

# NICKEL REVISTA

LA REVISTA DEDICADA AL NÍQUEL Y SUS APLICACIONES

---

NICKEL, VOL. 37, N.º 3, 2022

## El níquel y la huella de carbono

*Captura y almacenamiento de carbono:  
el níquel desempeña muchas funciones*

*El ciclo de vida del níquel y el  
cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub>*

*Captura de carbono: de forma natural  
la roca ultramáfica absorbe el CO<sub>2</sub>*





## ESTUDIO DE CASO 26 PUENTE CHRISTOPHER CASSANITI



**Arquitectos:** KI Studio  
**Ingenieros principales:** Arup  
**Contratista:** Arenco Daracon  
**Fabricante:** S&L Steel  
**Ubicación:** Sidney, Australia

### Componentes que contienen níquel:

- Placas dúplex 2205 para la estructura primaria del tablero
- Puntales de compresión dúplex 2205 que soportan el tablero del puente
- Aleación 718 (N07718) para los pasadores
- Austenítico 316L para las barandillas

### Dimensiones:

- 178m de largo
- Diámetro de la doble hélice 7.8 m (el más ancho) - 5.5 m (el más estrecho)

Con una luz de 178 metros, el puente Christopher Cassaniti es el primer puente de doble hélice de Australia. El paso para peatones y ciclistas, terminado en 2020, se extiende sobre dos carreteras muy transitadas.

Dado el limitado espacio disponible para los puntos de entrada y salida, el puente se diseñó siguiendo una forma sinusoidal. Para su construcción se emplearon 200 toneladas de acero al carbono y 80 toneladas de chapas de acero inoxidable dúplex granalladas. El acero inoxidable dúplex 2205 (UNS S32205), que contiene aproximadamente un 5 % de níquel, se utilizó para la estructura primaria del tablero por su excelente resistencia a la corrosión, su solidez y su tenacidad al impacto, con el fin de minimizar el mantenimiento durante los 100 años de vida útil del puente. El puente está sostenido por puntales de acero inoxidable dúplex conectados con pasadores y cojinetes esféricos fabricados con la aleación especial 718, una superaleación que contiene aproximadamente un 50 % de níquel con una resistencia superior a la corrosión. Las balastradas se fabricaron con acero inoxidable austenítico

316L (S31603), que suele contener un 10 % de níquel.

El tablero de acero inoxidable dúplex descansa completamente dentro de la estructura tubular de doble hélice de acero al carbono y no contribuye a la función portante del puente. Para formar la doble hélice se utilizaron más de 3600 placas de acero al carbono. Se cortaron con láser, se laminaron con una forma determinada y se soldaron entre sí para crear las secciones de caja retorcidas y curvadas, que se montaron fuera de las obras, se desmontaron y se transportaron. Las placas de acero inoxidable dúplex de 12 mm de grosor debían soldarse con cuidado para controlar la distorsión, que es mayor que la del acero al carbono, debido principalmente a la menor conductividad térmica del acero inoxidable dúplex.

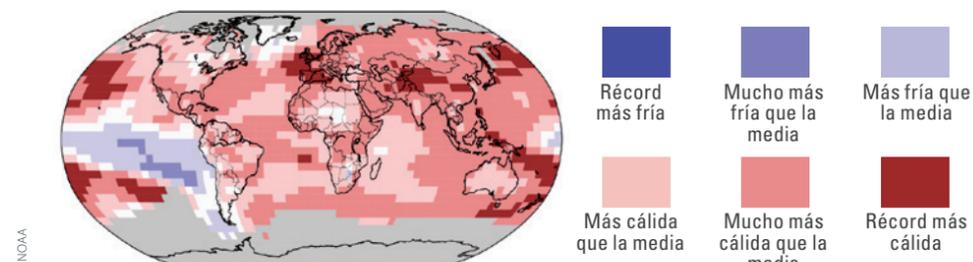
Un revestimiento de pintura azul brillante abre el puente al cielo y a los verdes alrededores.



## EDITORIAL: EL NÍQUEL Y EL CARBONO

El 2022 fue un año de fenómenos meteorológicos extremos. En Pakistán se alcanzaron temperaturas máximas de 50°C en marzo, seguidas de devastadoras inundaciones en mayo. En el Reino Unido, el termómetro superó los 40°C. España y Portugal se vieron asolados por incendios forestales y en Estados Unidos los embalses alcanzaron mínimos históricos. En China, parte del río Yangtsé se secó. En Australia, Sydney ha tenido el año más lluvioso jamás registrado.

### PERCENTILES DE TEMPERATURA EN SUPERFICIE JUNIO-AGOSTO 2022



Las emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI) son el resultado de la actividad humana que atrapa calor en la atmósfera. El calentamiento global que esto provoca agrava fenómenos naturales como las inundaciones y las sequías. En este número de *Nickel* analizamos el carbono desde varios puntos de vista: su reducción, su cálculo y su secuestro.

Como el primer paso para reducir las emisiones es medirlas, el Nickel Institute ha elaborado una guía para ayudar a los productores de níquel metálico a calcular sus emisiones de GEI. En la página 8 respondemos a preguntas sobre la importancia de disponer de datos fiables sobre el ciclo de vida para productores y usuarios de níquel.

Paralelamente al trabajo de los productores de níquel para reducir sus emisiones de carbono, el níquel en uso también contribuye a las tecnologías que reducen la fuga de carbono a la atmósfera. La captura y almacenamiento de carbono es una de esas técnicas en las que el níquel resulta esencial. Como el cambio climático también provoca escasez de agua, en muchas partes del mundo la desalinización está garantizando el suministro de agua dulce. El níquel también desempeña un papel aquí.

Las empresas mineras quieren ser neutras en emisiones de carbono. En la página 12 encontrará información sobre un método sorprendentemente natural que puede ayudarlas.

¿Quiere reducir sus propias emisiones de carbono? Cambie su coche devorador de gasolina por una motoneta eléctrica. En la contraportada encontrará toda la inspiración.

