

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 736**

51 Int. Cl.:

**C22C 21/06** (2006.01)

**C22C 21/12** (2006.01)

**C22F 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2016 PCT/US2016/021914**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16149061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2016 E 16711949 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3268503**

54 Título: **Aleaciones de aluminio para productos de envasado altamente conformados y métodos de fabricación de las mismas**

30 Prioridad:

**13.03.2015 US 201562132534 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**11.12.2019**

73 Titular/es:

**NOVELIS, INC. (100.0%)  
3560 Lenox Road, Suite 2000  
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

**WEN, WEI;  
GO, JOHNSON y  
KANG, DAEHOON**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 734 736 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Aleaciones de aluminio para productos de envasado altamente conformados y métodos de fabricación de las mismas

5 **Campo de la invención**

La invención proporciona nuevas aleaciones de aluminio para la fabricación de productos de envasado, incluyendo botellas, y métodos de fabricación de estas aleaciones.

10 **Antecedentes**

Existen varios requisitos para las aleaciones usadas en la formación de botellas de aluminio, es decir, la formabilidad de la aleación, la resistencia de la botella, el orejeado y el coste de la aleación. Las aleaciones actuales para la formación de botellas no pueden cumplir con todos estos requisitos. Algunas aleaciones tienen una alta formabilidad, pero una baja resistencia; otras aleaciones que son suficientemente fuertes tienen una formabilidad deficiente. Asimismo, las aleaciones de botellas actuales, tales como aquellas desveladas en el documento EP 1 870 481, usan una gran parte de aluminio original en la colada, lo que hace su producción costosa e insostenible.

Se desean aleaciones altamente formables para su uso en la fabricación de latas y botellas altamente conformadas. En las botellas conformadas, el proceso de fabricación implica, típicamente, la producción, en primer lugar, de un cilindro usando un proceso de estirado y embutido de pared (D&I en inglés). El cilindro resultante se forma, a continuación, hasta dar una forma de botella usando, por ejemplo, una secuencia de etapas de estrechamiento de cuerpo completo u otra conformación mecánica o una combinación de estos procesos. Las exigencias de cualquier aleación usada en tal proceso o combinación de procesos son complejas. Por tanto, existe la necesidad de aleaciones capaces de mantener altos niveles de deformación durante la conformación mecánica en el proceso de conformación de botella y que funcionen bien en el proceso de D&I usado para fabricar la preforma cilíndrica de partida. Además, se necesitan métodos para la fabricación de preformas a partir de la aleación a altas velocidades y niveles de comportamiento en máquina, tal como la demostrada por la aleación de cuerpo de lata actual AA3104. La AA3104 contiene una fracción de alto volumen de partículas intermetálicas gruesas formadas durante la colada y modificadas durante la homogeneización y laminación. Estas partículas desempeñan un papel importante en la limpieza en troquel durante el proceso de D&I, ayudando a retirar cualquier acumulación de óxido de aluminio o de aluminio en los troqueles, lo que mejora tanto el aspecto de la superficie de metal como también el comportamiento en máquina de la chapa.

Los otros requisitos de la aleación son que debe ser posible producir una botella que cumpla con las dianas de rendimiento mecánico (por ejemplo, resistencia de la columna, rigidez y una presión de inversión mínima del arco inferior en el producto final conformado) con un peso menor que la generación actual de botellas de aluminio. La única manera de lograr un menor peso sin una modificación significativa del diseño es reducir el espesor de pared de la botella. Esto hace que el cumplimiento del requisito de rendimiento mecánico sea aún más desafiante.

Otro requisito es la capacidad de formar las botellas a una velocidad alta. Con el fin de lograr un alto rendimiento (por ejemplo, 1.000 botellas por minuto) en la producción comercial, la conformación de la botella se debe completar en un tiempo muy corto. También se desea una botella que incorpore chatarra de metal de aluminio reciclada.

45 **Sumario**

La presente invención se refiere a un nuevo sistema de aleación de aluminio para la aplicación de botellas de aluminio. Tanto la química como los procesos de fabricación de la aleación se han optimizado para la producción a alta velocidad de botellas de aluminio. La invención se proporciona en las reivindicaciones.

La presente invención, que se proporciona en las reivindicaciones, resuelve estos problemas y proporciona aleaciones con la resistencia, la formabilidad y un alto contenido de chatarra de metal de aluminio reciclada deseados. El mayor contenido de metal reciclado disminuye el contenido de aluminio original y el coste de producción. Estas aleaciones se usan para fabricar productos de envasado, tales como botellas y latas, que tienen requisitos de deformación relativamente alta, formas relativamente complicadas, requisitos de resistencia variable y un alto contenido reciclado. En diversos aspectos, las aleaciones comprenden un contenido reciclado de al menos el 60 % en peso, 65 % en peso, 70 % en peso, 75 % en peso, 80 % en peso, 82 % en peso, 85 % en peso, 90 % en peso o 95 % en peso.

Aunque las aleaciones descritas en el presente documento son tratables térmicamente, se logra simultáneamente el endurecimiento por precipitación con el curado de recubrimiento/pintura, lo que tiene, por tanto, un impacto mínimo o nulo en las líneas de formación de botellas existentes en la actualidad. Debido a que las aleaciones descritas en el presente documento se pueden producir con un alto contenido de chatarra de aluminio reciclada, el proceso de producción es muy económico y sostenible.

65 *Aleaciones*

En un aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,9-1,4 % en peso de Mn, el 0,65-1,2 % en peso de Mg, el 0,45-0,9 % en peso de Cu, el 0,35-0,55 % en peso de Fe, el 0,2-0,45 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

5 En otro aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,95-1,3 % en peso de Mn, el 0,7-1,1 % en peso de Mg, el 0,5-0,8 % en peso de Cu, el 0,4-0,5 % en peso de Fe, el 0,25-0,4 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

10 En otro aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,8-1,5 % en peso de Mn, el 0,2-0,9 % en peso de Mg, el 0,3-0,8 % en peso de Cu, el 0,3-0,6 % en peso de Fe, el 0,15-0,5 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

15 En otro aspecto más, la composición química de la aleación comprende el 0,9-1,4 % en peso de Mn, el 0,25-0,85 % en peso de Mg, el 0,35-0,75 % en peso de Cu, el 0,35-0,55 % en peso de Fe, el 0,2-0,45 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

20 En otro aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,95-1,3 % en peso de Mn, el 0,3-0,8 % en peso de Mg, el 0,4-0,7 % en peso de Cu, el 0,4-0,5 % en peso de Fe, el 0,25-0,4 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

25 *Método de producción de las aleaciones*

Las aleaciones se producen con un proceso termomecánico que incluye colada de enfriamiento directo (DC en inglés), homogeneización, laminación en caliente, recocido en lotes opcional y laminación en frío.

