos en cuarzo).

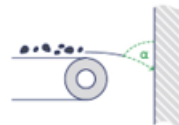
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ABRASIVO:

ABRASIVO

Mineral de cobre (rico en cuarzo)

Mineral	Fración
Cuarzo	43%
Anfibol	18%
Plagioclasa	30%
Biotita	5%
Clorita	4%

Afilado: Medio
Tamaño: 50 mm
Ángulo(α): 35°



INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LA DUREZA

TIEMPO DE VIDA UTIL UTILIZANDO MATERIAL Hardox[®] 500 [500 HB]:

Usando material Hardox[®] 500 de espesor 12mm se tiene lo siguiente:

ACERO ACTUAL

Hardox[®] 500 [500 HB]

Espesor: 12mm

Vida útil: 20 meses

2. SOLUCIÓN: Cambio de material de Hardox[®] 500 a Hardox[®] 550: Se procede a realizar el cambio de material antiabrasivo de 12mm de espesor Hardox[®] 500 a Hardox[®] 550, donde el tiempo de vida útil es de 26.1 meses.

ACERO MEJORADO

Hardox[®] 550 [550 HB]

Espesor: 12mm

Vida útil: 26,1 meses

Grosor de desgaste: 3 mm

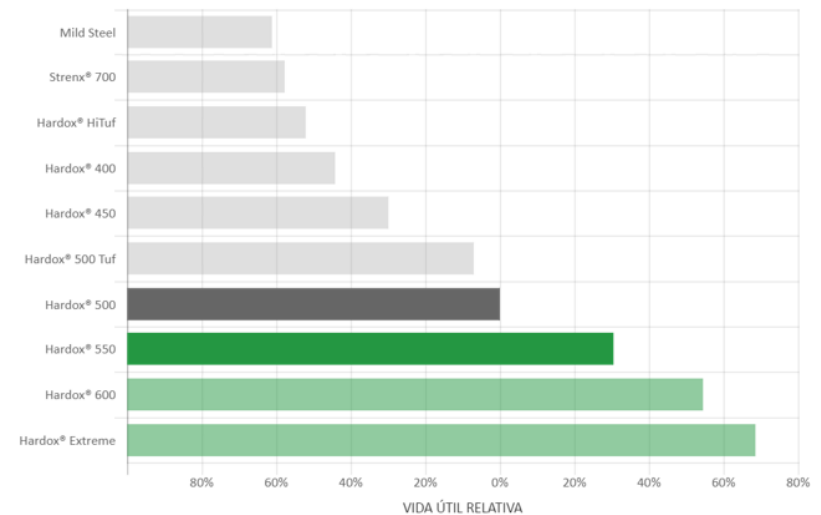
INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LA DUREZA

3. RESULTADOS:

- ▶ Al realizar el cambio de material solo variando el grado del material Hardox[®] 500 a Hardox[®] 550 manteniendo el mismo espesor de 12mm, tenemos que el tiempo de vida útil se incrementa hasta en un 31% aproximadamente, como se observa en la imagen y gráfico adjunto.

