



SOLDA-G®

La barra A630 soldable de Gerdau

Cumple con la norma NCh 3334:2014

Edición 2017





Introducción	3
Soldabilidad de la barra de refuerzo	4
Proceso de fabricación barras SOLDA-G®	5
Características de las barras SOLDA-G®	6
Propiedades mecánicas	7
Requisitos de doblado	8
Propiedades geométricas y marcas	9
Soldabilidad de las barras SOLDA-G®	12
Trazabilidad	13
Aplicaciones	15

INTRODUCCIÓN



En la construcción con concreto reforzado, todas las estructuras requieren ductilidad, así como resistencia. En este aspecto, es el acero de refuerzo el que provee la ductilidad al elemento estructural. La ductilidad del elemento es su capacidad de fallar por deflexión en una situación de sobrecargas, sin un súbito colapso catastrófico. En numerosos códigos de diseño, han reconocido la importancia de la ductilidad y la resistencia del acero de refuerzo. Los nuevos parámetros para las especificaciones del acero, están incluyendo ahora los requisitos de soldabilidad garantizada para obras de concreto en Chile, desarrolladas con la reciente norma NCh 3334:2014, Acero - Barras laminadas en caliente soldables para hormigón armado.

Este catálogo muestra las características de las nuevas barras de refuerzo del grado A630 SOLDA-G®, desarrolladas especialmente para el mercado chileno por Gerdau, bajo rigurosos estándares de calidad, asegurando estricto cumplimiento de las normas y soldabilidad garantizada. Esto permitirá a los proyectistas diseñar uniones soldadas en las barras de refuerzo, lográndose una continuidad de la armadura, cualidad que en las barras de refuerzo de la norma NCh 204:2006 no está garantizada, sin antes tomar procedimientos más exigentes en el soldeo.

