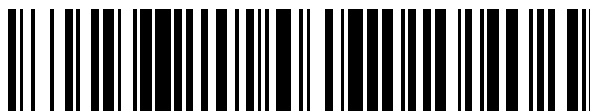


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 649**

51 Int. Cl.:

B32B 15/01 (2006.01) **C22C 38/58** (2006.01)
C21D 1/74 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)
C23C 2/02 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2012 PCT/JP2012/075189**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13047804**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 12835446 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2762601**

54 Título: **Lámina de acero con una capa galvanizada por inmersión en caliente y que muestra una humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento excelentes y su método de producción**

30 Prioridad:

30.09.2011 JP 2011217144

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.09.2018

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**FUJITA, SOSHI;
YAMANAKA, SHINTARO y
SATO, KOICHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 680 649 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).

DESCRIPCION

Lámina de acero con una capa galvanizada por inmersión en caliente y que muestra una humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento excelentes y su método de producción

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente y a un método de producción de la misma, más particularmente se refiere a una lámina de acero que está provisto con una capa galvanizada por inmersión en caliente excelente en humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento y que se puede aplicar como un miembro en el campo de automoción, en el campo de aparatos electrodomésticos y en el campo de materiales de construcción y a un método de producción de la misma.

Técnica anterior

- 10 En miembros en el campo de automoción, en el campo de aparatos electrodomésticos y en el campo de materiales de construcción, se utiliza una lámina de acero tratada en la superficie, que mejora la prevención contra la corrosión. En particular, se utiliza lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente se puede producir económicamente y es excelente en prevención de la corrosión. En primer lugar se lamina una plana en caliente, se lamina en frío, y se trata en caliente para obtener una lámina de acero de calibre fino. Ésta es desengrasada y/o decapada por una etapa de tratamiento previo con la finalidad de la limpieza de la superficie de la lámina de acero de material de base u, omitiendo la etapa de tratamiento previo, se calienta en un horno de precalentamiento para quemar el aceite sobre la superficie de la lámina de acero del material de base, luego se calienta para recristalizarla y recocerla. La atmósfera en el instante de la recristalización y el recocido en una atmósfera de reducción de Fe, puesto que en el instante del tratamiento de recubrimiento posterior, los óxidos de Fe obstruirían la humectabilidad de la capa de recubrimiento y la lámina de acero de material de base o la adhesión de la capa de recubrimiento y de la lamina de acero de material de base. Después de la recristalización y del recocido, sin contacto con el aire, la lámina de acero es enfriada continuamente a una temperatura adecuada para recubrimiento en una atmósfera reductora de Fe y es sumergida en un baño de galvanización por inmersión en caliente para galvanización por inmersión en caliente.

- 25 En una instalación de galvanización por inmersión en caliente, los tipos de hornos de calefacción que realizan la recristalización y el recocido incluyen DFF (direct flame furnaces = hornos de llama directa), NOF (hornos de no-oxidación), los tipos de tubo todo radiante (todos los tipos reductores) y combinaciones de los mismos, etc., pero para facilitar la operación, menos adherencias de los rodillos en el horno de calefacción, la capacidad para producir lámina de acero recubierta de alta calidad a menor coste, y otras razones, la práctica general ha sido hacer que en todo el interior del horno exista una atmósfera reductora de Fe y hacer que el horno de calefacción sea un tipo de tubo todo radiante. La "adherencia de los rodillos" referida aquí significa la deposición de óxidos o de materia extraña desde la superficie de la lámina de acero sobre los rodillos en el momento de la circulación a través del horno. Después de la deposición, los defectos ocurren en apariencia en la lámina de acero, de manera que esto tiene un efecto perjudicial sobre la calidad y la productividad.

- 35 En años recientes, en particular en el campo de la automoción, para conseguir tanto la función de protección de los pasajeros en el momento de la colisión como también un peso más ligero con el propósito de la mejora de la eficiencia de combustible, se están incrementando el uso de lámina de acero galvanizado por inmersión en caliente que está producida de mayor resistencia de la lámina de acero de material de base por la inclusión de elementos tales como Si y Mn.

- 40 Sin embargo, Si y Mn son elementos que son más fácilmente oxidables comparados con Fe, de manera que en el momento del calentamiento en recristalización y recocido en el tipo de tubo todo radiante del horno, incluso en una atmósfera reductora de Fe, el Si y Mn terminan oxidándose. Por esta razón, en una lámina de acero que contiene Si y Mn, en el proceso de recristalización y recocido, el Si y Mn presentes en la superficie de la lámina de acero se oxidan. Además, el Si y Mn, que se difunden térmicamente desde el interior de la lámina de acero, se oxidan en la superficie de la lámina de acero, de manera que gradualmente los óxidos de Si y Mn se concentran. Si los óxidos de Si y Mn se concentran en la superficie de la lámina de acero, en el proceso de inmersión de la lámina de acero en el baño de galvanización por inmersión en caliente, se obstruiría el contacto entre el cinc fundido y la lámina de acero, lo que provocaría una caída en la humectabilidad de la capa de recubrimiento y la adhesión de la capa de recubrimiento. Si la capa de recubrimiento cae en humectabilidad, aparecen defectos de no-recubrimientos en apariencia y/o defectos en prevención de la corrosión. Si la adhesión del recubrimiento cae, cuando se forma por prensado esta lámina de acero recubierta, se produce un pelado del recubrimiento y da como resultado defectos en la apariencia y/o defectos en la prevención de la corrosión después de la formación, de manera que se plantea un problema mayor.