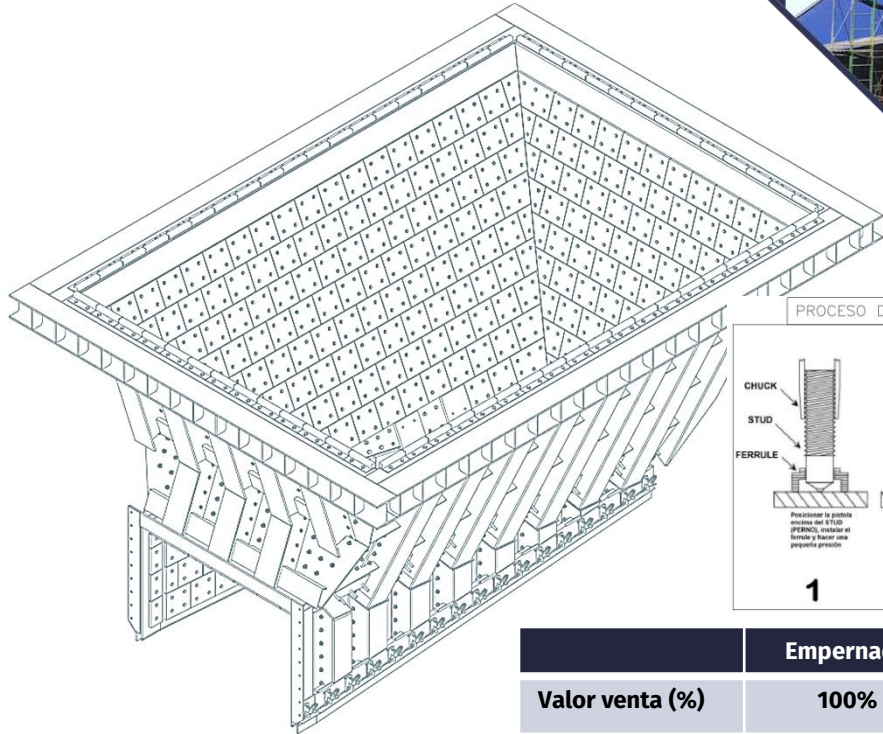
VIDA ÚTIL ESTIMADA	26.1 Meses	31% Mayor vida útil
ESPESOR CORRESPONDIENTE	12 mm	0% Disminución de peso

VIDA ÚTIL

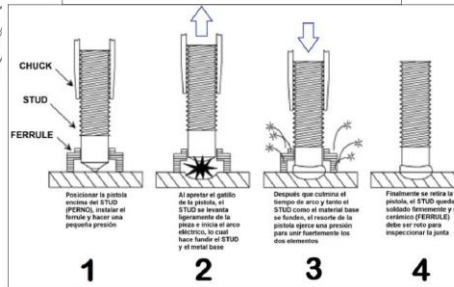


Fuente: Ensayos realizados con el software WearCalc 3.1 de SSAB[®].

INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL USANDO PROCESO STUD WELD



PROCESO DE SOLDEO DE STUD WELDING



	Empernado	Stud Weld	Obs*
Valor venta (%)	100%	82%	Stud Weld Cuesta 18% menos
Tiempo entrega (%)	100%	70%	Stud Weld Se fabrica 30% más rápido
Espesor reemplazo (mm)	6mm	3mm	Stud Weld tiene 3mm más de material
Garantía de fabricación TAMA	12 meses	12 meses	Mismo tiempo de garantía

(*) Liner 1" x 350mm x 350mm Hardox 500 HB
(**) No incluye costo de pernos y/o Studs

HARDOX[®]
WEARPARTS

INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL USANDO PROCESO STUD WELD

- ▶ El desgaste se produce principalmente por deslizamiento o por impacto. Para garantizar una larga vida útil es esencial la instalación de los Liners, que suelen ser atornillados o por proceso Stud Weld.

Ventajas de Proceso Stud Weld:

1. El Proceso Stud Weld puede aumentar aún más la resistencia y tiempo vida útil del Liner, esto debido a que al no requerir perforación de agujeros del material antiabrasivo su desgaste es uniforme en toda el área(ver fig.1).
2. En el Proceso Stud Weld son espárragos de fijación que se sueldan en la parte posterior de la placa de desgaste y están disponibles en diferentes tamaños y roscas.
3. Los espárragos pueden instalarse en la parte posterior de las placas de desgaste, lo que elimina la necesidad de taladrar y avellanar agujeros, que resulta costoso y requiere mucho tiempo.