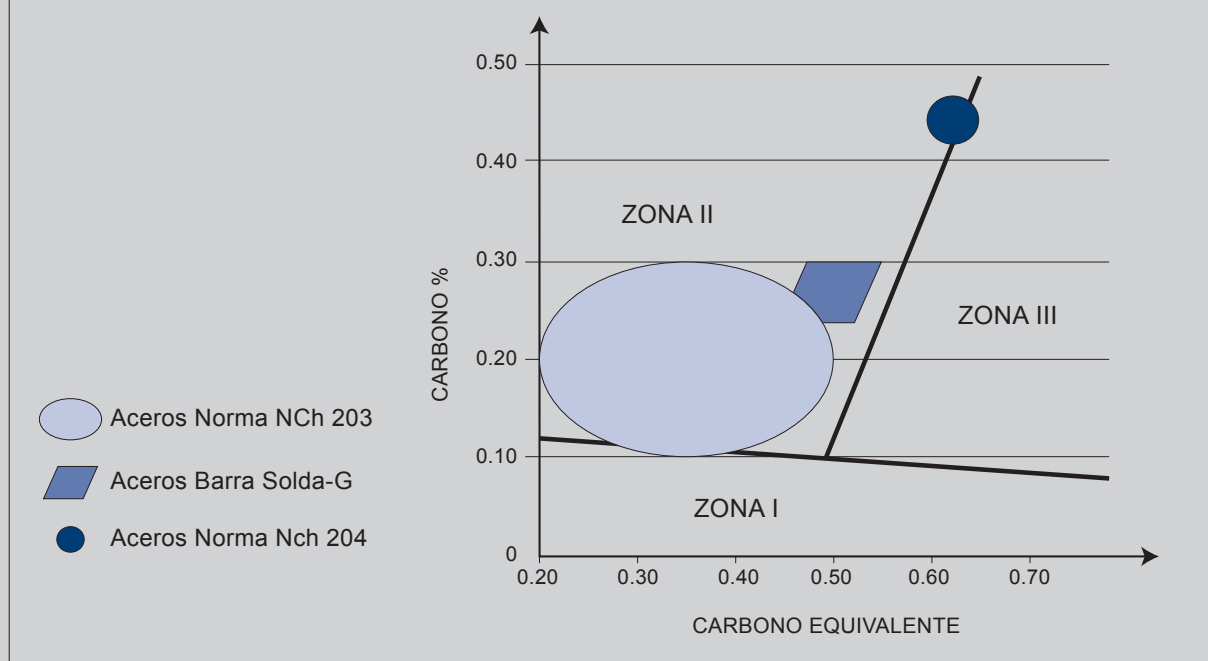
SOLDABILIDAD DE LA BARRA DE REFUERZO

Por su contenido de carbono los aceros se clasifican en aceros de bajo carbono, que son los que tienen hasta 0,30% de carbono, medio carbono, desde 0,30% hasta 0,60% de carbono y alto carbono con más de 0,60% de carbono. El contenido de carbono es relevante para lograr que la región soldada sea más resistente que el metal base. Durante el proceso de soldadura, el metal base adyacente a la soldadura se calienta por encima de la temperatura crítica de 727° C, provocando cambios en la microestructura del acero, que al enfriarse pueden llevar a la creación de nuevas estructuras con propiedades mecánicas diferentes del metal base. Como los aceros de bajo carbono tienen una baja templabilidad (facilidad con la que un acero puede aumentar su dureza), rara vez aumentan su dureza en el proceso de soldadura. Los problemas de poca soldabilidad generalmente aparecen en los aceros con un contenido de carbono mayor que 0,45% y se requerirá generalmente un precalentamiento o un postcalentado para reducir los efectos provocados por el calor en las propiedades mecánicas del acero.

La capacidad de un material para ser soldado, se denomina soldabilidad, depende de la composición química del acero y se evalúa con el parámetro llamado Carbono Equivalente. Para localizar los aceros de acuerdo a su soldabilidad, se suele utilizar el diagrama carbono-carbono equivalente (Figura 1), en el cual se delimitan tres zonas. La zona I comprende a los aceros de soldabilidad óptima, que son aceros con contenidos de carbono muy bajos. La zona II abarca aceros de buena a regular soldabilidad, como por ejemplo el acero A270ES de la norma NCh 203, el cual es muy empleado para la construcción de estructuras de acero en nuestro país y ahora, el acero A630 soldable de la barra SOLDA-G®. La zona III comprende a los aceros con alto riesgo de falla en el caso de ser soldados, como son los aceros de las barras de refuerzo de la norma NCh 204:2006.