30 En la etapa de colada DC, se aplica una determinada velocidad de colada para controlar la formación de partículas intermetálicas primarias en términos de tamaño y densidad. El intervalo de velocidad de colada es de 50-300 mm/min. Esta etapa produce una estructura de partículas óptima en la chapa final que minimiza la tendencia de insuficiencia de metal facilitada por partículas intermetálicas gruesas.

35 En la etapa de homogeneización, el lingote se trata de acuerdo con la reivindicación 8, incluyendo, opcionalmente, la etapa de enfriarse hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 550 °C y remojar durante 8-18 horas.

40 En la etapa de laminación en caliente, el lingote homogeneizado se deposita dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 580 °C, se somete a laminación de desbaste, se lamina en caliente hasta un intervalo de calibre de 1,5 mm a 3 mm y se bobina dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 380 °C para el autorecocido.

45 En el recocido en lotes opcional, la bobina de banda caliente (HB en inglés) se calienta hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 450 °C durante 1 a 4 horas.

50 En la etapa de proceso de laminación en frío, la HB se lamina en frío hasta un calibre final de material en bruto de botella en temple H19. El porcentaje de reducción en la etapa de laminación en frío es de aproximadamente el 65 % a aproximadamente el 95 %. El calibre final se puede ajustar dependiendo del diseño de la botella. En un aspecto, el intervalo de calibre final es de 0,2 mm - 0,8 mm.

55 En otro aspecto, las aleaciones descritas en el presente documento se producen mediante colada DC, homogeneización, laminación en caliente, recocido en lotes opcional, laminación en frío, recocido rápido y laminación en frío de acabado.

60 En la etapa de homogeneización, el lingote se trata de acuerdo con la reivindicación 8, incluyendo, opcionalmente, la etapa de enfriarse hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 550 °C y remojar durante 8-18 horas.

65 En la etapa de laminación en caliente, el lingote homogeneizado se deposita dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 580 °C, se somete a laminación de desbaste, se lamina en caliente hasta un intervalo de calibre de 1,5 mm a 3 mm y se bobina dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 380 °C.

En el recocido en lotes opcional, la bobina de HB se calienta hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 250 °C

a aproximadamente 450 °C durante 1-4 horas.

En la etapa de proceso de laminación en frío, la HB se lamina en frío hasta un calibre de interrecocido de aproximadamente el 10-40 % más espeso que el material en bruto de botella final.

5 En la etapa de recocido rápido (temple H191), la chapa laminada en frío se calienta hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 560 °C a una velocidad de calentamiento de 100 °C/segundo a 300 °C/segundo durante hasta aproximadamente 10 minutos y, a continuación, se enfría hasta una temperatura por debajo de 100 °C a una velocidad de enfriamiento rápido de 100 °C/segundo a 300 °C/segundo, ya sea mediante enfriamiento al aire o enfriamiento con agua/una solución. Esta etapa permite la disolución de la mayoría de los elementos de solución de nuevo en la matriz y, además, controla la estructura del grano.

15 En la etapa de laminación en frío de acabado, la chapa recocida se lamina en frío para lograr una reducción del 10-40 % hasta el calibre final dentro de un intervalo de tiempo corto (preferentemente menos de aproximadamente 30 min, de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 min o menos de aproximadamente 10 min). Esta etapa tiene múltiples efectos: 1) la aniquilación de huecos, la supresión de la difusión elemental y, por tanto, la estabilización de las aleaciones y la reducción o el retardo del envejecimiento natural; 2) la generación de una alta densidad de dislocaciones en la chapa, que promoverá la difusión elemental en el proceso de formación de la botella; y 3) el endurecimiento por trabajo de la chapa. Los elementos 1 y 2 garantizarán la formabilidad en la formación de la botella y la resistencia de la botella final. Los elementos 2 y 3 contribuirán a garantizar la presión de inversión del arco.

20 Los productos de chapa para la aplicación de botellas/latas se pueden suministrar en estado de laminación en frío de H191 + acabado.

25 Las botellas se producen con un proceso de formación de botellas que consiste en punzonado previo, ahuecado, estirado y embutido (D&I), lavado y secado, recubrimiento/decoración y curado, formación, conformación adicional (estrechamiento, enhebrado y curvado).

30 Las aleaciones descritas en el presente documento se pueden usar para fabricar botellas altamente conformadas, latas, dispositivos electrónicos, tales como latas de batería, cajas y cuadros, etc.

Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir del siguiente sumario y descripción detallada de los aspectos de la invención tomados con las figuras de los dibujos que se adjuntan.

### 35 **Breve descripción de las figuras**

La FIG. 1 es una representación esquemática del procesamiento termomecánico de las aleaciones descritas en el presente documento.

40 La FIG. 2 es una representación esquemática de un proceso para la formación de botellas y latas usando las aleaciones descritas en el presente documento.

45 La FIG. 3 es una representación esquemática del procesamiento termomecánico de las aleaciones descritas en el presente documento.

La FIG. 4 es una representación esquemática de dos procesos para la formación de botellas y latas usando las aleaciones descritas en el presente documento. H1, H2, H3 indican las etapas de calentamiento que se producen en los recuadros que se encuentran inmediatamente debajo de esta figura.

50 Descripción de la invención

#### Definiciones y descripciones

55 En la presente solicitud se hace referencia al temple o estado de la aleación. Para una comprensión de las descripciones de temple de aleación más comúnmente usadas, véase "American National Standards (ANSI) H35 on Alloy and Temper Designation Systems".