Clare Richardson  
Editora, *Nickel*

**Los diez septiembrés más cálidos registrados se han producido desde 2012** — Informe sobre el clima mundial, septiembre de 2022 | National Centers for Environmental Information (NCEI) (noaa.gov)

# ÍNDICE

- 02 **Estudio de caso n.º 26**  
*Puente Christopher Cassaniti*
- 03 **Editorial**  
*El níquel y el carbono*
- 04 **Actualidades de Nickel**
- 06 **Captura y almacenamiento de carbono**  
*Las aleaciones de níquel captan la atención*
- 08 **Huella de carbono del níquel**  
*Preguntas y respuestas*
- 11 **Desalinización**  
*El futuro del agua más dulce*
- 12 **Captura de carbono, de forma natural**  
*La roca ultramáfica absorbe el CO<sub>2</sub>*
- 14 **Preguntas y respuestas técnicas**
- 15 **Nuevas publicaciones**
- 15 **Detalles UNS**
- 16 **Doblado en una moto mejor**  
*Motoneta eléctrica ligera*

La revista Nickel es una publicación del Nickel Institute

[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

Dr. Hudson Bates, Presidente  
Clare Richardson, Editora

[communications@nickelinstitute.org](mailto:communications@nickelinstitute.org)

Colaboradores: Nancy Baddoo, Gary Coates,  
Richard Matheson, Francisco Meza, Mark Mistry,  
Geir Moe, Kim Oakes, Odette Ziezold

Diseño: Constructive Communications

El material aquí contenido ha sido preparado para información general del lector y no deberá utilizarse ni tomarse como base para aplicaciones específicas sin antes obtener asesoramiento. Aunque se considera que el material es técnicamente correcto, el Nickel Institute, sus miembros, su personal y sus consultores no afirman ni garantizan que sea adecuado para ningún uso general o específico, ni aceptan ningún tipo de obligación o responsabilidad respecto a la información aquí contenida.

ISSN 0829-8351

Impreso en papel reciclado en Canadá por Hayes Print Group

Créditos de imágenes de Stock: Portada:  
iStock@peterschreiber.media  
pág. 4 iStock@peterschreiber.media  
pág. 7 iStock@VectorMine  
pág. 10. iStock@kynny  
pág. 11 iStock@Nils Versemann

# NICKEL

ACTUALIDADES



## Una pequeña gota, una gran idea



En la búsqueda de un método preciso y mínimamente invasivo para diagnosticar cánceres cerebrales, un equipo de científicos canadienses ha creado un biosensor ultrasensible que contiene níquel y puede detectar materiales desprendidos por tumores a partir de una minúscula muestra de sangre. Utilizando rayos láser de alta intensidad, formaron nanocapas tridimensionales de níquel y óxido de níquel sobre un chip de níquel que les permitieron detectar cantidades ínfimas de materiales derivados de tumores, como ácidos nucleicos, proteínas y lípidos. Los investigadores lograron distinguir el cáncer cerebral del de mama, pulmón y colorrectal con una especificidad del 100 % y discernir los tumores cerebrales primarios de los secundarios con un grado de éxito similar. Publicado en la revista ACS Nano, podría conducir a un diagnóstico más precoz y a mejores opciones de tratamiento.



## Lucha contra las infecciones fúngicas

Los investigadores han avanzado en la lucha contra las peligrosas infecciones fúngicas, demostrando que los compuestos químicos que contienen metales especiales, entre ellos el níquel, son muy eficaces. Con la ayuda de la Comunidad para el Descubrimiento Abierto de Fármacos Antimicrobianos (CO-ADD), fundada por la Universidad de Queensland (Australia), el Dr. Angelo Frei y su equipo de la Universidad de Berna probaron 21 compuestos metálicos muy activos contra diversas cepas de hongos resistentes. “Muchos demostraron una buena actividad contra todas las cepas fúngicas y eran hasta 30 000 veces más activos contra los hongos que contra las células humanas, —explica Frei—. Si explotamos todo el potencial de la tabla periódica, quizá podamos evitar un futuro en el que no tengamos antibióticos eficaces ni agentes activos para prevenir y tratar las infecciones fúngicas”.

© GREATCOLLECTIONS AUCTIONS



## Famoso hallazgo de níquel

¿Una moneda de cinco céntimos valorada en 4.2 millones de dólares? Eso es lo que GreatCollections Coin Auctions pagó este año por la Walton Liberty Head Nickel de 1913, afirmando que la moneda “tiene una de las mayores historias jamás contadas en la numismática estadounidense”. Uno de los cinco únicos ejemplares conocidos de la rarísima Liberty Head Nickel de 1913, que dejó de fabricarse en 1912. Se dice que las cinco raras piezas fueron acuñadas por error o acuñadas y sustraídas por el empleado de la Casa de la Moneda de EE. UU., Samuel Brown. Vendidos por Brown en 1924, los cinco ejemplares han sido propiedad de algunos de los nombres más importantes de la numismática. GreatCollections dijo que adquirió el ejemplar Eliasberg del níquel de 1913 el año pasado en una histórica transacción de tres monedas por valor de 13.35 millones de dólares.

## Una solución de parada rápida

Imagine recorrer otros 400 km en su vehículo eléctrico tras una parada de 10 minutos. Los investigadores de la Universidad Estatal de Pensilvania tienen una solución prometedora, tras experimentar con una lámina de níquel para calentar baterías de iones de litio y aumentar su rendimiento. Trabajando con una batería que tenía una autonomía aproximada de 560 km cuando estaba totalmente cargada, Chao-Yang Wang, autor principal e ingeniero de baterías, y su equipo demostraron que añadiendo una lámina ultrafina de níquel a su interior, podían recargar la batería del vehículo eléctrico al 70 % en 11 minutos para una autonomía aproximada de 400 km, y al 75 % en 12 minutos para una autonomía aproximada de 440 km. “Nuestra tecnología permite utilizar baterías más pequeñas y de carga más rápida para la adopción masiva de coches eléctricos asequibles”, afirma Wang.



EC POWER

# CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

## POR QUÉ LAS ALEACIONES DE NÍQUEL ACAPARAN LA ATENCIÓN



La instalación de captura y almacenamiento de carbono (CAC) de Quest, cerca de Edmonton (Alberta, Canadá). Desde su apertura a finales de 2015, la instalación ha capturado y almacenado más de 6.8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y lo ha almacenado de forma segura a 2 km bajo tierra.

A medida que las industrias de todo el mundo se esfuerzan por reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), también se realizan esfuerzos para evitar su escape a la atmósfera mediante su secuestro. Estas tecnologías se conocen como captura y almacenamiento de carbono (CAC).