Figura 1

Diagrama del contenido de carbono contra el carbono equivalente

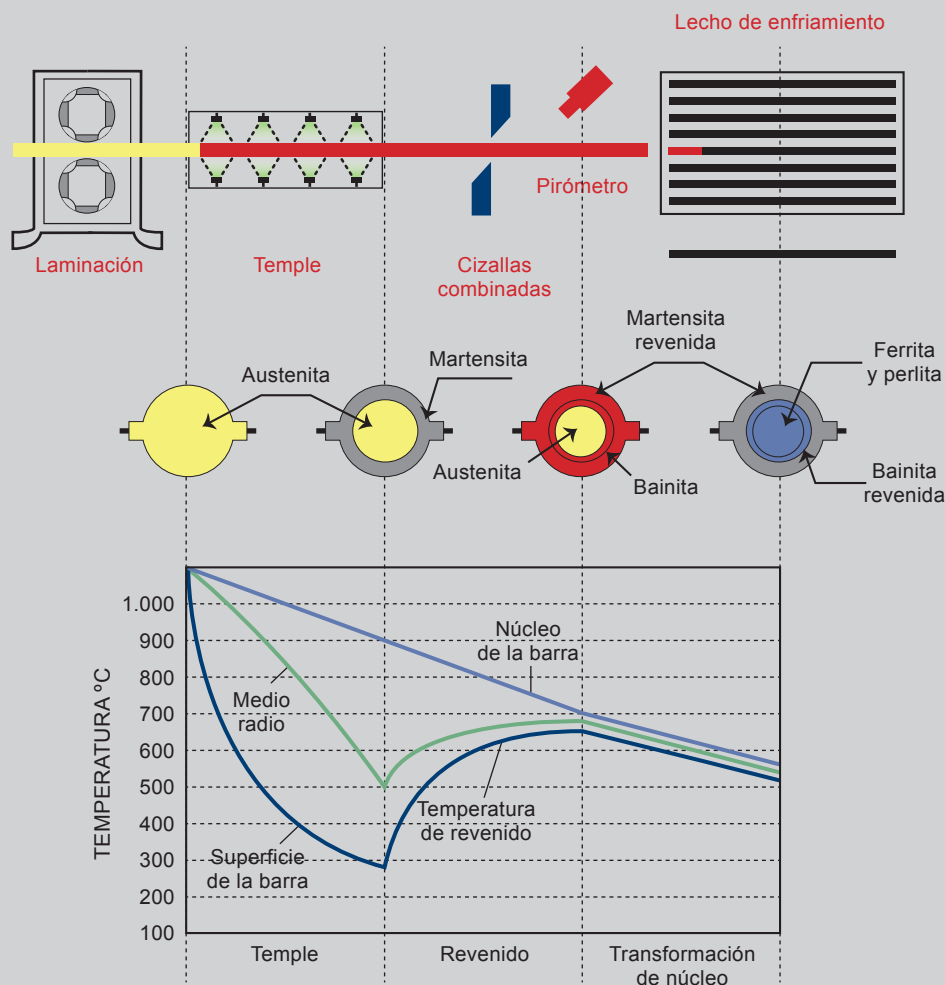


PROCESO DE FABRICACIÓN BARRAS SOLDA-G®

Para la producción de las barras SOLDA-G®, en su planta de Colina, Gerdau cuenta con una acería eléctrica de 520 mil toneladas de capacidad anual y un tren laminador continuo de 360 mil toneladas al año, con tecnología Tempcore®.

El principio básico de este proceso de laminación, consiste en el temple controlado en línea de las barras de refuerzo, tal cual se presenta en la Figura 2. Una vez finalizado el proceso de laminación, las barras, en estado aún austenítico, ingresan a un sistema en que la superficie es refrigerada por agua, a una presión y caudal suficientes como para disminuir la temperatura de una capa superficial por debajo de la temperatura de formación de martensita. Cuando la barra abandona la zona refrigerada, el calor acumulado en el centro es conducido hacia el exterior, produciéndose el autorevenido de la capa de martensita. Finalmente, durante el enfriamiento del núcleo de la barra todavía austenítico, se transforma en ferrita y perlita. Con esta combinación de estructuras se obtiene la barra de alta resistencia soldable SOLDA-G®, con un tenor de carbono y manganeso por debajo del utilizado para barras de dureza natural.

Figura 2
Esquema del tratamiento de temple y autorevenido en línea de las barras de refuerzo SOLDA-G®



CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRAS SOLDA-G®



Las barras de refuerzo SOLDA-G® de la norma NCh 3334:2014, presentan las siguientes características:

- Cumplen las propiedades mecánicas del grado A630 de la norma NCh 204:2006.
- Poseen soldabilidad garantizada para ser soldadas con aporte o electrosoldado.*
- Cumplen con la geometría de los resaltes de la norma NCh 204:2006.
- Certificadas por un laboratorio acreditado bajo la norma NCh 3334:2014.
- Producto identificado que permite su completa trazabilidad.

(*) La soldadura con aporte o electrosoldado debe ser ejecutada en instalación fija, con equipamiento y personal que permita un proceso controlado en condiciones prefijadas, registradas y estables para asegurar, la correcta utilización del producto SOLDA-G® al momento del soldar. Para un correcto procedimiento de soldeo se debe utilizar AWS D1.4/D.1.4M:2011 Structural Welding Code-Reinforcing Steel.

Las barras de refuerzo SOLDA-G®, sean éstas rectas o en rollos, cumplen con los requisitos de tracción que se indican en la Tabla 1 y corresponden al grado A630-420HS, según NCh 3334:2014. El ensayo de tracción se debe realizar según NCh 200, utilizando una probeta de longitud $L_0 = 200$ mm. La tensión se debe calcular con el diámetro nominal.

Tabla 1

Requisitos ensayo y tracción

	A630-420HS
Tensión de fluencia F_y MPa	420 mín. 580 máx.
Resistencia a la tracción F_u MPa	630 mín.
Relación F_u/F_y mín.	1,25
Alargamiento % probeta $L_0 = 200$ mm	$\frac{700}{F_u} - K$

El alargamiento porcentual de ruptura para probetas de 200 mm entre marcas no debe ser menor que 8% para el grado de acero estipulado.