60 Las siguientes aleaciones de aluminio se describen en términos de su composición elemental en porcentaje en peso (% en peso) basado en el peso total de la aleación. En determinados aspectos de cada aleación, el resto es aluminio, con un % en peso máximo del 0,15 % en la suma de las impurezas.

65 En un aspecto, la invención se refiere a nuevas aleaciones de aluminio formables y fuertes para la fabricación de productos de envasado altamente conformados, tales como botellas y latas. En los procesos de formación y conformación adicional, el metal presenta una buena combinación de formabilidad y resistencia. En un aspecto, la invención proporciona procesos químicos y de fabricación que están optimizados para la producción de esos productos. Las aleaciones descritas en el presente documento tienen las siguientes propiedades y composiciones

químicas específicas.

#### Aleaciones

- 5 En determinados aspectos, las aleaciones desveladas incluyen manganeso (Mn) en una cantidad del 0,8 % al 1,5 % (por ejemplo, del 0,9 % al 1,5 %, del 0,95 % al 1,5 %, del 0,8 % al 1,4 %, del 0,9 % al 1,4 %, del 0,95 % al 1,4 %, del 0,8 % al 1,3 %, del 0,9 % al 1,3 %, del 0,95 % al 1,3 %). Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,8 %, 0,9 %, 0,95 %, 1,0 %, 1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 % o 1,5 % de Mn. Todo se expresa en % en peso.
- 10 En determinados aspectos, las aleaciones desveladas incluyen magnesio (Mg) en una cantidad del 0,2 % al 0,9 % o del 0,65 % al 1,2 % (por ejemplo, del 0,7 % al 1,2 %, del 0,65 % al 1,1 %, del 0,7 % al 1,1 %, del 0,65 % al 1,0 %, del 0,7 % al 1,0 %, del 0,25 % al 0,9 %, del 0,3 % al 0,9 %, del 0,5 % al 0,9 %, del 0,6 % al 0,9 %, del 0,65 % al 0,9 %, del 0,7 % al 0,9 %, del 0,2 % al 0,85 %, del 0,25 % al 0,85 %, del 0,3 % al 0,85 %, del 0,5 % al 0,85 %, del 0,6 % al 0,85 %, del 0,65 % al 0,85 %, del 0,7 % al 0,85 %, del 0,2 % al 0,8 %, del 0,25 % al 0,8 %, del 0,3 % al 0,8 %, del 0,5 % al 0,8 %, del 0,6 % al 0,8 %, del 0,65 % al 0,8 %, del 0,7 % al 0,8 %, del 0,2 % al 0,6 %, del 0,25 % al 0,6 %, del 0,3 % al 0,6 %, del 0,5 % al 0,6 %, del 0,6 % al 0,6 %, del 0,65 % al 0,6 %, del 0,7 % al 0,6 %). Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,2 %, 0,25 %, 0,3 %, 0,4 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,65 %, 0,7 %, 0,8 %, 0,85 %, 0,9 %, 0,95 %, 1,0 %, 1,1 % o 1,2 % de Mg. Todo se expresa en % en peso.
- 15
- 20 En determinados aspectos, las aleaciones desveladas incluyen cobre (Cu) en una cantidad del 0,45 % al 0,9 % o del 0,3 % al 0,8 % (por ejemplo, del 0,5 % al 0,9 %, del 0,35 % al 0,8 %, del 0,4 % al 0,8 %, del 0,45 % al 0,8 %, del 0,5 % al 0,8 %, del 0,3 % al 0,75 %, del 0,35 % al 0,75 %, del 0,4 % al 0,75 %, del 0,45 % al 0,75 %, del 0,5 % al 0,75 %, del 0,3 % al 0,7 %, del 0,35 % al 0,7 %, del 0,4 % al 0,7 %, del 0,45 % al 0,7 %, del 0,5 % al 0,7 %, del 0,3 % al 0,6 %, del 0,35 % al 0,6 %, del 0,4 % al 0,6 %, del 0,45 % al 0,6 %, del 0,5 % al 0,6 %). Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,3 %, 0,35 %, 0,4 %, 0,45 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 %, 0,75 %, 0,8 % o 0,9 % de Cu. Todo se expresa en % en peso.
- 25
- 30 En determinados aspectos, las aleaciones desveladas incluyen hierro (Fe) en una cantidad del 0,3 % al 0,6 % (por ejemplo, del 0,35 % al 0,6 %, del 0,4 % al 0,6 %, del 0,3 % al 0,55 %, del 0,35 % al 0,55 %, del 0,4 % al 0,55 %, del 0,3 % al 0,5 %, del 0,35 % al 0,5 %, del 0,4 % al 0,5 %). Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,3 %, 0,35 %, 0,4 %, 0,5 %, 0,55 % o 0,6 % de Fe. Todo se expresa en % en peso.
- 35
- 40 En determinados aspectos, las aleaciones desveladas incluyen silicio (Si) en una cantidad de 0,15 % al 0,5 % (por ejemplo, del 0,2 % al 0,5 %, del 0,25 % al 0,5 %, del 0,15 % al 0,45 %, del 0,2 % al 0,45 %, del 0,25 % al 0,45 %, del 0,15 % al 0,4 %, del 0,2 % al 0,4 %, del 0,25 % al 0,4 %). Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,15 %, 0,2 %, 0,25 %, 0,3 %, 0,4 %, 0,45 % o 0,5 % de Si. Todo se expresa en % en peso.
- 45
- Las aleaciones desveladas incluyen cromo (Cr) en una cantidad del 0,001 % al 0,2 %. Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,001 %, 0,01 %, 0,1 % o 0,2 % de Cr. Todo se expresa en % en peso.
- 50
- Las aleaciones desveladas incluyen zinc (Zn) en una cantidad del 0 al 0,5 %. Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,001 %, 0,01 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 % o 0,5 % de Zn.
- 55
- Las aleaciones desveladas incluyen titanio (Ti) en una cantidad del 0 al 0,1 %. Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir el 0,001 %, 0,01 % o 0,1 % de Ti.
- 60
- En un aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,9-1,4 % en peso de Mn, el 0,65-1,2 % en peso de Mg, el 0,45-0,9 % en peso de Cu, el 0,35-0,55 % en peso de Fe, el 0,2-0,45 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.
- 65
- En otro aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,95-1,3 % en peso de Mn, el 0,7-1,1 % en peso de Mg, el 0,5-0,8 % en peso de Cu, el 0,4-0,5 % en peso de Fe, el 0,25-0,4 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.
- En otro aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,8-1,5 % en peso de Mn, el 0,2-0,9 % en peso de Mg, el 0,3-0,8 % en peso de Cu, el 0,3-0,6 % en peso de Fe, el 0,15-0,5 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.
- En otro aspecto más, la composición química de la aleación comprende el 0,9-1,4 % en peso de Mn, el 0,25-0,85 % en peso de Mg, el 0,35-0,75 % en peso de Cu, el 0,35-0,55 % en peso de Fe, el 0,2-0,45 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