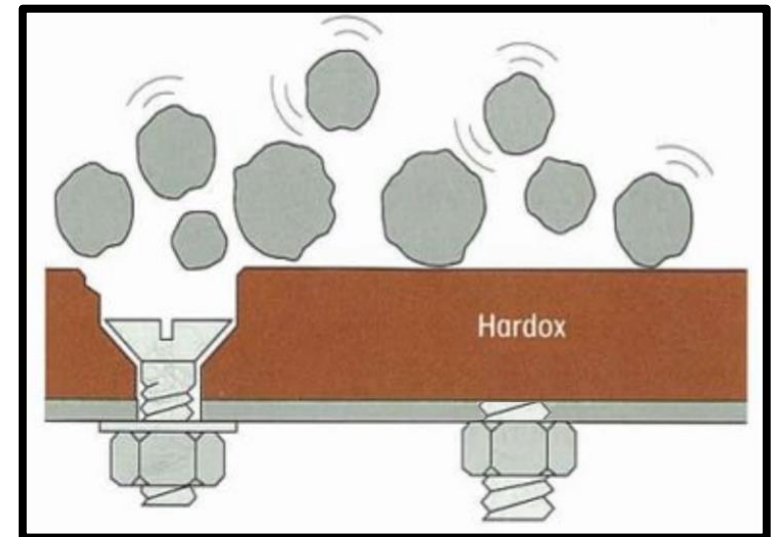


Fig.1: Proceso de Perforado vs Proceso de Stud Weld

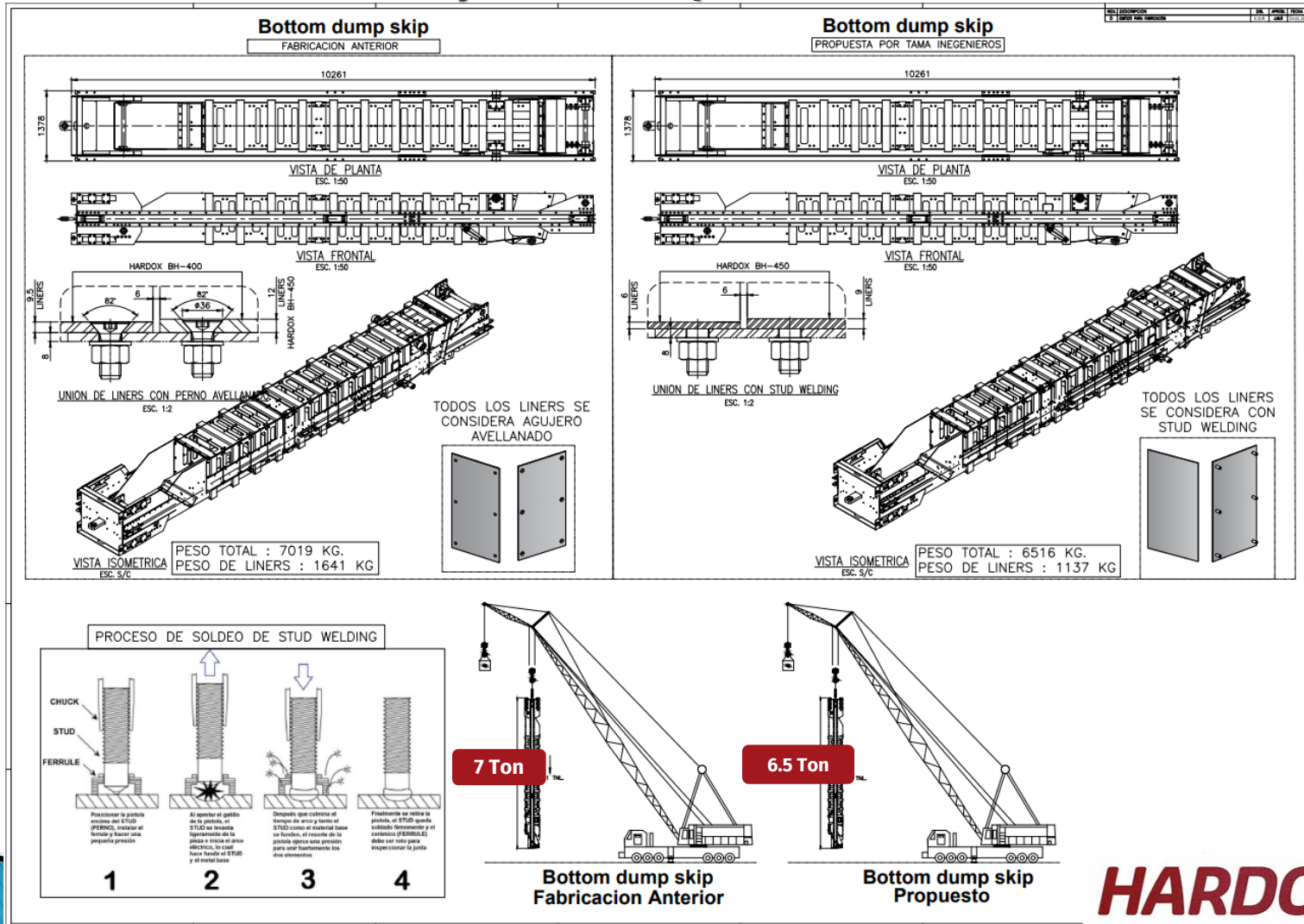
INCREMENTO DE LA VIDA ÚTIL USANDO PROCESO STUD WELD

CASO: Minería Subterránea – Posible mejora de tiempo de vida de liners

1. **PROBLEMA:** Disminuir el peso de los Liner para posterior elevación de Skip (Minería Subterránea).
2. **SOLUCIÓN PROPUESTA:** Se propone cambiar la fabricación de Liner con agujero avellanado por Proceso de Stud Weld.
3. **RESULTADOS POSIBLES:** Al cambiar el proceso de fabricación de perforación de agujero avellanado por Proceso Stud Weld, donde el peso inicial era de 7 Ton, este disminuye hasta en 0.5 Ton teniendo un peso final de 6.5 Ton.

CASO MINERÍA SUBTERRÁNEA

Posible mejora de tiempo de vida de liners



COMPROMISO CON EL MEDIO AMBIENTE: HUELLA DE CARBONO