Para ayudar a alcanzar la ambición de cero emisiones antropogénicas netas de gases de efecto invernadero, el Nickel Institute sigue estudiando qué tipo de contribución y qué importancia tendrá el níquel en el despliegue con éxito de la CAC. Se trata de un esfuerzo que incluye toda la cadena de valor de la CAC, desde la captura madura de carbono y su transporte hasta el almacenamiento subterráneo.

**Apostar por calidades superiores**  
La corrosión y la correcta selección de materiales son aspectos clave para el desarrollo de infraestructuras de CAC seguras, fiables y económicas.

Muchos procesos de CAC implican bajas temperaturas con presencia de agua libre, lo que da lugar a condiciones ácidas y riesgo de corrosión. El acero al carbono no es adecuado, por lo que a menudo se requieren aceros inoxidables que contienen níquel y aleaciones de níquel de mayor calidad.

La captura de carbono a partir de gases suele contener agua, normalmente procedente de procesos de combustión. Los procesos, o bien funcionan en condiciones ácidas húmedas, o bien requieren un secado previo para capturar el CO<sub>2</sub>. Algunos funcionan a altas temperaturas y en condiciones duras, que

tampoco son adecuadas para el acero al carbono.

### Cómo transportarlo

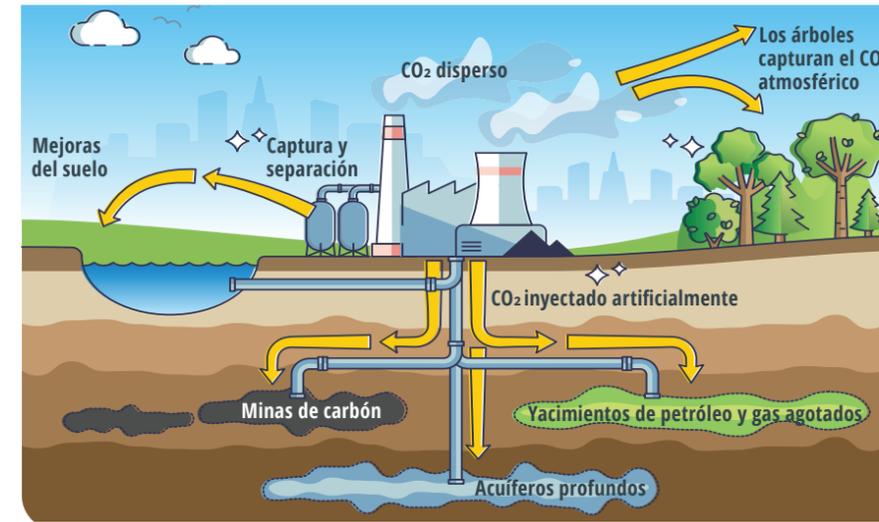
El transporte de CO<sub>2</sub> desde la captura de carbono hasta el almacenamiento subterráneo se realizará principalmente a través de oleoductos, buques, camiones y ferrocarril.

El dióxido de carbono se licua para poder transportarlo a un lugar de secuestro. El equipo para transportar CO<sub>2</sub> desde la captura de carbono hasta el almacenamiento subterráneo también requiere acero de baja aleación que contenga níquel, acero inoxidable o aleaciones de níquel.

### Llegar al nivel subterráneo

El CO<sub>2</sub> inyectado en el subsuelo suele estar seco y no ser corrosivo. Sin embargo, debe diseñarse un pozo teniendo en cuenta el riesgo de que se den condiciones ácidas que provoquen corrosión durante su vida útil.

Los datos de diseño de pozos en EE. UU. y la UE muestran que el acero inoxidable que contiene níquel y las aleaciones de níquel suelen seleccionarse para infraestructuras de pozos críticas con riesgo de corrosión. Los EE. UU. han establecido directrices claras para el diseño y la construcción de pozos de inyección de CO<sub>2</sub> que hacen hincapié en la selección de materiales, lo que respalda el papel



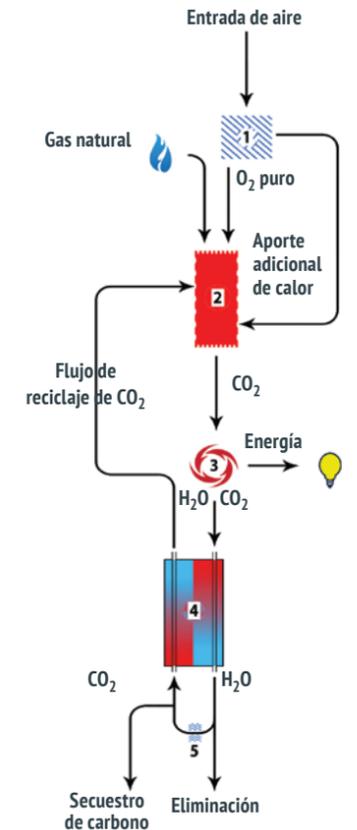
fundamental que desempeñará el níquel en el almacenamiento subterráneo de CO<sub>2</sub>. Para ayudar en la selección de materiales para los procesos de CAC, la Asociación para la Protección y el Rendimiento de los Materiales (AMPP) está desarrollando *Directrices para la Selección de Materiales y el Control de la Corrosión para el Transporte y la Inyección de CO<sub>2</sub>*, identificando dónde se prefieren los materiales que contienen níquel.

A medida que las industrias continúan evaluando la cadena de valor de la CAC, es evidente que hay muy pocos pasos que no necesitarán acero de baja aleación que contenga níquel, acero inoxidable o aleaciones de níquel. Esto demuestra el papel vital del níquel en el despliegue de la CAC para ayudar a conseguir emisiones antropogénicas nulas de gases de efecto invernadero en los próximos años y décadas.