En otro aspecto, la composición química de la aleación comprende el 0,95-1,3 % en peso de Mn, el 0,3-0,8 % en peso de Mg, el 0,4-0,7 % en peso de Cu, el 0,4-0,5 % en peso de Fe, el 0,25-0,4 % en peso de Si, el 0,001-0,2 % en peso de Cr, el 0-0,5 % en peso de Zn, el 0-0,1 % en peso de Ti, el <0,05 % en peso de cada elemento traza, el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

5

#### *Método de producción de las aleaciones*

Las aleaciones descritas en el presente documento se pueden producir mediante un proceso termomecánico que incluye colada DC, homogeneización, laminación en caliente, recocido en lotes opcional y laminación en frío. En algunos aspectos, el proceso puede incluir, además, recocido rápido y laminación en frío de acabado.

10

En la etapa de colada DC, se aplica una determinada velocidad de colada para controlar la formación de partículas intermetálicas primarias en términos de tamaño y densidad. El intervalo de velocidad de colada es de 50-300 mm/min (por ejemplo, 50-200 mm/min, 50-250 mm/min, 100-300 mm/min, 100-250 mm/min, 100-200 mm/min, 150-300 mm/min, 150-250 mm/min, 150-200 mm/min). Esta etapa produce una estructura de partículas óptima en la chapa final que minimiza la tendencia de insuficiencia de metal facilitada por partículas intermetálicas gruesas.

15

En la etapa de homogeneización, el lingote se calienta a una temperatura de no más de 650 °C (por ejemplo, de no más de 630 °C). El lingote se calienta a una velocidad de 30 °C/hora a 60 °C/hora o preferentemente de 40 °C/hora a 60 °C/hora. El lingote se calienta a una temperatura de 550 °C a 650 °C o de aproximadamente 550 °C a aproximadamente 630 °C y se remoja durante 1-6 horas (por ejemplo, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 5 h o 6 h). La etapa de homogeneización incluye, opcionalmente, la etapa de enfriamiento del lingote hasta una temperatura de 450 °C a 500 °C y remojo durante 8-18 horas (por ejemplo, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h, 7 h, 8 h, 9 h, 10 h, 11 h, 12 h, 13 h, 14 h, 15 h, 16 h, 17 h o 18 h). Aunque no se desea estar ligados a la siguiente declaración, se cree que esta etapa permite la transformación suficiente de las partículas de  $\alpha$ -Al(Fe, Mn)Si a partir de las partículas de Al<sub>6</sub>(Fe, Mn) y optimiza su tamaño y densidad, que son fundamentales para el control de la textura de la chapa final y para la limpieza en troquel durante el D&I. También se cree que esta etapa permite la formación de dispersoides distribuidos homogéneamente con una distribución de densidad y tamaño optimizada, que son fundamentales en el control del tamaño de grano y la textura de la chapa final y en la mejora de la ductilidad del metal durante el proceso de formación de la botella.

20

25

30

En la etapa de laminación en caliente, el lingote homogeneizado se deposita dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 400 °C a 580 °C (por ejemplo, de aproximadamente 450 °C a aproximadamente 580 °C, de aproximadamente 450 °C a aproximadamente 500 °C), de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 500 °C), se somete a laminación de desbaste, se lamina en caliente hasta un intervalo de calibre de aproximadamente 1,5 mm a aproximadamente 3 mm (por ejemplo, 1,5 mm, 2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm) y se vuelve a laminar dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 380 °C (por ejemplo, de aproximadamente 300 °C a aproximadamente 380 °C, de 320 °C a aproximadamente 360 °C), seguido del recocido en lotes opcional en el que la bobina de HB se calienta entre aproximadamente 250 °C y aproximadamente 450 °C durante 1-4 horas. Aunque no se desea estar ligados a la teoría, se cree que esta etapa permite la textura, el tamaño de grano y la microestructura cercana a la superficie óptimas en las HB que son fundamentales para el control del orejeado en el proceso de D&I y el control de la rotura en el proceso de formación en pistón a presión (PRF en inglés). La presión sometido a laminación de desbaste significa que de aproximadamente 15 a 25 pasadas se producen en un tren desbastador con una temperatura de entrada de >350 °C y una temperatura de salida de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 400 °C (por ejemplo, 250 °C, 300 °C, 350 °C, 400 °C).

35

40

45

En un aspecto, en la etapa de proceso de laminación en frío, la HB se lamina en frío hasta un calibre final de material en bruto de botella en temple H19. En un aspecto, el intervalo de calibre final es de 0,2 mm a 0,8 mm (por ejemplo, 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm, 0,6 mm, 0,7 mm, 0,8 mm).

50

En otro aspecto, en la etapa de proceso de laminación en frío, la HB se lamina en frío hasta un calibre de interrecocido. A continuación, se puede aplicar un interrecocido opcional para ajustar el tamaño de grano, la textura y la resistencia. En una etapa de recocido rápido (temple H191), la chapa laminada en frío se calienta entre aproximadamente 400 °C y aproximadamente 560 °C (por ejemplo, de 400 °C a 500 °C, de 450 °C a 500 °C, de 450 °C a 560 °C) a una velocidad de calentamiento rápido entre 100 °C/segundo y 300 °C/segundo (por ejemplo, 100 °C/segundo, 150 °C/segundo, 200 °C/segundo, 250 °C/segundo, 300 °C/segundo), durante hasta aproximadamente 10 minutos (por ejemplo, 1 min, 2 min, 3 min, 4 min, 5 min, 6 min, 7 min, 8 min, 9 min, 10 min), y, a continuación, se enfría a una velocidad de enfriamiento rápido entre 100 °C/segundo y 300 °C/segundo (por ejemplo, 100 °C/segundo, 150 °C/segundo, 200 °C/segundo, 250 °C/segundo, 300 °C/segundo) durante 0 a 1 segundos (por ejemplo, 0 segundos, 0,5 segundos, 1 segundo). El enfriamiento puede ser enfriamiento al aire o enfriamiento con agua/una solución. Esta etapa permite la disolución de la mayoría de los elementos de solución de nuevo en la matriz y, además, controla la estructura del grano.