- ▶ TAMA como taller Hardox Wearparts[®] es representante de SSAB[®] y por tanto comercializa y fabrica producto de aceros anti-abrasivos y de alta resistencia mecánica con el respaldo y soporte técnico de SSAB[®].
- ▶ SSAB[®] es el primer fabricante de acero libre de combustibles fósiles (Fossil Free Steel) un acero sin emisiones de carbono fósil fabricado a partir de acero reciclado y con energía no fósil. Como se muestra en la Figura 7, hacia el 2030 SSAB habrá eliminado las emisiones de CO₂ de su producción y además pondrá a disposición toda la gama completa de acero antiabrasivo y de alta resistencia del tipo Fossil Free, independientemente de la materia prima (chatarra o hierro esponja), consolidando aún más su posición de liderazgo en la transición ecológica de la industria siderúrgica [6].

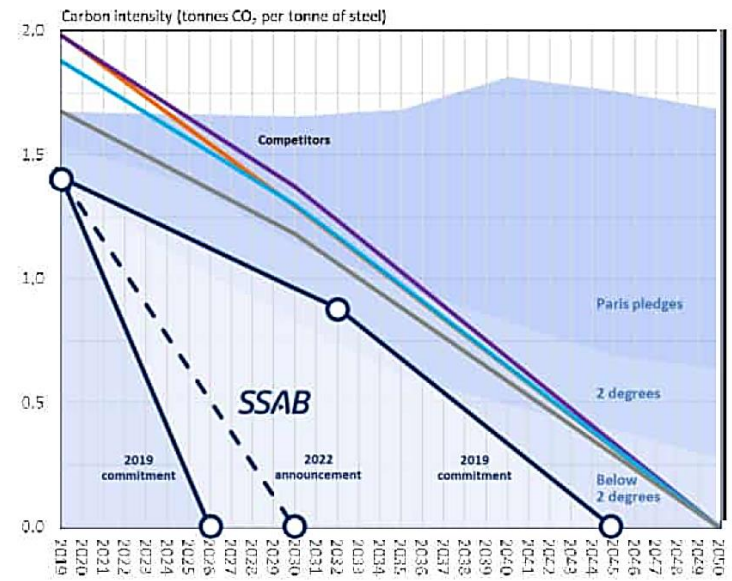


Figura 7. Intensidad de emisiones de CO₂ de acero SSAB[®].