### Dónde está la "misión crítica" del níquel

- Recuperación de CO<sub>2</sub> de los gases de combustión de las centrales eléctricas de carbón, donde los gases de combustión están contaminados con SO<sub>2</sub> y agua, creando un condensado ácido que corroería el acero al carbono.
- Los disolventes líquidos, como la amina, absorben el CO<sub>2</sub> de la corriente de gas. Esto puede dar lugar a condiciones corrosivas ácidas en el recipiente de absorción de CO<sub>2</sub>, en el sistema de manipulación de la amina líquida y en el recipiente de separación donde se libera el CO<sub>2</sub> limpio.
- Los sistemas de recuperación de absorbentes sólidos, como la adsorción por cambio de temperatura (TSA), también eliminan el CO<sub>2</sub> de una corriente de gas por interacción con el sorbente. Este proceso implica condiciones húmedas con temperaturas que oscilan entre 40 °C y 100 °C, lo que produce entornos ácidos corrosivos. Debido a la posible formación de ácido carbónico, las principales áreas de riesgo son: el proceso de secado, en el que se utiliza acero inoxidable austenítico que contiene níquel; y el soplador previo a la captura, en el que se utiliza acero inoxidable dúplex que contiene níquel.
- Procesos innovadores para utilizar y capturar CO<sub>2</sub>, como el ciclo de generación de energía Allam-Fetvedt, que requerirá aleaciones que contengan níquel para la turbina y la cámara de combustión de CO<sub>2</sub>, el intercambiador de calor y las tuberías a altas temperaturas que conectan estos dos componentes.

### CICLO ALLAM-FETVEDT SIMPLIFICADO



1. Unidad de separación del aire (ASU)
2. Combustor de oxcombustible
3. Turbina
4. Intercambiador de calor
5. Refrigeración

El proceso Allam-Fetvedt convierte los combustibles de carbono en energía térmica a la vez que captura el CO<sub>2</sub> y el agua generados.

# MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL NÍQUEL PREGUNTAS Y RESPUESTAS AL EXPERTO EN SOSTENIBILIDAD DEL NICKEL INSTITUTE, EL DR. MARK MISTRY



*El Dr. Mark Mistry está especializado en los avances normativos que pueden afectar a la industria del níquel y contribuye al debate académico y científico sobre la evaluación del ciclo de vida y los beneficios de utilizar y reciclar el níquel. También contribuye al desarrollo de normas mundiales de sostenibilidad.*

*Con el cambio climático a la cabeza de las preocupaciones mundiales, un amplio abanico de partes interesadas exigen datos sobre la huella de carbono a los productores de níquel.*

*¿Por qué? Los clientes necesitan evaluar el perfil de GEI de sus propios productos que contienen níquel; los organismos reguladores quieren saber si los productos y los procesos cumplen las normas, y las plataformas comerciales como la Bolsa de Metales de Londres necesitan datos en aras de la transparencia. Además, los propios productores de níquel necesitan los datos para mejorar sus procesos. Todo ello requiere que el sector del níquel produzca datos fiables sobre el ciclo de vida.*

## ¿Cuál es la relación entre la huella de carbono y los datos del ciclo de vida del níquel?

Los datos del ciclo de vida describen los insumos del proceso (como la energía, los productos químicos o el agua) y los productos (como las emisiones al agua, la atmósfera o los residuos). Se recopilan para cada etapa de la producción de productos de níquel. Los datos del ciclo de vida son la base de un análisis del impacto del ciclo de vida (AICV). Los AICV convierten las entradas y salidas en 15 “categorías de impacto ambiental”, siendo la más importante las emisiones de GEI, o la huella de carbono. Un AICV identifica la fase del proceso en la que se producen los impactos ambientales más elevados o perjudiciales.

## ¿Cómo se utilizan en la práctica?

Los usuarios finales utilizan los datos del ciclo de vida para evaluar el comportamiento medioambiental de un producto. Se pueden comparar las entradas y salidas de dos productos que cumplen la misma función. Por ejemplo, las tecnologías de baterías de vehículos eléctricos

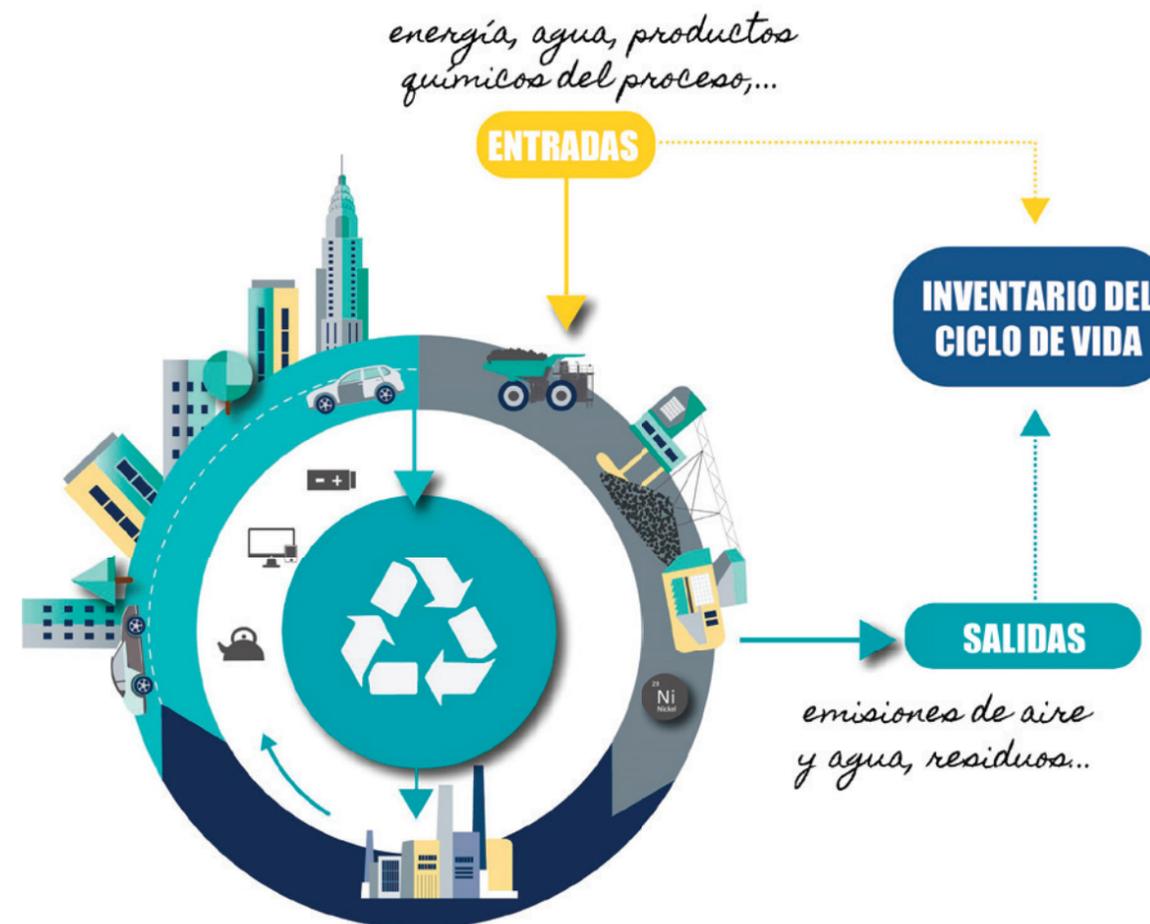
que contienen níquel pueden evaluarse frente a un coche con motor de combustión clásico para comprender el comportamiento medioambiental de ambos a lo largo de todo el ciclo de vida. Los productores de níquel también utilizan los datos del ciclo de vida para orientar las mejoras de sus procesos.