55

60

Después del recocido rápido, en una etapa de laminación en frío de acabado, la chapa recocida rápidamente se lamina en frío para una reducción del 10 % al 50 % (por ejemplo, del 10 % al 40 %, del 25 % al 50 %, del 25 % al 40 %, del 10 %, del 15 %, del 20 %, del 25 %, del 30 %, del 35 %, del 40 %, del 45 % o del 50 %) hasta el calibre final dentro de

65

un intervalo de tiempo corto (preferentemente menos de aproximadamente 30 minutos, de 10 min a 30 min o menos de aproximadamente 10 min). Esta etapa tiene múltiples efectos: 1) la estabilización de los elementos de aleación y la prevención/el retardo del envejecimiento natural; 2) la generación de una alta densidad de dislocaciones en la chapa, que promoverá la difusión elemental en el proceso de formación de la botella; 3) el endurecimiento por trabajo de la chapa. Los elementos 1 y 2 potenciarán la formabilidad en la formación de la botella y la resistencia de la botella final. Los elementos 2 y 3 contribuyen a la presión de inversión del arco.

### Ejemplo 1

En un aspecto, las aleaciones descritas en el presente documento se producen con un proceso termomecánico que incluye colada DC, homogeneización, laminación en caliente, recocido en lotes opcional y laminación en frío. Una representación esquemática de este proceso se muestra en la FIG. 1.

En la etapa de homogeneización, el lingote se calienta a una velocidad de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 80 °C/hora hasta menos de aproximadamente 630 °C (preferentemente hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 500 °C a aproximadamente 630 °C) y se remoja durante 1-6 horas, incluyendo, opcionalmente, la etapa de enfriarse hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 550 °C y remojar durante 8-18 horas.

En la etapa de laminación en caliente, el lingote homogeneizado se deposita dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 580 °C, se somete a laminación de desbaste, se lamina en caliente hasta un intervalo de calibre de aproximadamente 1,5 mm a aproximadamente 3 mm y se bobina dentro de un intervalo de temperatura de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 380 °C para el autorecocido.

En el recocido en lotes opcional, la bobina de HB se calienta hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 250 °C a aproximadamente 450 °C durante 1 a 4 horas.

En la etapa de proceso de laminación en frío, la HB se lamina en frío hasta un calibre final de material en bruto de botella en temple H19. El porcentaje de reducción en la etapa de laminación en frío es de aproximadamente el 65 % a aproximadamente el 95 % (por ejemplo, del 70 % al 90 %, del 75 % al 85 %). El calibre final se puede ajustar dependiendo del diseño de la botella. En un aspecto, el intervalo de calibre final es de 0,2 mm a 0,8 mm.

Las botellas se producen con un proceso de formación de botellas que consiste en punzonado previo, ahuecado, D&I, lavado y secado, recubrimiento/decoración y curado, formación, conformación adicional (estrechamiento, enhebrado y curvado).

### Ejemplo 2

En otro aspecto, las aleaciones descritas en el presente documento se producen mediante colada DC, homogeneización, laminación en caliente, recocido en lotes opcional, laminación en frío, recocido rápido y laminación en frío de acabado. Una representación esquemática de este proceso se muestra en la FIG. 2.

La colada DC, la homogeneización, la laminación en caliente y el recocido en lotes opcional se describen en el Ejemplo 1.

En la etapa de proceso de laminación en frío, la HB se lamina en frío hasta un calibre de interrecocido de aproximadamente el 10-40 % más espeso que el material en bruto de botella final.

En la etapa de recocido rápido (temple H191), la chapa laminada en frío se calienta hasta dentro de un intervalo de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 560 °C a una velocidad de calentamiento de aproximadamente 100 °C/segundo a aproximadamente 300 °C/segundo durante hasta aproximadamente 10 minutos y, a continuación, se enfría hasta una temperatura por debajo de 100 °C a una velocidad de enfriamiento rápido, por ejemplo, de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 300 °C/segundo, ya sea mediante enfriamiento al aire o enfriamiento con agua/una solución. Esta etapa permite la disolución de la mayoría de los elementos de solución de nuevo en la matriz y, además, controla la estructura del grano.

En la etapa de laminación en frío de acabado, la chapa recocida se lamina en frío para lograr una reducción del 10-40 % hasta el calibre final dentro de un intervalo de tiempo corto (preferentemente menos de aproximadamente 30 minutos, de 10 min a 30 min o menos de aproximadamente 10 min). Esta etapa tiene múltiples efectos: 1) la aniquilación de huecos, la supresión de la difusión elemental y, por tanto, la estabilización de las aleaciones y la reducción o el retardo del envejecimiento natural; 2) la generación de una alta densidad de dislocaciones en la chapa, que promoverá la difusión elemental en el proceso de formación de la botella; y 3) el endurecimiento por trabajo de la chapa. Los elementos 1 y 2 garantizarán la formabilidad en la formación de la botella y la resistencia de la botella final. Los elementos 2 y 3 contribuirán a garantizar la presión de inversión del arco.

Los productos de chapa para la aplicación de botellas/latas se pueden suministrar en estado de laminación en frío de

H191 + acabado.

Las botellas se pueden producir con un proceso de formación de botellas, tal como se describe en el presente documento y que consiste en punzonado previo, ahuecado, D&I, lavado y secado, recubrimiento/decoración y curado, formación, conformación adicional (estrechamiento, enhebrado y curvado).