Tabla 2

Coefficiente K para determinación de alargamiento admisible

Diámetros nominales d_n	Coefficiente
mm	K
8	2,0
10	1,0
12	0
14	0
16	0
18	0
20	0,5
22	1,0
25	2,0
28	3,0
32	4,0
36	5,0
40	6,0

REQUISITOS DE DOBLADO DE LAS BARRAS SOLDA-G®

Las barras de refuerzo SOLDA-G®, resisten un ensayo de doblado sin que a simple vista se observen grietas en la zona sometida a esfuerzos de tracción. El ensayo de doblado se debe realizar a 90° según NCh 201, con los diámetros de mandril indicados en Tabla 3.

Tabla 3

Características del ensayo de doblado

Diámetro nominal d_n mm	A630-420HS
Hasta 18	$D = 4d_n$
Sobre 18 a 25	$D = 5d_n$
Sobre 25	$D = 6d_n$

D = diámetro del cilindro o mandril de doblado.

Estos diámetros de doblado son solo para verificar el cumplimiento de esta norma y no son adecuados para propósitos de diseño.

Las características geométricas de forma, dimensiones y masa de las barras de refuerzo SOLDA-G®, cumplen lo establecido en las normas NCh 204:2006 y NCh 3334:2014. Para cada diámetro nominal, los valores de sección nominal, perímetro nominal y masa por unidad de longitud, son los que se indican en Tabla 4.

Tabla 4

Características geométricas y masa por unidad de longitud⁽¹⁾

Díámetro nominal (2) d_n mm	Sección nominal (3) S_n mm ²	Díámetro nominal (4) P_n mm	Díámetro nominal (5) m_n kg/m
8	50,3	25,1	0,395
10	78,5	31,4	0,617
12	113	37,7	0,888
14	154	44,0	1,21
16	201	50,3	1,58
18	254	56,5	2,00
20	314	62,8	2,47
22	380	69,1	2,98
25	491	78,5	3,85
28	615	88,0	4,83
32	804	101	6,31
36	1.017	113	7,99
40	1,256	126	9,87

(1) Valores aproximados.

(2) *Díámetro nominal*, d_n (mm) = $12,73 \sqrt{m_n}$.

(3) *Sección nominal*, S_n (mm²) = $0,785 \times d_n^2$ (d_n en mm).

(4) *Perímetro nominal*, P_n (mm) = $3,1416 \times d_n$ (d_n en mm).

(5) *Masa nominal*, m_n (kg/m) = $0,00785 S_n$ (S_n en mm²).

Los resaltes en ambos lados de la barra SOLDA-G® son similares en tamaño y forma y no necesariamente coinciden en su ubicación a lo largo del eje de la barra. El ángulo de los resaltes sigue lo establecido en la norma NCh 3334:2014.

El espaciamiento de los resaltes C_s , la altura media h_{media} , la zona sin resaltes máxima e y el ancho de la base máxima A , se indican sus valores en la Tabla 5 y sus diseños en la Figura 3.