## ¿Por qué son importantes las normas de evaluación del ciclo de vida?

Cualquier cálculo de GEI debe ser sólido y basarse en la norma de ACV acordada a nivel mundial (ISO 14044). Es necesario un enfoque coherente para garantizar que los requisitos de datos y los datos del ciclo de vida de los productores de níquel se recopilen sobre la misma base y, por tanto, sean comparables.

## ¿Se actualizan estos datos regularmente?

Son varios los parámetros que influyen en los datos del ciclo de vida, como la ley del mineral y la presencia de subproductos, los cambios en el proceso de extracción, la tecnología de proceso



específica aplicada, el suministro de energía y las actualizaciones tecnológicas o las inversiones en reducción o prevención de emisiones. Estos factores pueden cambiar en un plazo relativamente corto y afectar significativamente los resultados de una evaluación del ciclo de vida. Por tanto, los datos del ciclo de vida deben actualizarse periódicamente. Una actualización cada cinco años es habitual, pero a menudo los clientes y los usuarios intermedios exigen que los datos se actualicen con mayor frecuencia.

## ¿Cómo se compara el níquel con otros metales?

En la comunidad del ciclo de vida, existe un amplio consenso de que la comparación debe hacerse sobre la base de una “unidad funcional”, en lugar de sobre la base de un material. El níquel se utiliza a menudo como elemento de aleación. Una comparación significativa con otros

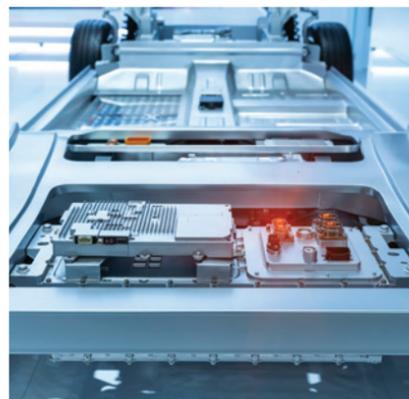
materiales tendría que hacerse sobre una unidad funcional acordada, por ejemplo, un marco de ventana de un tamaño específico; o un tubo definido que transporte una sustancia específica a lo largo de una determinada distancia.

## ¿Varía la calidad de los datos sobre el ciclo de vida del níquel?

Las consultoras de datos ofrecen modelos de datos sobre la huella de carbono que se basan en suposiciones y, a menudo, en estimaciones aproximadas debido a la ausencia de datos. Los resultados de estos modelos suelen diferir significativamente de los datos sobre la huella de carbono del Nickel Institute, que se basan en cifras concretas proporcionadas por las empresas, calculadas según una norma acordada a escala mundial y verificadas de forma independiente.



*How to determine GHG emissions from nickel metal Class 1 production [Cómo determinar las emisiones de GEI de la producción de níquel metal de clase 1] El Nickel Institute ha publicado una guía para los productores de níquel que les ayuda a calcular sus emisiones de gases de efecto invernadero. Esta guía tiene en cuenta la complejidad de la producción de níquel y contribuye a la obtención de datos sólidos y científicamente fiables, comparables en toda la industria del níquel.*



*Las evaluaciones del ciclo de vida permiten comparar las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos eléctricos y los coches clásicos con motor de combustión a lo largo de todo el ciclo de vida.*

### ¿Por qué se preocupan las partes interesadas por la huella de carbono de las baterías de los vehículos eléctricos?

Los vehículos eléctricos son fundamentales para lograr una movilidad ecológica, sostenible y descarbonizada. Sin embargo, hay estudios que afirman que los vehículos eléctricos (VE) emiten emisiones de GEI similares o incluso superiores a las de los coches clásicos con motor de combustión. La huella de carbono de las baterías contribuye de forma significativa a las emisiones globales de GEI de los VE y es objeto de escrutinio por parte de diversas partes interesadas. Las evaluaciones del ciclo de vida permiten comparar las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos eléctricos y los coches clásicos con motor de combustión a lo largo de todo el ciclo de vida. Las baterías contribuyen en gran medida a la huella de carbono de los VE, por lo que deben evaluarse todas las materias primas y los procesos de fabricación de las baterías. Los datos del ciclo de vida proporcionan la base para el cálculo de la huella de las baterías de los VE.

### ¿Qué importancia tiene el níquel en la huella de carbono de los VE?

El níquel representa alrededor del 9 % de la huella de carbono total de una batería de VE NMC 111. La contribución de la electricidad utilizada en la fabricación de la batería y del aluminio de la carcasa es mucho más significativa.

### ¿Están interesados los fabricantes de acero inoxidable en los datos sobre el ciclo de vida del níquel?

Los datos del ciclo de vida específicos de cada empresa son cada vez más obligatorios. Por ejemplo, el Mecanismo de Ajuste en Frontera de las Emisiones de Carbono de la UE exige que se calcule la huella de carbono del acero inoxidable cuando se importa en la UE para determinar la cantidad de certificados de carbono que hay que comprar. Además, en el caso de los productores de acero inoxidable que declaran su huella de carbono, los datos

se incorporan a las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP).

### ¿Varía la huella de carbono según los distintos productos de níquel utilizados en la producción de acero inoxidable?

El arrabio de níquel, el ferróníquel y el níquel metálico son los principales insumos que contienen níquel para la producción de acero inoxidable. Su huella de carbono puede variar en un factor de más de 30 entre los productores con menores y mayores emisiones de GEI. Por lo tanto, la elección del producto de níquel utilizado en la producción de acero inoxidable influye significativamente en la huella de carbono del acero inoxidable.