- 55 Con respecto al tipo de supresión de la concentración de óxidos de Si y Mn, con respecto a la técnica que se enfoca sobre el proceso de recristalización y recocido, PLT 1 muestra la oxidación de la superficie de la lámina de acero, de manera que el espesor de la película de óxido alcanza de 400 a 10000Å, reduciendo el Fe en la atmósfera del horno que contiene hidrógeno y entonces realizando el recubrimiento. Además, PLT 2 muestra el método de oxidación de la superficie de la lámina de acero y el control del potencial de oxígeno en el horno de reducción para reducir de esta

manera el Fe y oxidar internamente el Si para suprimir la concentración de óxidos de Si en la superficie, luego para aplicar el recubrimiento. Sin embargo, en esta técnica, si el tiempo de reducción es demasiado largo, el Si se concentra en la superficie, mientras que si es demasiado corto, una película de óxido de Fe permanente sobre la superficie de la lámina de acero. En el caso real, donde la película de óxido sobre la superficie de la lámina de acero se vuelve irregular en el espesor, existe el problema de que el ajuste del tiempo de reducción es extremadamente difícil y las cuestiones de la humectabilidad de la capa de recubrimiento y la adhesión de la capa de recubrimiento se resuelven de manera insuficiente. Además, si la película de óxido de Fe de la superficie en el tiempo de oxidación se vuelve demasiado gruesa, existe el problema de que se provoca adherencia de los rodillos.

PLT 3 resuelve el problema anterior, que era debido a que se oxida Fe una vez, y tiene como su objeto suprimir la concentración de óxidos de Si y Mn, y muestra un método que comprende reducir el potencial de oxígeno ($\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$) de la atmósfera en la recristalización y recocido en el tipo de tubo todo radiante del horno a un valor, en el que Fe y Si y Mn no se oxidarán (se reducirán), luego se aplica el recubrimiento. Sin embargo, en esta técnica, para reducir Si y Mn, es necesario reducir en gran medida la concentración de vapor de la atmósfera o incrementar en gran medida la concentración de hidrógeno, pero existe el problema de que es pobre en aplicabilidad industrial y también el problema de que el Si y Mn que permanecen en la superficie de la lámina de acero, sin oxidarse, obstruyen la reacción entre el recubrimiento y la lámina de acero de material de base y, además, reaccionando con los óxidos que están flotando sobre la superficie del baño para formar óxidos de Si y Mn en el momento de la inmersión en el baño de recubrimiento, de manera que la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento caen.

PLT 4 muestra un método de elevación del potencial de oxígeno en la atmósfera en la recristalización y recocido en el tipo de tubo todo radiante hasta que Si y Mn se oxidan internamente, luego se aplica el recubrimiento. Además, PLTs 5 y 6 muestran métodos de control cuidadoso de los medios y condiciones para elevar el potencial de oxígeno para suprimir la concentración en la superficie de óxidos de Fe y de óxidos de Si y Mn, luego de aplica el recubrimiento. Sin embargo, si se eleva el potencial de oxígeno, Si y Mn se oxidan internamente, pero Fe se oxida. Por otra parte, con un incremento del potencial de oxígeno en una extensión en la que Fe no se oxida, la oxidación interna de Si y Mn resulta insuficiente y los óxidos de Si y Mn se concentran en la superficie. En las técnicas de ajustar el potencial de oxígeno de la atmósfera, que se describen en PLTs 4 a 6, existe el problema de que no se resuelven suficientemente las cuestiones en la humectabilidad de la capa de recubrimiento y la adhesión de la capa de recubrimiento.

Además, con respecto a la técnica para suprimir la concentración de óxidos de Si y Mn, puesto que los métodos mencionados anteriormente incrementan las etapas de producción de la galvanización por inmersión en caliente del tipo continuo general, PLT 7 muestra el método de realizar el recocido dos veces, decapando y retirando los concentrados de Si en la superficie, que se forman sobre la superficie después del primer recocido para suprimir la formación de concentrados en la superficie en el momento del segundo recocido, luego se aplica el recubrimiento. Sin embargo, cuando la concentración de Si es alta, el decapado no es suficiente para retirar completamente los concentrados en la superficie, de manera que la humectabilidad del recubrimiento y la adhesión del recubrimiento se mejoran en una medida insuficiente. Además, se requieren nuevamente instalaciones para dos operaciones de recocido e instalaciones de decapado para retirar los concentrados de Si en la superficie, de manera que existe el problema de un incremento de los costes de capital y los costes de producción.