COMPROMISO CON EL MEDIO AMBIENTE: HUELLA DE CARBONO

- ▶ De acuerdo con su reporte público “Report for Q4 and full-year 2023” en 2023 SSAB[®] emitió 1.43 ton CO₂ / ton acero [7]. Por medio de estas iniciativas:
 - Los fabricantes metalmecánicos podrán reducir su huella relativa a la compra de acero bajo en emisiones de CO₂.
 - TAMA promoverá en sus ofertas el uso de los aceros de alta resistencia de SSAB para que las fabricaciones sean más ligeras y resistentes.
 - Los clientes podrán reducir las emisiones de CO₂ relativas al ciclo de vida de sus equipos.
 - TAMA será de las primeras empresas en ofrecer productos libres de fósiles en el mediano plazo.

COMPROMISO CON EL MEDIO AMBIENTE: HUELLA DE CARBONO

- ▶ El uso de aceros del tipo SSAB puede ayudar a reducir la medición de huella de carbono por emisiones indirectas hasta en 21% si se toman como referencia los factores mostrados en (a) y (c):
 - a. Factor de emisiones del acero según Ecoinvent[®] 2.50 Ton CO₂ /Ton Acero.
 - b. Factor de emisiones del acero chino, promedio 1.97 Ton CO₂/Ton Acero según Worldsteel.
 - c. Factor de emisiones del Acero SSAB[®] 1.43 Ton CO₂ /Ton Acero
 - d. Factor de emisiones de nacional Aceros Arequipa 0.5 Ton CO₂ /Ton Acero.

Fuentes:

(a) De acuerdo a lo establecido por Ecoinvent[®], institución global encargada de calcular y establecer los factores de intensidad de emisiones de CO₂ que son utilizadas como referencia por otras instituciones.

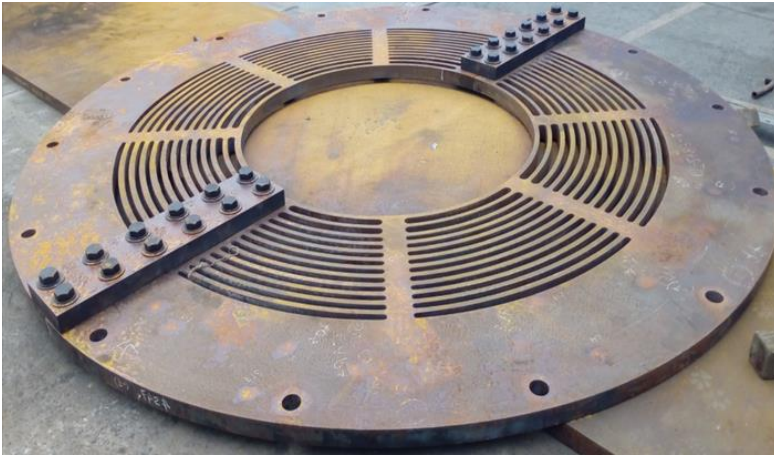
(b) Tomado de "2020 World Steel in Figures" (2021, p10).

(c) Tomado de "Steel Climate Impact – An International Benchmarking of Energy and CO₂ Intensities" (Apr 2022 p11).

(c) De acuerdo con su reporte público "Report for Q4 and full-year 2023" en 2023 SSAB[®].

(d) De acuerdo con su reporte público "Gestión de Riesgos y Oportunidades frente al cambio climático 2022" en 2023 Aceros Arequipa.