### ¿Es más sostenible el acero inoxidable procedente de chatarra por tener una menor huella de carbono?

En general, el reciclado es importante para lograr la sostenibilidad, ya que evita los vertederos, reduce la demanda de materias primas primarias, aumenta la eficiencia de los recursos y crea puestos de trabajo para las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la recolección y el reciclado. En la modelización del ciclo de vida, se suele aplicar un enfoque de “corte” para la inclusión de materiales secundarios. En este enfoque, la chatarra como material de entrada queda libre de impactos ambientales. Los enfoques de “fin de vida” distribuyen los impactos ambientales de la producción primaria a lo largo de los diversos ciclos de vida que experimenta un material. La aplicación de enfoques de “fin de vida” alinearía mejor las huellas de carbono del metal primario y del reciclado.

El Nickel Institute ha elaborado una guía para ayudar a los productores de níquel a calcular sus emisiones de gases de efecto invernadero. *How to determine GHG emissions from nickel metal class 1 production* puede descargarse del sitio web del Nickel Institute. [www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

# NUEVAS IDEAS POTENCIAN LA DESALINIZACIÓN DEL AGUA

*En 2025, la ONU calcula que 1800 millones de personas vivirán en países o regiones con escasez absoluta de agua, y dos tercios de la población mundial podrían encontrarse en condiciones de estrés.*

Como la presión para conseguir agua potable no deja de aumentar, el número de plantas desalinizadoras es cada vez mayor. Los materiales que contienen níquel son fundamentales para garantizar un funcionamiento sin problemas y a largo plazo, ya que los procesos para convertir el agua de mar y el agua salobre están sujetos a la corrosión a menos que se utilicen materiales adecuados.

La clave de unas soluciones viables que satisfagan la demanda es la necesidad de opciones de desalinización sostenibles. Existen dos tipos principales de tecnologías: las de membrana (ósmosis inversa) y las térmicas (desalinización por efectos múltiples y flash multietapa).

Las técnicas de desalinización térmica implican evaporación y pueden ser más costosas y consumir más energía, con impactos ambientales más significativos que la ósmosis inversa. Desarrollada por primera vez a finales de la década de 1950, la desalinización por ósmosis inversa utiliza el principio de la ósmosis eliminando selectivamente el cloruro al forzar el agua a alta presión a través de

membranas semipermeables. La ósmosis inversa se ha convertido en la opción preferida porque es altamente escalable, dando servicio tanto a hoteles individuales como a ciudades.

En las plantas de ósmosis inversa, varios componentes pueden fabricarse con S32750 o S32760 superdúplex, como las entradas de agua de mar, los tamices, los discos para válvulas de mariposa y las tuberías de la sección de alta presión. Las carcasas de las bombas de las partes de baja y alta presión del sistema pueden fabricarse en superdúplex J93380 y J93404. Los tubos de instrumentación para controlar el proceso también pueden fabricarse con aceros inoxidables superdúplex con un 6 % de Mo, como S31254, N08367 o N08926, y 90/10 Cu/Ni (C70600).

La publicación del Nickel Institute *Materials selection for desalination plants – 11029 [Selección de materiales para plantas desalinizadoras – 11029]* puede descargarse gratuitamente del sitio web del Nickel Institute [www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org).



*Tuberías de acero inoxidable superdúplex de alta presión en la planta desalinizadora de ósmosis inversa de agua de mar (SWRO) de Queensland, Australia. Los aceros inoxidables dúplex y superdúplex son los materiales por defecto para las tuberías de alta presión en la mayoría de las plantas de ósmosis inversa del mundo debido a su combinación de alta resistencia y excelente resistencia a la corrosión.*



*La planta desalinizadora de Victoria, en el estado de Victoria, Australia, se completó en 2012 con una producción estimada de 410 megalitros de agua al día.*

# CAPTURA DE CARBONO, DE FORMA NATURAL

*La mayoría de las empresas han anunciado públicamente que planean ser neutras en carbono antes de 2050. Esto supondrá un reto importante para muchas de ellas. Una forma de ayudar a conseguir la neutralidad en carbono es capturar el dióxido de carbono que se ha generado en un proceso como la combustión de combustibles o que se encuentra en la atmósfera. El CO<sub>2</sub> capturado puede utilizarse en otro proceso o almacenarse permanentemente para que no se libere. Hay muchos procesos propuestos y en funcionamiento para capturar el dióxido de carbono y luego secuestrarlo, y la mayoría de ellos son caros de construir y operar.*

Pero, ¿y si hubiera una sustancia abundante y natural que reaccionara con el CO<sub>2</sub> del aire para formar una materia que pudiera almacenarse de forma fácil y segura durante muchos miles de años? Algunas empresas mineras tienen esa opción.

**La roca ultramáfica absorbe el CO<sub>2</sub>**  
En la minería, los minerales de interés están mezclados con otros minerales, llamados ganga. En una mina se muele la roca para separar los minerales de interés y el resto se elimina como residuos. Pero si los residuos están compuestos de roca

*Las investigaciones realizadas en la mina de níquel de BHP Nickel West Mount Keith demuestran que, en la actualidad, los residuos de un año capturan unas 40 000 toneladas de CO<sub>2</sub>, con un potencial de captura de 4 millones de toneladas.*



ultramáfica –el término general para diferentes minerales que contienen un contenido relativamente alto de magnesio junto con un bajo contenido de sílice– absorberán lentamente el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, convirtiéndolo en un compuesto carbonatado estable y sólido. En otras tecnologías de almacenamiento de CO<sub>2</sub>, el dióxido de carbono gaseoso se bombea a la tierra y permanece como gas, mientras que aquí el CO<sub>2</sub> se transforma en una sustancia química sólida que permanecerá en esa forma durante miles de años. Por ejemplo, la serpentina, un hidróxido de silicato de magnesio, es una de esas rocas ultramáficas que suelen encontrarse en los residuos. Reacciona de forma natural con el dióxido de carbono del aire para formar carbonato de magnesio.