PLTs 8 y 9 muestran métodos de pre-recubrimiento de la superficie de lámina de acero por Cr, Ni, Fe, etc. antes o después de la recristalización y el recocido, luego se aplica el recubrimiento. Sin embargo, en esta técnica existe el problema de que cuando se realiza el pre-recubrimiento antes de la recristalización y el recocido, el calentamiento en el momento del recocido provoca que los elementos pre-recubiertos se difundan en la lámina de acero y la lámina de acero falle en resistencia y alargamiento y el problema de que se oxidan el Fe o Si y Mn, que se difunden en la superficie de la lámina de acero. Además, cuando se realiza el pre-recubrimiento después de la recristalización y el recocido, se forman óxidos sobre la superficie de la lámina de acero, de manera que existe el problema de que el pre-recubrimiento se deposita de una manera irregular sobre la lámina de acero y tiene dificultad en cubrir los óxidos concentrados. Además, este método tiene el problema de que independientemente de si se realiza el pre-recubrimiento antes o después de la recristalización y recocido, se incurre en costes en los materiales del pre-recubrimiento o se incurre en costes en las instalaciones de pre-recubrimiento, de manera que el incremento de etapas conduce a un incremento en los costes de producción.

Además, en la técnica que suprime la concentración del Si y Mn, como la técnica que se centra en provocar oxidación interna de antemano en la etapa de laminación en caliente, PLT 10 muestra la técnica de controlar el potencial de oxígeno en la etapa de laminación en caliente para causar la oxidación interna de Si y utilizar la lámina de acero de calibre fino resultante para producir lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente por una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua. Sin embargo, en esta técnica, en el momento de la etapa de laminación en frío y otra laminación, la capa de oxidación interna termina por laminarse junta, de manera que la capa de oxidación interna se reduce en el espesor y los óxidos de Si terminan por concentrarse en la superficie en el proceso de recristalización y recocido, de manera que existe el problema de que la humectabilidad del recubrimiento y la adhesión del recubrimiento se mejoran en una medida insuficiente. Además, existe el problema de que si se causa oxidación interna en la etapa de laminación en caliente, los óxidos de Fe formados al mismo tiempo causan adherencia de los rodillos.

5 PLT 11 muestra el método de controlar el potencial de oxígeno en la atmósfera en el horno de calefacción y el potencial de oxígeno en la atmósfera en la parte más alta del horno de remojo altos de la misma manera y de controlar el potencial de oxígeno de la parte superior del horno de remojo para que sea más alto que el potencial de oxígeno en la parte del fondo del horno en un cierto grado para recubrir la lámina de acero con alto contenido de Si. Sin embargo, también por este método la adhesión del recubrimiento es insuficiente.

10 PLT 12 muestra una lámina de acero galvanizada por inmersión de alta tensión, que tiene una capa oxidante que comprende óxido intergranular u óxido transgranular formados sobre la porción de la capa de la superficie donde se tocan la galvanización por inmersión en caliente y la lámina de acero de sustrato. Un precipitado del grupo de niobio-molibdeno de 20 nm o menor que diámetro, o un precipitado del grupo de titanio-molibdeno a una densidad de más de $1/\mu\text{m}^2$, se dispersan en la capa.

Lista de citas

Literatura de patentes

- PLT 1. Publicación de Patente Japonesa N° 55-122865A
- PLT 2. Publicación de Patente Japonesa N° 2001-323355A
- 15 PLT 3. Publicación de Patente Japonesa N° 2010-126757A
- PLT 4. Publicación de Patente Japonesa N° 2008-7842A
- PLT 5. Publicación de Patente Japonesa N° 2001-279412A
- PLT 6. Publicación de Patente Japonesa N° 2009-209397A
- PLT 7. Publicación de Patente Japonesa N° 2010-196083A
- 20 PLT 8. Publicación de Patente Japonesa N° 56-33463A
- PLT 9. Publicación de Patente Japonesa N° 57-79160A
- PLT 10. Publicación de Patente Japonesa N° 2000-309847A
- PLT 11. Publicación de Patente Japonesa N° 2009-068041A
- PLT 12. Publicación de Patente Japonesa N° 2004-149912A

25 Sumario de la invención

Problema técnico

30 La presente invención tiene el problema de proporcionar una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente que utiliza una lámina de acero que contiene los elementos fácilmente oxidables de Si y Mn como un material de base y está provista con una capa galvanizada por inmersión en caliente, que es excelente en humectabilidad de recubrimiento y adhesión del recubrimiento y de proporcionar un método de producción de la misma.

Solución del problema

35 Para solucionar el problema anterior, los inventores han tomado nota del efecto del contenido de los componentes de la capa galvanizada por inmersión en caliente y la lámina de acero de material de base en una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, en particular la lámina de acero de material de base justamente debajo de la capa de recubrimiento, sobre la humectabilidad del recubrimiento y la adhesión del recubrimiento y, además, han tomado nota, en el método de producción de la misma, para conseguir que se provoque oxidación interna de Si y Mn cuando se eleva el potencial de oxígeno de la atmósfera y reducir el Fe en un tipo de tubo radiante de horno de calefacción controlando la recristalización y el recocido hasta el potencial de oxígeno en la etapa de calefacción y en la etapa de remojo. Han emprendido varios estudios en profundidad y, como resultado, han descubierto que es posible producir lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente que es excelente en humectabilidad del recubrimiento y adhesión del recubrimiento, sin incrementar las etapas en una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua, que está provista con un tipo de tubo todo radiante de horno de calefacción y de esta manera se completa la presente invención.

40

La presente invención se define por las reivindicaciones anexas.