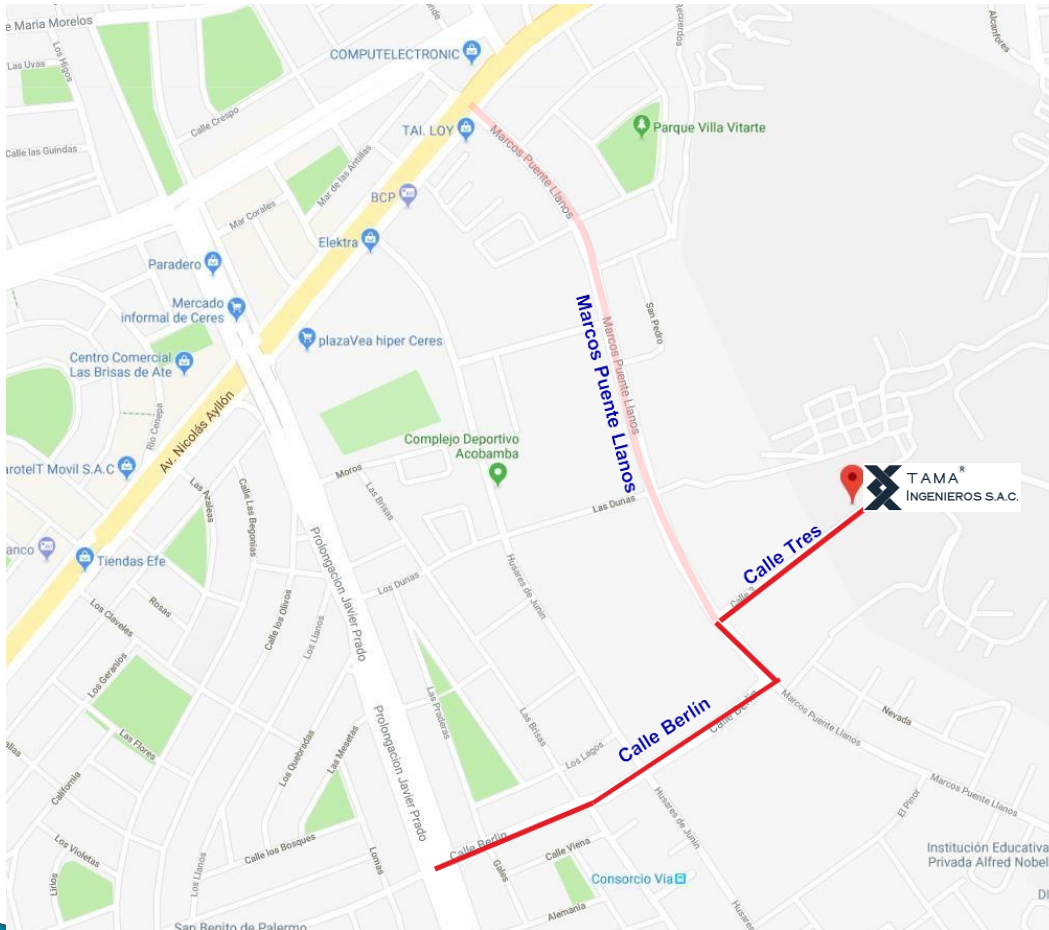
FABRICACIÓN DE LINERS PARA PLANTA CONCENTRADORA



Para mayor información sírvase revisar nuestra página web Hardox Wear Parts | TAMA INGENIEROS S.A.C.

Prohibida la copia parcial o total de este documento, sin la debida autorización de TAMA Ingenieros SAC

UBICACIÓN Y CONTACTOS



**Calle 3, Mz. B, Lt.1.
Urb. Barbadillo. ATE
Lima, Perú**



**51 1 715-1280
51 1 715-1281**



**ventas@tama.pe
ventashardox@tama.pe
tamasac@tama.pe**