Formación de botella:

Las aleaciones descritas en el presente documento se pueden usar para fabricar botellas altamente conformadas, latas, dispositivos electrónicos, tales como latas de batería, cajas y cuadros, etc. En las FIG. 3-4 se muestran representaciones esquemáticas de los procesos para la formación de botellas conformadas usando las aleaciones descritas en el presente documento.

Las preformas se producen con un proceso que consiste en punzonado previo, ahuecado, D&I. A continuación, las preformas se someten a tratamiento térmico a una determinada temperatura de tratamiento térmico en solución (SHT en inglés) de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 560 °C (por ejemplo, 400 °C - 500 °C, 450 - 500 °C, 450 C - 560 °C), se enfrían y se lavan (cabe destacar que el enfriamiento y el lavado se pueden encontrar en un proceso combinado), se forman por soplado o mediante PRF, se conforman adicionalmente (estrechamiento, enhebrado y curvado) y, posteriormente, se pintan o decoran, durante lo que se aplica cocción/curado de pintura a una temperatura elevada de hasta aproximadamente 300 °C durante hasta aproximadamente 20 minutos.

En el proceso de formación de la preforma, las aleaciones descritas en el presente documento presentan un buen nivel de limpieza y orejeado en troquel durante el proceso de D&I. Esas propiedades se deben probablemente a partículas constituyentes bien controladas con un tamaño, una densidad y una textura óptimos en el material en bruto de botella/lata.

En la etapa de PRF o la etapa de formación por soplado, las preformas recocidas se forman por soplado dentro de un plazo de tiempo determinado, preferentemente menos de 1 hora (más preferentemente menos de 10 min), después del enfriamiento.

En la etapa de conformación, las botellas formadas por soplado se estrechan, enhebran y curvan dentro de un plazo de tiempo determinado, preferentemente menos de 2 horas (más preferentemente menos de 30 min), después del enfriamiento.

Durante el proceso de formación por soplado y conformación, el metal presenta una buena formabilidad debido al tratamiento térmico en solución (recocido de preforma).

En las etapas de lavado/secado y curado de pintura/decoración, el metal se someterá simultáneamente a endurecimiento por precipitación mediante una precipitación de segunda fase, tal como la/s fase/s S''S'',  $\theta''/\theta'$  y/o  $\beta''/\beta'$ . Junto con el trabajo en frío obtenido del trabajo en frío de acabado, la precipitación de segunda fase garantiza que la botella terminada cumpla con los requisitos de resistencia, tales como la presión de inversión del arco y la carga axial. Dependiendo del nivel de aleación, el diseño de la forma de la botella y los requisitos de resistencia de las botellas, aunque es poco probable, se puede incorporar un proceso opcional de calentamiento previo (envejecimiento previo) antes de la etapa de curado de pintura/decoración.

Las aleaciones de aluminio descritas en el presente documento presentan una o más de las siguientes propiedades:

- un contenido de orejeado muy bajo (nivel de orejeado medio máximo del 3 % en peso), el resto de orejeado es entre el - 2 % y 2 %). El orejeado medio se calcula mediante la ecuación Orejeado medio (%) = (altura de pico - altura de valle) / altura de copa. El resto de orejeado se calcula mediante la ecuación Resto de orejeado (%) = (media de dos alturas de 0/180 - media de cuatro alturas de 45 grados)/altura de copa;
- un contenido reciclado alto (al menos el 60 % en peso, 65 % en peso, 70 % en peso, 75 % en peso, 80 % en peso, 82 % en peso, 85 % en peso, 90 % en peso o 95 % en peso);
- un límite elástico de aproximadamente 138-234 MPa (20-34 ksi) en estado de suministro;
- un excelente rendimiento de limpieza en troquel que permite minimizar el rayado y tener un mejor comportamiento en máquina;
- una excelente formabilidad que permite un amplio avance de la conformación por estrechamiento sin rotura;
- una excelente formabilidad que permite un amplio avance de la conformación por soplado sin rotura;
- un excelente acabado de superficie en las botellas finales sin ningún defecto visible;
- una excelente adhesión al recubrimiento;
- una alta resistencia que cumple con la carga axial típica (> 136 kg (300 libras)) y la presión de inversión del arco (> 0,62 MPa (90 psi));
- una tasa global de chatarra del proceso de fabricación de la botella que puede ser tan baja como menos del 10 % en peso.

La botella de aluminio conformada descrita en el presente documento se puede usar para bebidas, incluyendo, pero

sin limitación, refrescos, agua, cerveza, bebidas energéticas y otras bebidas.

5 incorporadas a modo de referencia en su totalidad. Se debe entender que lo anterior y las figuras se refieren únicamente a aspectos preferidos de la presente invención y que se pueden realizar numerosas modificaciones o alteraciones en los mismos sin apartarse del alcance de la presente invención, tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Una aleación de aluminio que comprende:

- 5 el 0,9-1,4 % en peso de Mn,  
 el 0,65-1,2 % en peso de Mg,  
 el 0,45-0,9 % en peso de Cu,  
 el 0,35-0,55 % en peso de Fe,  
 el 0,2-0,45 % en peso de Si,  
 10 el 0,001-0,2 % en peso de Cr,  
 el 0-0,5 % en peso de Zn, y  
 el 0-0,1 % en peso de Ti,  
 el <0,05 % en peso de cada elemento traza,  
 el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al, o

15 una aleación de aluminio que comprende

- el 0,8-1,5 % en peso de Mn,  
 el 0,2-0,9 % en peso de Mg,  
 20 el 0,3-0,8 % en peso de Cu,  
 el 0,3-0,6 % en peso de Fe,  
 el 0,15-0,5 % en peso de Si,  
 el 0,001-0,2 % en peso de Cr,  
 el 0-0,5 % en peso de Zn, y  
 25 el 0-0,1 % en peso de Ti,  
 el <0,05 % en peso de cada elemento traza,  
 el <0,15 % en peso del total de elementos traza y el resto Al.

2. La aleación de la reivindicación 1, que comprende:

- 30 el 0,95-1,3 % en peso de Mn,  
 el 0,7-1,1 % en peso de Mg,  
 el 0,5-0,8 % en peso de Cu,  
 el 0,4-0,5 % en peso de Fe, y  
 35 el 0,25-0,4 % en peso de Si.