45 Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con el método de producción de la presente invención, se obtiene una lámina de acero galvanizado por inmersión en caliente, que es excelente de humectabilidad de revestimiento y adhesión revestimiento utilizando una

lámina de acero que contiene los elementos Si y Mn fácilmente oxidables como un material de base.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1 muestra los resultados de la humectabilidad de recubrimiento / adhesión de recubrimiento determinadas por la relación del espesor de la capa A y el espesor de la capa B obtenidos a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H1 a H12 y H29 a H34.

La figura 2 muestra la relación del contenido de óxidos de la capa B y la humectabilidad/adhesión de recubrimiento obtenidos a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H1 a H12.

10 La figura 3 muestra la relación del contenido de Fe de la capa B y la humectabilidad/adhesión de recubrimiento obtenidos a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H1 a H12.

15 La figura 4 muestra los resultados de la humectabilidad de recubrimiento/adhesión de recubrimiento que se determina por la relación entre el potencial de oxígeno $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del horno de calefacción y el potencial de oxígeno $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del horno de remojo obtenidos a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H1 a H12.

20 La figura 5 muestra la relación entre la concentración de hidrógeno del horno de calefacción y la humectabilidad de recubrimiento/adhesión de recubrimiento obtenidos a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H25 a H28.

25 La figura 6 muestra la relación entre la concentración de hidrógeno del horno de remojo y la humectabilidad de recubrimiento/adhesión de recubrimiento como se entiende a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H25 a H28.

30 La figura 7 muestra los resultados de la humectabilidad de recubrimiento/adhesión de recubrimiento que se determina por la relación de la temperatura punta de la lámina de acero laminada en frío en el horno de calefacción y el tiempo en el rango de temperatura de 500°C a 950°C que se obtiene a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H13 a H18 and H22 a H24.

35 La figura 8 muestra los resultados de la humectabilidad de recubrimiento/adhesión de recubrimiento que se determina por la relación entre las temperaturas mínima y máxima de la lámina (rango de temperatura de la lámina) en el horno de remojo y el tiempo en el rango de temperatura de 500°C a 950°C, que se obtiene a partir de los resultados de los Ejemplos explicados más adelante A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 y los Ejemplos Comparativos H13 a H24.

Descripción de formas de realización

40 A continuación se explicará la presente invención en detalle. En primer lugar los componentes supuestos de la lámina de acero que está provista con la capa galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención que son los siguientes. Además, a continuación, el % que se explica en la descripción debería ser % en masa, si no se indica otra cosa.

C: 0,05 % a 0,50 %

45 C es un elemento que estabiliza la fase de austenita y es un elemento necesario para elevar la resistencia de la lámina de acero. Si la cantidad de C es menor que 0,05 %, la lámina de acero es insuficiente en resistencia, mientras que si es mayor que 0,50, falla la capacidad de procesamiento. Por esta razón, la cantidad de C es de 0,05 % a 0,5 %, con preferencia de 0,10 % a 0,40 %.

Si: 0,1 % a 3,0 %

50 Si provoca que la solución sólida de C en la fase de ferrita se concentre en la fase de austerita y eleva la resistencia al ablandamiento por revenido de la lámina de acero para mejorar de esta manera la resistencia de la lámina de acero. Si la cantidad de Si es menor que 0,1 %, la lámina de acero se vuelve insuficiente en resistencia, mientras que es mayor que 3,0 %, falla en facilidad de procesamiento. Además, no se mejoran en una medida suficiente la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento. Por esta razón, la cantidad de Si es de 0,1 % a 3,0 %, con preferencia de 0,5 % a 2,0 %.

Mn: 0,5 % a 5,0 %

Mn es un elemento que es útil para elevar la capacidad de endurecimiento y para elevar la resistencia de la lámina de acero. Si la cantidad de Mn es menor que 0,5 %, la lámina de acero se vuelve insuficiente en resistencia, mientras que si es mayor que 5,0 %, cae en facilidad de procesamiento. Además, no se mejoran en una medida suficiente la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento. Por esta razón, la cantidad de Mn de 0,5 % a 5,0 %, con preferencia de 1,0 % a menor que 3,0 %.

P: 0,001 % a 0,5 %

P contribuye a la mejora de la resistencia, de manera que se puede incluir P de acuerdo con el nivel de resistencia requerido. No obstante, si el contenido de P está contenido por encima de 0,5 %, la segregación límite de los granos causa que se deteriore la calidad del material, de manera que el límite superior se fija en 0,5 %. Por otra parte, para hacer que el contenido de P sea menor que 0,001 %, se requiere un incremento tremendo del coste en la fase de producción del acero, de manera que se fija 0,001 % como el límite inferior.

S: 0,001 % a 0,03 %

S es un elemento de impureza incluido de forma inevitable. Después de la laminación en frío, se forman inclusiones de MnS en la lámina configurada, por lo que cae la capacidad de procesamiento, de manera que la cantidad de S es con preferencia lo más pequeña posible, pero la reducción excesiva va acompañada con un incremento en los costes de desulfuración del proceso de producción de acero. Por lo tanto, la cantidad de S es de 0,001 % a 0,03 %.