**Mineralización pasiva del carbono**  
Las investigaciones llevadas a cabo en la mina de níquel de BHP, Nickel West Mount Keith, en Australia Occidental, demuestran que los residuos de un año capturan actualmente, sin ningún tratamiento especial, unas 40 000 toneladas de CO<sub>2</sub>. Es lo que se denomina mineralización pasiva de carbono. Sin embargo, esos residuos tienen capacidad para capturar 4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, pero la velocidad de reacción natural es muy lenta. Del mismo modo, un informe para la mina de níquel-cobalto de Dumont, en el norte de Quebec (Canadá), ha sugerido que podrían capturarse pasivamente 21 000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año durante los 33 años previstos de vida útil de la mina.

Se está trabajando en laboratorio para determinar cómo acelerar la reacción. Esta tecnología podría permitir a muchas minas no sólo ser neutras en carbono, sino negativas en carbono. Esto es de especial interés para las minas que producen metales para baterías de vehículos eléctricos (VE), ya que los compradores de VE quieren saber que los componentes de las baterías se han producido de una manera social y ambientalmente responsable.

## Puesta en marcha del proceso

Una empresa que trabaja para ser carbono negativo es Canada Nickel, con su proyecto Crawford, una mina de sulfuro de níquel y cobalto situada cerca de Timmins, en Ontario (Canadá). Han desarrollado un novedoso proceso que denominan *Carbonatación de residuos en proceso* que fijaría el CO<sub>2</sub> en el circuito de procesamiento. Utilizaría una fuente concentrada de CO<sub>2</sub>, por ejemplo, procedente de la generación de energía por gas natural. Mark Selby, Presidente y Director General de Canada Nickel, comentó: “Estas pruebas a escala de laboratorio hacen avanzar nuestra comprensión de cómo hacer operativo este proceso para convertir una mina de níquel en un generador neto de créditos de carbono en lugar de un generador de emisiones de carbono”.

Del mismo modo, otros proyectos relacionados con el níquel están trabajando para aumentar la velocidad de reacción. FPX Nickel ha realizado pruebas con residuos de su proyecto Baptiste, en el centro de la Columbia Británica (Canadá). “FPX está muy orgullosa de desempeñar un papel de liderazgo en la aplicación de la ciencia fundamental para evaluar el potencial de captura y almacenamiento permanente de carbono a gran escala en la industria minera”, declaró Martin Turenne, Presidente y Director General de FPX. Además, Giga Metals está financiando una investigación para determinar cómo utilizar los residuos de su mina propuesta de Turnagain, en la Columbia Británica, para la captura de carbono.

El manto terrestre está compuesto de rocas ultramáficas, y el potencial de captura de CO<sub>2</sub> es enorme. Aunque las minas de níquel han sido las protagonistas de este reportaje, la naturaleza de la captura de carbono de forma natural de las rocas ultramáficas puede ser aprovechada por muchos tipos de empresas mineras en todo el mundo.



*El manto terrestre está compuesto de rocas ultramáficas, y el potencial de captura de CO<sub>2</sub> es enorme.*



# PREGÚNTELE A UN EXPERTO PREGUNTAS MÁS FRECUENTES DE LA LÍNEA DE ASESORAMIENTO TÉCNICO DEL NICKEL INSTITUTE

El ingeniero Geir Moe es el coordinador del Servicio de Consultas Técnicas en el Nickel Institute. Junto con otros especialistas en materiales de todo el mundo, Geir ayuda a los usuarios finales y a los especificadores de materiales que contienen níquel que buscan asistencia técnica. El equipo está disponible para brindar asesoramiento técnico gratuito sobre una amplia gama de aplicaciones como el acero inoxidable, las aleaciones de níquel y el niquelado para permitir el uso del níquel con confianza.  
<https://inquiries.nickelinstitute.org/>

**P:** He recibido quejas de un cliente que está haciendo embutición profunda de ollas, sartenes y fregaderos con el tipo 304L (UNS S30403). Durante el conformado el material está bien, pero aparecen grietas al cabo de cierto tiempo.

**R:** El acero inoxidable que contiene níquel tipo 304L, que tiene una microestructura austenítica, es metaestable, lo que significa que forma algo de martensita como resultado de la deformación plástica (también conocida como martensita inducida por deformación). Esta microestructura alternativa, que es menos dúctil, se formará en las zonas que han sido trabajadas en frío y es susceptible de agrietarse por el hidrógeno presente en el acero inoxidable. Debido a este trabajo en frío, el hidrógeno se difunde a la martensita y acaba provocando el agrietamiento. Esta difusión lleva su tiempo y por eso se retrasa el agrietamiento. La susceptibilidad del acero inoxidable al agrietamiento depende en gran medida de su composición. Un mayor contenido de níquel y un menor

contenido de carbono y nitrógeno ayudarán a evitar el agrietamiento. Los aceros inoxidables con mayor contenido de níquel, como el 305 (S30500) y el 316L (S31603), poseen microestructuras que son más estables y, por tanto, resisten la formación de martensita inducida por deformación y serían resistentes al agrietamiento retardado.

Este fenómeno también se observa en los aceros inoxidables de la serie 200 que contienen un mayor contenido de manganeso. El manganeso es también un estabilizador de la austenita que se utiliza en combinación con contenidos más bajos de níquel; sin embargo, el manganeso no es tan eficaz para estabilizar la fase austenítica en presencia de cromo, que es un estabilizador muy fuerte de la ferrita. Por lo tanto, debe reducirse el contenido de cromo en estos aceros inoxidables austeníticos de bajo contenido de Ni, lo que tiene un efecto negativo en la resistencia a la corrosión, y siguen siendo propensos a la formación de martensita debido a la deformación plástica. La menor resistencia a la corrosión y el potencial de agrietamiento retardado son factores que limitan la utilización de los aceros inoxidables austeníticos de la serie 200 con bajo contenido en Ni.



NI

## NUEVAS PUBLICACIONES, NUEVO VIDEO

**Materials selection for desalination plants (11029) [Selección de materiales para las plantas desalinizadoras]** es una nueva publicación en la que se analiza la aplicación de diversos materiales metálicos, en particular los que contienen níquel, a la desalinización. Se examinan tres procesos: el flash multietapa (MSF), la desalinización de efectos múltiples (MED) y la más reciente ósmosis inversa de agua de mar (SWRO). La SWRO ha ganado adeptos porque puede modularse para facilitar su ampliación, la producción de agua puede controlarse fácilmente en función de la demanda, puede alimentarse con energías renovables (solar y eólica) y el costo de producción de agua suele ser más bajo.