3. La aleación de la reivindicación 1, que comprende:

- 40 el 0,9-1,4 % en peso de Mn,  
 el 0,25-0,85 % en peso de Mg,  
 el 0,35-0,75 % en peso de Cu,  
 el 0,35-0,55 % en peso de Fe, y  
 el 0,2-0,45 % en peso de Si.

4. La aleación de la reivindicación 3, que comprende:

- 45 el 0,95-1,3 % en peso de Mn,  
 el 0,3-0,8 % en peso de Mg,  
 el 0,4-0,7 % en peso de Cu,  
 50 el 0,4-0,5 % en peso de Fe,  
 el 0,25-0,4 % en peso de Si, y  
 el 0,001-0,2 % en peso de Cr.

5. La aleación de aluminio de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende un contenido de reciclaje de al menos el 60 % en peso.

6. La aleación de la reivindicación 5, que comprende un contenido de reciclaje de al menos el 85 % en peso.

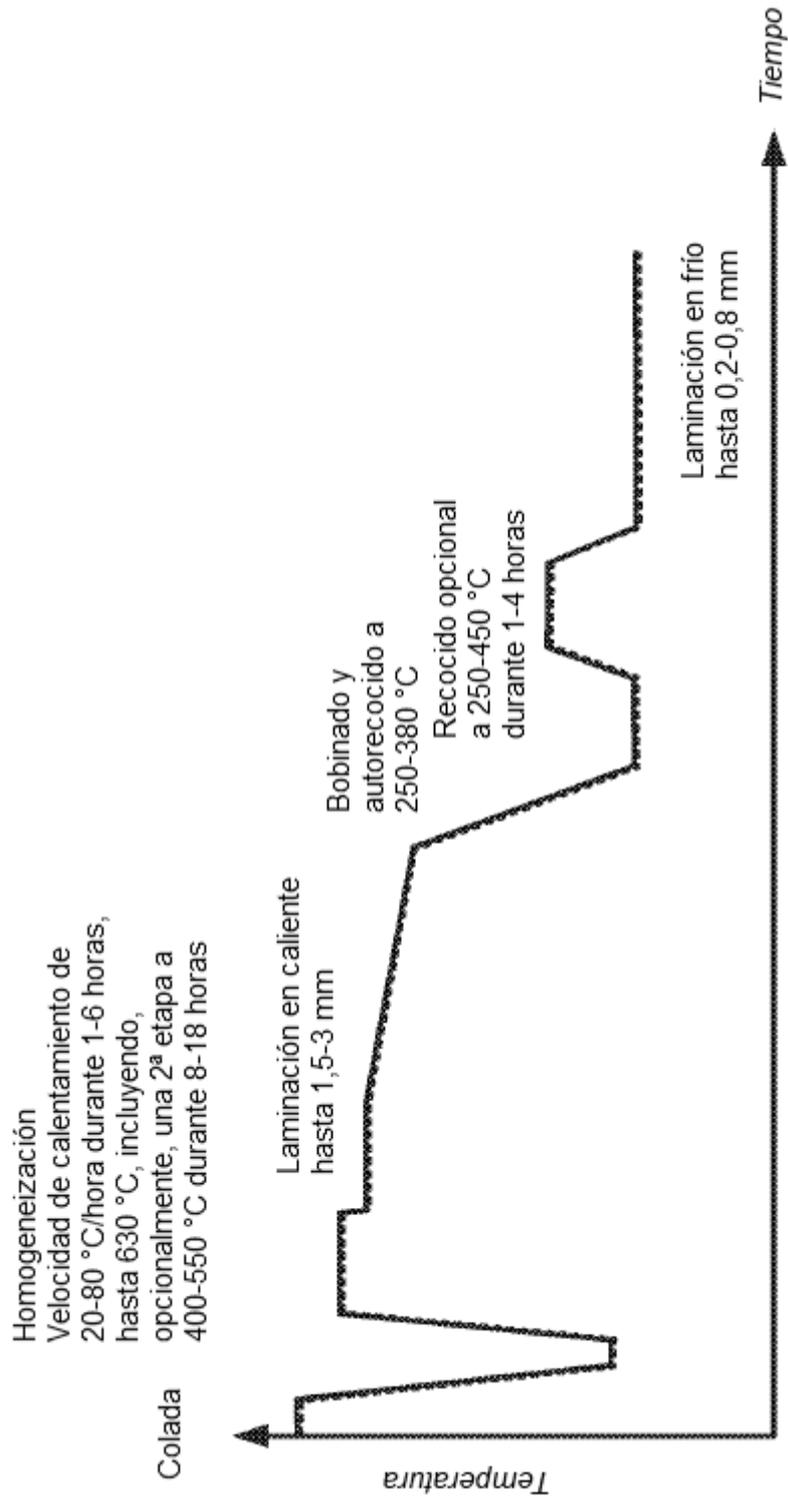
7. Una botella de aluminio conformada que comprende la aleación de aluminio de cualquiera de las reivindicaciones 1-4.

8. Un método de fabricación de una chapa de aleación de aluminio que tiene la composición química de la aleación de aluminio de la reivindicación 1, que comprende las etapas secuenciales de:

- 65 (i) colada de enfriamiento directo (DC en inglés), en la que la colada comprende una velocidad de colada de 50 a 300 mm/min;

## ES 2 734 736 T3

- (ii) homogeneización, en la que la homogeneización comprende el calentamiento entre 550 °C y 650 °C a una velocidad de 30-60 °C/h, el remojo durante 1-6 horas, el enfriamiento entre 450 °C y 500 °C y el remojo durante 8-18 horas;
  - (iii) laminación en caliente, en el que la laminación en caliente comprende la laminación de desbaste y la laminación en caliente hasta un calibre de aproximadamente 1,5 mm a aproximadamente 3 mm; y
  - (iv) laminación en frío hasta formar una chapa laminada en frío.
- 5
9. El método de la reivindicación 8, que comprende, además, el recocido en lotes.
- 10
10. El método de la reivindicación 8 o 9, en el que la laminación en frío comprende la laminación en frío hasta un calibre final de material en bruto de botella o que comprende, además, las etapas de:
- (v) recocido rápido, en el que el recocido rápido comprende el calentamiento de la chapa laminada en frío hasta entre aproximadamente 400 °C y 560 °C a una velocidad de entre 100 °C/s y 300 °C/s y el enfriamiento a una velocidad de entre 100 °C/s y 300 °C/s; y
  - (vi) laminación en frío de acabado hasta formar una chapa.
- 15