Al: 0,005 % a 1,0 %

Al tiene una afinidad con el N en la lámina de acero y tiene el efecto de fijar la solución sólida de N como precipitados para mejorar de esta manera la capacidad de procesamiento. Sin embargo, la adición excesiva de Al provoca, por el contrario, que se deteriore la capacidad de procesamiento. Por esta razón, la cantidad de Al es de 0,005 % a 1,0 %.

El resto distinto a la composición anterior de componentes es Fe e impurezas inevitables. En la presente invención, con la finalidad de asegurar la resistencia mejorar la capacidad de procesamiento, etc. de acuerdo con las necesidades se pueden incluir de una manera adecuada uno o más elementos que están seleccionados de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en la lámina de acero, respectivamente, en 0,0001 % a 1 %.

El método de producción de la lámina de acero no está particularmente limitado desde fundición hasta laminación en frío. El acero es procesado por fundición general, laminación en caliente, decapado con ácido y laminación en frío para obtener lámina de acero laminada en frío. La lámina de acero tiene un espesor preferido de 0,1 mm a 3 mm.

A continuación se explicarán factores que son importantes en la presente invención, es decir, la lámina galvanizada por inmersión en caliente (capa A) y la capa que se forma en la lámina de acero (capa B).

La lámina galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención tiene la capa A sobre la superficie de lámina de acero y la capa B justo debajo de la superficie de la capa de acero. La capa A es una capa galvanizada por inmersión en caliente que se forma sobre la superficie de la lámina de acero para asegurar la prevención contra la corrosión. La capa B es una capa comprendida principalmente de Fe que es suprimido en contenidos de óxidos y elementos de C, Si, Mn, etc. Se forma en la lámina de acero justo debajo de la superficie de la lámina de acero de material de base para mejorar de esta manera la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento.

La capa A constituida por la capa galvanizada por inmersión en caliente puede tener elementos distintos al cinc añadido en la capa mientras el 50 % o más de los componentes constituyentes es cinc. Además, también es posible una capa galvanizada por inmersión en caliente que se convierte en una aleación de Fe-Zn por calentamiento después del tratamiento de galvanización por inmersión en calientes. En el caso de una capa galvanizada por inmersión en caliente, si el contenido de Fe en la aleación de Fe-Zn está por encima del 20 % en masa, la adhesión de recubrimiento cae, de manera que el contenido es con preferencia 20 % en masa o menos.

El contenido de Fe en la aleación de Fe-Zn de la capa galvanizada por inmersión en caliente referida aquí se halla cortando una pieza de un área predeterminada desde la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, sumergiéndola en ácido clorhídrico para disolver sólo la capa de recubrimiento, luego analizando esta solución por un ICP (analizador espectrofotométrico de emisión) para medir la cantidad de Fe y la cantidad de Zn y calcular de esta manera la relación de Fe.

El espesor de la capa A, como se muestra en la figura 1, es con preferencia de 2 μm a 100 μm . Si es menor que 2 μm , la capacidad de prevención de la corrosión es insuficiente. Además, es difícil realizar la deposición del recubrimiento de una manera uniforme. Si es superior a 100 μm , el efecto de la mejora de la resistencia a la corrosión por la capa de recubrimiento llega a saturarse, de manera que no es económica. Además, se incrementa la tensión residual dentro de la capa de recubrimiento, de manera que la adhesión de recubrimiento cae. Por esta razón, el espesor de la capa A es con preferencia de 2 μm a 100 μm . Con respecto al método de medición del

espesor de la capa B que se menciona aquí, existen varios métodos, pero se puede mencionar, por ejemplo, el método de ensayo microscópico de la sección transversal descrito en JIS H 8501. Éste es un método de enterrar una sección transversal de una muestra en una resina, pulirla, luego de acuerdo con las necesidades decaparla por una solución corrosiva y analizar la superficie pulida por un microscopio óptico o microscopio de electrones del tipo de exploración (SEM), o microanalizador de sonda electrónica (EPMA), etc. y hallar el espesor. En la presente invención, la muestra se enterró en Technovit 4002 (fabricado por Maruto Instrument Co., Ltd.) y se pulió en orden por papel de pulir #240, #320, #400, #600, #800, y #1000 (JIS R 6001), entonces se analizó la superficie pulida por EPMA desde la superficie de acero recubierta por análisis lineal, el espesor en el que no se detecta ya Zn se encuentra en posiciones de 10 localizaciones separadas entre sí por 1 mm o más, los valores hallados se promediaron, y el valor obtenido se considera el espesor de la capa A.

En el caso de una capa recocida después de la galvanización, debido a la capa B dentro de la lámina justo debajo de la superficie de la lámina de acero, se reduce el contenido de los óxidos de la lámina de acero del material de base, de manera que se favorece la reactividad entre el Fe y el recubrimiento y se mejora adicionalmente la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento, de manera que esto es preferible.