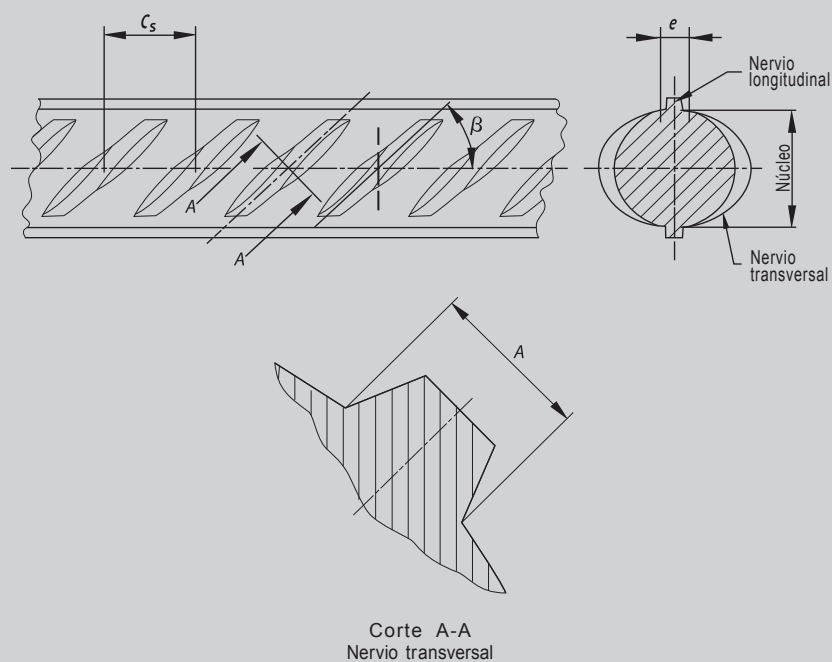
Tabla 5

Requisitos de los resaltes

Diámetro nominal d_n	Espaciamiento medio máximo C_s	Altura media mínima h_{media}	Zonas sin resaltes máxima e	Ancho de la base máxima A
mm	mm	mm	mm	mm
8	5,6	0,32	6,3	2,0
10	7,0	0,40	7,9	2,5
12	8,4	0,48	9,4	3,0
14	9,8	0,56	11,0	3,5
16	11,2	0,64	12,6	4,0
18	12,6	0,72	14,1	4,5
20	14,0	1,00	15,7	5,0
22	15,4	1,10	17,3	5,5
25	17,5	1,25	19,6	6,3
28	19,6	1,40	22,0	7,0
32	22,4	1,60	25,1	8,0
36	25,2	1,80	28,3	9,0
40	28,0	2,00	31,4	10,0

Figura 3

Características de los resaltes



La identificación exclusiva que utiliza Gerdau en el acero de refuerzo para hormigón soldable, está de acuerdo a la norma NCh 3334:2014, que consiste en identificar con caracteres sobre relieve, los cuales incluyen la marca de origen Gerdau, el grado del acero (A630), su soldabilidad (S) y el diámetro correspondiente (el diámetro en mm, en la cara opuesta de la barra), como se indica en la Figura 4.

Figura 4

Identificación sobre relieve de la barra de refuerzo SOLDA-G®



SOLDABILIDAD DE LAS BARRAS SOLDA-G®

Las barras de refuerzo SOLDA-G®, sean rectas como en rollos, poseen soldabilidad garantizada y cumplen el requisito de la norma NCh 3334:2014 en cuanto al Carbono Equivalente CE que debe ser menor o igual a 0,55%, y es determinado de acuerdo a la expresión siguiente:

$$CE = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cu}{40} + \frac{\%Ni}{20} + \frac{\%Cr}{10} - \frac{\%Mo}{50} - \frac{\%V}{10}$$

El análisis químico de cada colada se determina de acuerdo a la norma ASTM A 751. Dicho análisis se realiza en muestras del vaciado de la colada y se determinan el contenido de Carbono, Manganeso, Fósforo, Azufre, Silicio, Cobre, Níquel, Cromo, Molibdeno, Niobio y Vanadio en el acero, valores que se utilizan para la determinación del carbono equivalente.

La composición química del análisis de elementos de colada tiene los límites indicados en la Tabla 6.

Tabla 6

Límites de contenido de elementos químicos

Elemento	% máximo
Carbono	0,30
Manganeso	1,50
Fósforo	0,035
Azufre	0,045
Silicio	0,50

En caso de requerirse una verificación de la composición química sobre el producto, además de los necesarios para determinar el carbono equivalente, la norma NCh 3334:2014 establece los contenidos máximos de los elementos, los que no deben exceder los indicados en Tabla 7.

Tabla 7

Contenidos máximos verificación de elementos químicos

Elemento	% máximo
Carbono	0,33
Manganeso	1,56
Fósforo	0,043
Azufre	0,053
Silicio	0,55

TRAZABILIDAD DE LAS BARRAS SOLDA-G®

Contar con trazabilidad en un proceso productivo, es importante para identificar y rastrear los componentes de un producto, desde su materia prima hasta el bien final. Gerdau ayuda en esta función a sus usuarios, entregando todas las informaciones y documentos que faciliten identificar y trazar la historia, las partes, los materiales, su distribución y localización de las barras SOLDA-G®, que permitan asegurar resultados de calidad.

Para identificar plenamente las barras SOLDA-G®, cada paquete de barras y rollos, porta una etiqueta plástica de alta resistencia, con toda la información del producto, su fabricación y aplicación básica para doblar las barras (Ver Figura 6).

Es recomendable que los usuarios de las barras SOLDA-G® mantengan un registro de las etiquetas que portan los paquetes y de esta forma, aseguren la trazabilidad de la armadura que estén confeccionando.