**Artículos de revistas actualizados**  
El Nickel Institute ha actualizado más de

90 reimpresiones de artículos de revistas que describen aplicaciones significativas de materiales que contienen níquel.

Todas las publicaciones pueden descargarse gratuitamente de [www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org).

### Asegurar el níquel para el futuro

En este breve vídeo, el Dr. Mark Mistry, del Nickel Institute, responde a las preguntas más frecuentes sobre el níquel. ¿Hay suficiente níquel para satisfacer la demanda futura? ¿Pueden utilizarse tanto minerales lateríticos como sulfídicos para las baterías? ¿Es el níquel una materia prima crítica? ¿Cuál es la diferencia entre reservas y recursos de níquel? ¿Qué ocurre con el reciclado y los futuros retos de la industria? Ver en el canal del Nickel Institute.



## DETALLES UNS

Composición química (porcentaje en peso) de las aleaciones y los aceros inoxidables mencionados en este número de la revista Nickel.

UNS	Al	B	C	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	N	Nb	Ni	P	S	Si	Ti	W	Otro
<b>C70600</b> Pág. 11	-	-	-	-	-	bal.	1.0-1.8	1.0 máx.	-	-	-	9.0-11.0	-	-	-	-	-	Pb: 0.05 máx. Zn: 1.0 máx.
<b>J93380</b> Pág. 11	-	-	0.03 máx.	-	24.0-26.0	0.5-1.0	bal.	1.00 máx.	3.0-4.0	0.20-0.30	-	6.5-8.5	0.030 máx.	0.025 máx.	1.00 máx.	-	0.5-1.0	-
<b>J93404</b> Pág. 11	-	-	0.03 máx.	-	24.0-26.0	-	bal.	1.50 máx.	4.0-5.0	0.10-0.30	-	6.0-8.0	0.04 máx.	0.04 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>N07718</b> Pág. 2	0.020-0.080	0.006 máx.	0.08 máx.	1.0 máx.	17.0-21.0	0.30 máx.	bal.	0.35 máx.	2.80-3.30	-	4.75-5.25	50.0-55.0	0.015 máx.	0.015 máx.	0.35 máx.	0.65-1.15	-	-
<b>N08367</b> Pág. 11	-	-	0.030 máx.	-	20.0-22.0	0.75 máx.	bal.	2.00 máx.	6.00-7.00	0.18-0.25	-	23.5-25.5	0.040 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>N08926</b> Pág. 11	-	-	0.020 máx.	-	19.0-21.0	0.50-1.50	bal.	2.00 máx.	6.00-7.00	0.15-0.25	-	24.0-26.0	0.030 máx.	0.010 máx.	0.50 máx.	-	-	-
<b>S30100</b> Pág. 16	-	-	0.15 máx.	-	16.0-18.0	-	bal.	2.00 máx.	-	0.10 máx.	-	6.0-8.0	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>S30403</b> Pág. 14	-	-	0.03 máx.	-	18.0-20.0	-	bal.	2.00 máx.	-	-	-	8.0-12.0	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>S30500</b> Pág. 14	-	-	0.12 máx.	-	17.0-19.0	-	bal.	2.00 máx.	-	-	-	10.0-13.0	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>S31254</b> Pág. 11	-	-	0.020 máx.	-	19.5-20.5	0.50-1.00	bal.	1.00 máx.	6.0-6.5	0.18-0.22	-	17.5-18.5	0.030 máx.	0.010 máx.	0.80 máx.	-	-	-
<b>S31603</b> Pág. 2, 14	-	-	0.030 máx.	-	16.0-18.0	-	bal.	2.00 máx.	2.00-3.00	-	-	10.0-14.0	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>S32205</b> Pág. 2	-	-	0.030 máx.	-	22.0-23.0	-	bal.	2.00 máx.	3.00-3.50	0.14-0.20	-	4.50-6.50	0.030 máx.	0.020 máx.	1.00 máx.	-	-	-
<b>S32750</b> Pág. 11	-	-	0.030 máx.	-	24.0-26.0	-	bal.	1.20 máx.	3.0-5.0	0.24-0.32	-	6.0-8.0	0.035 máx.	0.020 máx.	0.80 máx.	-	-	-
<b>S32760</b> Pág. 11	-	-	0.030 máx.	-	24.0-26.0	0.50-1.00	bal.	1.00 máx.	3.0-4.0	0.20-0.30	-	6.0-8.0	0.030 máx.	0.010 máx.	1.00 máx.	-	0.50-1.00	-



## DOBLADO EN UNA MOTO MEJOR

JONAS LARIVAN



*Fabricada con acero inoxidable laminado al temple Forta 301 (UNS S30100) de Outokumpu, la motoneta ligera, alimentada por una batería de litio, tiene un tercio de la huella de carbono de otras motonetas.*

*Es una especie de “papiroflexia industrial” en la que robots doblan láminas de acero inoxidable para convertirlas en motos y motonetas. La nueva empresa sueca STILRIDE se propuso crear una motoneta eléctrica ligera con la menor huella de carbono posible. Tras años de trabajo, su primer producto, la Sport Utility Scooter One (SUS1), salió a la calle a finales de 2022.*

Sus fundadores, Jonas Nyvang y Tue Beijer, y su equipo han demostrado un método de diseño y construcción de los vehículos con láminas de acero como materia prima utilizando su tecnología patentada denominada STILFOLD. Desafiando los puntos de vista tradicionales, utilizan la papiroflexia industrial robotizada para plegar estructuras a partir de una chapa plana de metal fiel a las características del material y a su naturaleza geométrica. El plegado de curvas es un arte bien establecido, pero rara vez se ha utilizado en la fabricación. Las motonetas convencionales constan de un bastidor tubular y una carrocería

de plástico, mientras que el chasis de la SUS1 se construye tomando una sola lámina de acero inoxidable y cortándola y plegándola. Según la empresa, este método puede reducir significativamente el impacto ambiental de la producción en comparación con las técnicas de fabricación convencionales, ya que requiere menos materias primas y componentes.

El objetivo era construir la motoneta eléctrica más atractiva y sostenible del mundo. ¿El resultado? Un arte no convencional y manejable para el motorista moderno.

Ni