La capa B que caracteriza la presente invención es una capa que se forma elevando el potencial de oxígeno de la atmósfera en un tipo de horno de calefacción de tubos radiantes y reduciendo el potencial de oxígeno de la atmósfera para reducir el Fe en un horno de remojo. En el horno de calefacción, Si y Mn se oxidan internamente y C se oxida y se disocia en la superficie de la lámina de acero como un gas, de manera que con un cierto espesor debajo de la superficie de la lámina de acero, se reduce la concentración de Si, Mn y C no como óxidos debajo de la superficie de la lámina de acero del material de base, pero el espesor sigue la dispersión del calor de Si y Mn y C, de manera que se incrementa más que el espesor de la capa de oxidación interna. Si se elevase justamente el potencial de oxígeno de la atmósfera, se formarían óxidos de Fe en la superficie de la lámina de acero del material de base y se incrementarían. Además, por ejemplo en oxidación interna de Si, se formarían y se incrementarían óxidos internos del óxido compuesto con Fe llamado "fayalite" (Fe_2SiO_4). En cambio, con el método de la presente invención, se reduce el Fe en el horno de remojo, se modo que se pueden suprimir óxidos de Fe justo debajo de la superficie de la lámina de acero del material de base. Por lo tanto, la capa B de acuerdo con la presente invención es una capa diferente de la "capa de oxidación interna" que se describe en la literatura de la técnica anterior, etc.

La capa B en la lámina de acero justo debajo de la superficie de la lámina de acero de material de base, como se muestra en la figura 1, que tiene un espesor de 0,001 μm a 0,5 μm es importante para mejorar la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de la capa de recubrimiento. Si es inferior a 0,001 μm , la cantidad de la capa B cae, de manera que no se mejoran suficientemente la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento, mientras que si es superior a 0,5 μm , no se asegura la resistencia de la capa B y se produce fallo de cohesión, de manera que la adhesión de recubrimiento cae. Más preferible, la capa B tiene un espesor de 0,01 μm a 0,4 μm . El espesor de la capa B referido aquí se ha hallado de la siguiente manera: la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente fue tratada por pulverización catódica utilizando al mismo tiempo un espectroscopio de fotoelectrones de rayos-X (XPS) para analizar la composición en la dirección de la profundidad. La profundidad a la que no se detectaría ya Zn se designó como D1. Las cantidades de C, Si, Mn, P, S, y Al en la capa B fueron, respectivamente, C: menor que 0,05 % en masa, Si: menor que 0,1 % en masa, Mn: menor que 0,5 % en masa, P: menor que 0,001 % en masa, S: menor que 0,001 % en masa, y Al: menor de 0,005 % en masa, de manera que se hallaron la profundidad a la que se detectó C en 0,05 % o más o la profundidad a la que se detectó Si en 0,1 % o más, la profundidad a la que se detectó Mn en 0,5 % o más, la profundidad a la que se detectó P en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detectó S en 0,001 % o más, y la profundidad a la que se detectó Al en 0,005 % o más y la profundidad del valor mínimo entre estos valores se designa como D2. El espesor de la capa B se convierte en el valor medio hallando (D2-D1) para N = 3. Sin embargo, el porcentaje que se muestra aquí se basa en la representación del sistema XPS. El método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis.

Por medio de recristalización y recocido de la lámina de acero, que es galvanizada por inmersión en caliente, de la presente invención, se forman uno o más tipos de óxidos de Fe, Si, Mn, P, S, y Al justo debajo de la superficie de la lámina de acero. Como se muestra en la figura 2, si el total del contenido de éstos en la capa B de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención llega a ser 50 % o más, caen la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento. Por lo tanto, el total de estos óxidos en la capa B es menor que 50 %, con preferencia menor que 25 %.

Uno o más tipos de óxidos de Fe, Si, Mn, P, S, y Al referidos aquí no están particularmente limitados a los siguientes, sino que se pueden mencionar, como ejemplos específicos, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, MnO, MnO₂, Mn₂O₃, Mn₃O₄, SiO₂, P₂O₅, Al₂O₃, y SO₂ como óxidos individuales y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos individuales o FeSiO₃, Fe₂SiO₄, MnSiO₃, Mn₂SiO₄, AlMnO₃, Fe₂PO₃, y Mn₂PO₃ como óxidos compuestos y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos compuestos. El total de las tasas de contenido se encuentra, de la misma manera que la medición mencionada anteriormente de espesor de la capa B, por medio de pulverización catódica de la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, analizando al mismo tiempo la composición la composición por espectroscopio foto electrónico de rayos-X (XPS) en la dirección

de la profundidad, totalizando los valores medios de las composiciones por masa de cationes de Fe, Si, Mn, P, S, y Al que se miden a partir de la profundidad, a la que Zn no es ya detectada (D1) hasta la profundidad del valor mínimo (S2) entre la profundidad a la que se detecta C en 0,05 % o más y la profundidad a la que se detecta Si en 0,1 % o más, la profundidad a la que se detecta Mn en 0,5 % o más, la profundidad a la que se detecta P en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta S en 0,001 % o más, y la profundidad a la que se detecta Al en 0,005 % más, añadiendo, además, el valor medio de la concentración en masa de aniones de O, y promediando el resultado para N=3 resultados de la medición. El método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis.