**FIG. 1**

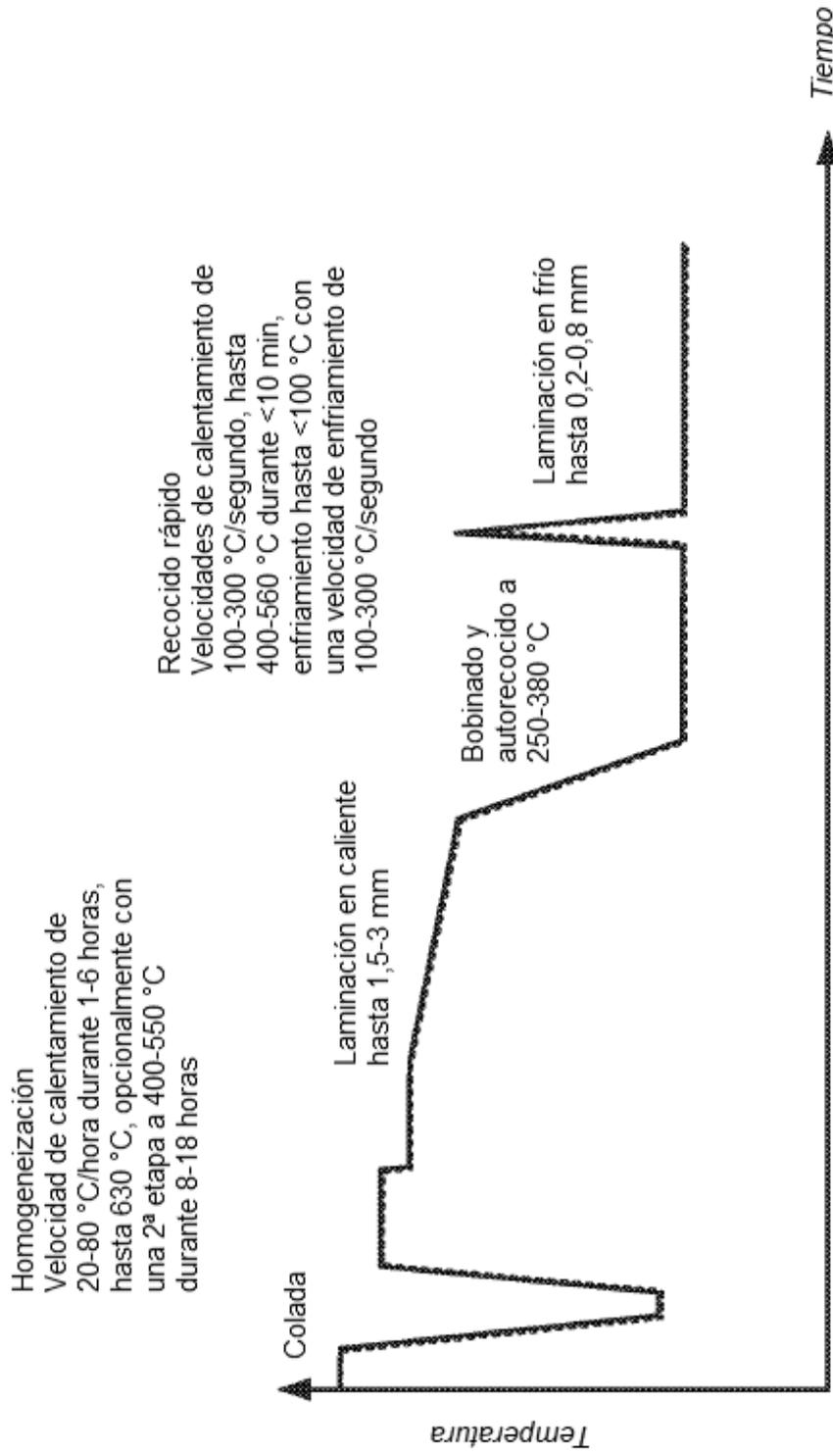
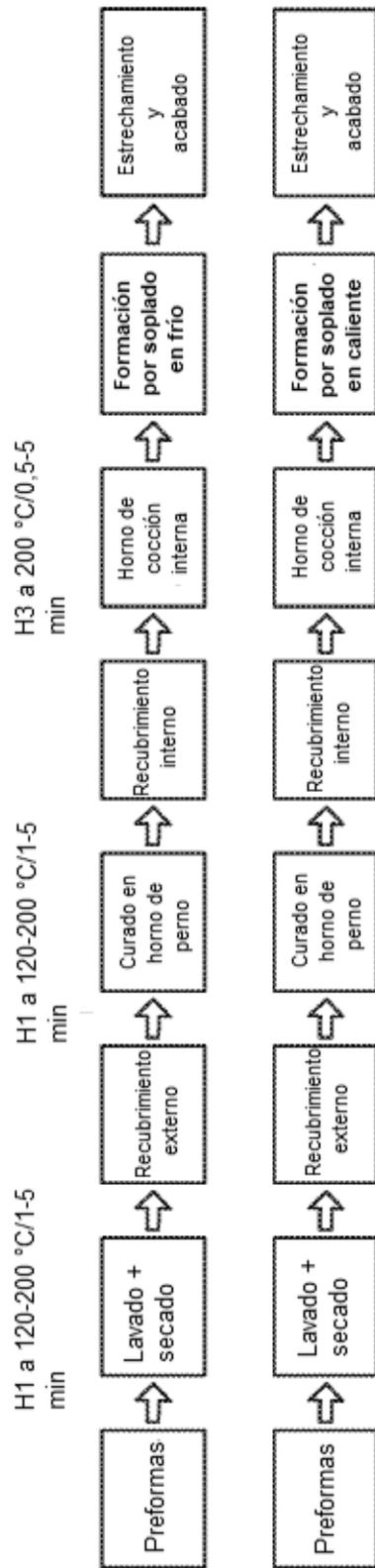


FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**