Los documentos, tales como el informe de ensayos de calidad practicados sobre las barras del acero SOLDA-G®, se pueden obtener fácilmente accediendo con su nombre de usuario y contraseña al portal www.gerdau.cl. Ingresando el N° de Colada y el diámetro de la barra, el usuario tendrá acceso al documento de certificación en línea de la norma chilena NCh 204:2006 y al informe de ensayo y certificado de conformidad con la norma NCh 3334:2014, generados por Iidem.

Figura 5 Informe de Ensayos y Certificados de Calidad de las barras SOLDA-G®



Figura 6

Información contenida en la etiquetas y su disposición en los paquetes de barras y rollos de acero SOLDA-G®

Descripción del Producto

Peso del Paquete

Número de Colada

Fecha y hora de fabricación

Huella de Carbono del producto en toneladas de CO₂ equivalente por tonelada de producto

Sello indica que nuestros Sistemas de Gestión están certificados de acuerdo a Normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001

GERDAU
 La Unión 3070, Renca, Santiago, Chile.
 Tel.: (56) 22641 8683 www.gerdaul.cl

BARRA SOLDA-G® A630 18mm 12m (N)

Orden : 11154752
 Código : 00000000110002942
 Peso (Kg) : 2036
 Lote : 2609457601
 Puesto T. : LAMI-COL
 Paquete : 0010
 Fecha : 08/03/2015
 Hora : 12:25
 tCO2/elt prod. : 0,57

0012030487656793992920030303747483930374748392

ACV
 Análisis Ciclo de Vida de Producto

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
 Sistemas de Gestión Certificados

Tabla de Calidad
 DE CONTAMINACIÓN
 Producto Limpio y Libre de Contaminación
 Certificado: CON122-502

GERDAU

RECOMENDACIONES PARA EL DOBLADO DE BARRAS DE REFUERZO GERDAU Ref.: (ACI 318)

MEDIDAS MÍNIMAS EN GANCHOS NORMALES

Doblez 90° y 180°	
Diámetro (mm)	D mín. (cm)
10	6
12	7,5
16	10
18	11
22	13,5
25	15
28	22,5
32	26
36	29

MEDIDAS MÍNIMAS EN ESTRIBOS Y GANCHOS DE AMARRA

Doblez 90° y 135°	
Diámetro (mm)	D mín. (cm)
6	2,4
8	3,2
10	4
12	4,8
16	6,4
18	10,8
22	13,2
25	15

RECOMENDACIONES PARA EL TRASLADO Y ALMACENAMIENTO DE BARRAS GERDAU

- Evite el derrame de aceites o pinturas tóxicas sobre las barras.
- Evite trasladar las barras descubiertas y junto a elementos contaminantes como pinturas, aceites, etc.
- Evite la oxidación excesiva de las barras que puedan dañar su geometría, almacenándolas en un lugar protegido.
- Evite almacenar las barras cerca de fuentes radioactivas.

En el reverso de la etiqueta se indican las medidas mínimas para doblar barras de refuerzo según las recomendaciones del código ACI 318.



Barras



Rollos

USOS O APLICACIONES



Los aceros de refuerzo soldable para hormigón se destinan a aplicaciones donde se requieren propiedades controladas de tracción o restricciones en la composición química para resaltar las propiedades de soldabilidad o ambas. De acuerdo a las resistencias de diseño determinadas por el calculista, estos pueden usarse en elementos como:

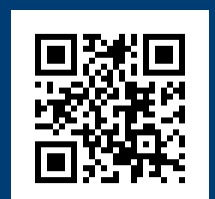
- Marcos reticulados para fortificación de túneles.
- Estructuras prefabricadas.
- Pilotes y pilares.
- Parrillas soldadas o electrosoldadas.
- Estribos y espirales.
- Diafragmas, zapatas o fundaciones.



Procesos de calidad reconocidos y certificados



Sistemas de Gestión
Certificados



La Unión 3070 - Código Postal 8640194 - Renca - Santiago - Chile
Teléfonos: (56) 22641 8683 - (56) 22677 9100
ventasgerdauchile@gerdau.com - www.gerdau.cl

 [www.fb.com/gerdau.chile](https://www.facebook.com/gerdau.chile)

 [@gerdauenchile](https://twitter.com/gerdauenchile)