Además, en la capa B, el contenido de C, Si, Mn, P, S, y Al no como óxidos que está suprimido es también importante para mejorar la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento. Esto es debido a que se reduce el contenido de C, Si, Mn, P, S, y Al que se añaden a la lámina de acero del material de base justo debajo de la superficie de la lámina de acero para elevar la relación de Fe, se eleva la reactividad de la lámina de acero y del recubrimiento, el recubrimiento se humedece fácilmente y se eleva la adhesión entre el recubrimiento y el material de base. Además, esto es debido, con respecto a C, Si, Mn, P, S, y Al no como óxidos presentes en la superficie de la lámina de acero del material de base, a que si los óxidos que están presentes en la superficie del baño contactan con la lámina de acero del material de base cuando se sumerge la lámina de acero en el baño de recubrimiento y se trata la capa de recubrimiento, los Si, Mn, P, S, y Al se oxidan y reducen la reactividad de la lámina de acero y el recubrimiento, de manera que los C, Si, Mn, P, S, y Al no como óxidos son efectivos para mejorar la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento. Se reconoce una caída en la humectabilidad y adhesión del recubrimiento con un contenido de C de la capa B de 0,05 o más o un contenido de Si de 0,1 % o más, un contenido de Mn de 0,5 % o más, un contenido de P de 0,001 % o más, un contenido de S de 0,001 % o más, y un contenido de Al de 0,005 %, de manera que con preferencia el contenido de C de la capa B es menor que 0,05 %, el contenido de Si es menor que 0,1 %, el contenido de Mn es menor que 0,5 %, el contenido de P es menor que 0,001 %, el contenido de S es menor que 0,001 %, y el contenido de Al es menor que 0,005 %. El contenido de C, Si, Mn, P, S, y Al referidos aquí se obtienen por medio de pulverización catódica de la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, mientras se analiza la composición por XPS en la dirección de la profundidad y promediando, por N = 3 resultados de medición, los valores medios de las concentraciones en masa de C, Si, Mn, P, S, y Al que se miden a partir de la profundidad a la que Zn no se detecta ya (D1) hasta la profundidad del valor mínimo (D2) entre la profundidad a la que C es detectada en 0,05 % o más o la profundidad a la que Si es detectado a 0,1 % o más, la profundidad a la que Mn es detectado en 0,5 % o más, la profundidad a la que P es detectado en 0,001 % o más, la profundidad a la que S es detectado en 0,001 % o más y la profundidad a la que Al es detectado en 0,005 % o más. El método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis.

Si el contenido de Fe no como óxidos en la capa V, como se muestra en la figura 3, es menor que 50 %, caen la humectabilidad y la adhesión con la capa A y la adhesión con la lámina de acero de material de base. Como resultado, se hace que caigan la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento, de manera que el contenido de Fe no como óxidos es 50 % o más, con preferencia 70 % o más. El contenido de Fe referido aquí se consigue por medio de pulverización catódica de la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, mientras se analiza la composición por XPS en la dirección de la profundidad y promediando, para N = 3 resultados de la medición, el valor medio de la concentración en masa de Fe, que se mide desde la profundidad a la que Zn no se detecta ya (D1) hasta la profundidad del valor mínimo (D2) entre la profundidad a la que C se detecta en 0,05 % o más o la profundidad a la que Si se detecta en 0,1 % o más, la profundidad a la que Mn se detecta en 0,5 % o más, la profundidad a la que P se detecta en 0,001 % o más, la profundidad a la que S se detecta en 0,001 % o más y la profundidad a la que Al se detecta en 0,005 % o más. El método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis.

Una forma de realización más preferida de la capa B se explicará a continuación. Esta forma de realización tiene como su objeto asegurar la resistencia, mejorar la capacidad de procesamiento, etc. en el caso en el que uno o más elementos que son seleccionados de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM están contenidos en la lámina de acero en cantidades respectivas de 0,0001 % a 1 %, como componentes adicionales.

La capa B entre la capa galvanizada por inmersión en caliente constituida por la capa A y la lámina de acero de material de base, como se muestra en la figura 1, tiene con preferencia un espesor de 0,001 mm a 0,5 mm como se ha explicado anteriormente. Más preferido, la capa B tiene de manera similar un espesor de 0,01 mm a 0,4 mm. El espesor preferible de la capa B referida aquí se encuentra de la siguiente manera: La superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente se aplica por pulverización catódica mientras se utiliza XPS para analizar la composición en la dirección de la profundidad, la profundidad a la que Zn no se detecta ya se designa como D1, la profundidad a la que se detecta C en 0,05 % o más, la profundidad a la que se detecta P en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta S en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta Al en 0,005 % o

más, y la profundidad a la que se detectan Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en 0,0001 % o más se encuentran, y la profundidad del valor mínimo entre estos valores se designa como D2. El espesor de la capa B se convierte en el valor medio de (D2-D1) hallado para N = 3. El método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis.

Además, por medio de recristalización y recocido de la lámina de acero, que es galvanizada por inmersión en caliente, de la presente invención, se forman uno o más tipos de óxidos de Fe, Si, Mn, Al, P, S, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, and REM justo debajo de la superficie de la lámina de acero. Como se muestra en la figura 2, si el total de las tasas del contenido en la capa B de la lámina de acero después de la galvanización por inmersión en caliente de la presente invención llega a ser 50 % o más, caen la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento, de manea que el total es menor que 50 %, con preferencia menor que 25 %.

Los óxidos de uno o más elementos que se seleccionan a partir de Fe, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM referidos aquí no están particularmente limitados a los siguientes, sino que se pueden mencionar como ejemplos específicos FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, MnO, MnO₂, Mn₂O₃, Mn₃O₄, SiO₂, P₂O₅, Al₂O₃, SO₂, TiO₂, NbO, Cr₂O₃, MoO₂, NiO, CuO, ZrO₂, V₂O₅, WO₂, B₂O₅, y CaO como óxidos y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos individuales de FeSiO₃, Fe₂SiO₄, MnSiO₃, Mn₂SiO₄, AlMnO₃, Fe₂PO₃, y Mn₂PO₃ como óxidos compuestos y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos compuestos. El total de los tasas de contenido se encuentra, de la misma manera que la medición mencionada anteriormente del espesor de la capa B, por medio de pulverización catódica de la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, al mismo tiempo que se utiliza un espectroscopio foto electrónico de rayos-X (XPS) para analizar la composición en la dirección de la profundidad, totalizando los valores medios de las concentraciones respectivas de masa de cationes de Fe, Si, Mn, Al, P, S, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, que se miden a partir de la profundidad a la que Zn no es ya detectado (D1) hasta la profundidad del valor mínimo (D2) entre la profundidad a la que C se detecta en 0,05 % o más, o la profundidad a la que Si es detectado en 0,1 % o más, la profundidad a la que Mn es detectado en 0,5 % o más, la profundidad a la que P es detectado en 0,001 % o más, la profundidad a la que S es detectado en 0,001 % o más, la profundidad a la que Al es detectado en 0,005 % o más y la profundidad a la que Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, REM se detectan en 0,0001 % o más, además añadiendo el valor medio de la concentración de masa de iones de O, y promediando el resultado para resultados de medición N=3. El método de medición no está particularmente limitado, pero de acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis.

Además, en la capa B, la supresión del contenido de C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos es también importante para mejorar la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento. Esto es debido a que si se reduce el C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM que se añade a la lámina de acero del material de base justo debajo de la superficie de la lámina de acero y se eleva la relación de Fe, se eleva la reactividad de la lámina de acero y el recubrimiento y el recubrimiento se humedece fácilmente y se eleva la adhesión entre el recubrimiento y el material de base. Además, esto es debido a que, con respecto a C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos presentes en la superficie de la lámina de acero del material de base, si los óxidos que están presentes sobre la superficie del baño entran en contacto con la lámina de acero del material de base cuando se sumerge la lámina de acero en el baño de recubrimiento y se trata la capa de recubrimiento, los Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM se oxidan y reducen la reactividad de la lámina de acero y el recubrimiento, de manera que la reducción de C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos es efectiva para mejorar la humectabilidad y la adhesión del recubrimiento. Se reconoce una caída de la humectabilidad y de la adhesión del recubrimiento cuando la capa B tiene un contenido de C de 0,05 % o más o un contenido de Si de 0,1 % o más, un contenido de Mn de 0,5 % o más, un contenido de P de 0,001 % o más, un contenido de S de 0,001 % o más, un contenido de Al de 0,005 o más, un contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM de 0,0001 % o más, de manera que la capa B tiene con preferencia un contenido de C menor que 0,05 %, un contenido de Si de menor que 0,1 %, un contenido de Mn menor que 0,5 %, un contenido de P menor que 0,001 %, un contenido de S menor que 0,001 %, un contenido de Al menor que 0,005 %, un contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM menor que 0,0001 %. El contenido de C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM referidos aquí se obtienen mediante pulverización catódica de la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, analizando al mismo tiempo la composición por XPS en la dirección de la profundidad y promediando, para N = 3 valores de medición, los valores medios de las concentraciones respectivas de C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM que son medidas desde la profundidad a la que no se detecta ya Zn hasta la profundidad del valor mínimo (D2) entre la profundidad a la que se detecta C en 0,05 % o más o la profundidad a la que se detecta C en 0,1 % o más, la profundidad a la que se detecta Mn en 0,05 % o más, la profundidad a la que se detecta P en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta S en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta Al en 0,005 % o más, y la profundidad a la que se detectan Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en 0,0001 % o más. El método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS),

TEM, u otros medios de análisis.

Si el contenido de Fe no como óxidos en la capa B, de la misma manera que anteriormente, es menor que 50 %, la humectabilidad y la adhesión con la capa A y la adhesión con la lámina de acero de material de base cae y como resultado se reducen la humectabilidad y la adhesión del recubrimiento, de manera que el contenido de Fe no como óxidos es 50 % o más, con preferencia 70 % o más. El contenido de Fe referido aquí se obtiene mediante pulverización catódica de la superficie de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, utilizando al mismo tiempo XPS para analizar la composición en la dirección de la profundidad y promediando, para N = 3 valores de medición, los valores medios de la concentración en masa de Fe que se mide desde la profundidad a la que no se detecta (D1) ya Zn hasta la profundidad del valor mínimo (D2) entre la profundidad a la que se detecta C en 0,05 % o más o la profundidad a la que se detecta Si en 0,1 % o más, la profundidad a la que se detecta Mn en 0,5 % o más, la profundidad a la que se detecta P en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta S en 0,001 % o más, la profundidad a la que se detecta Al en 0,005 % o más y la profundidad a la que se detectan Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en 0,0001 % o más. En particular, el método de medición no está particularmente limitado. De acuerdo con las necesidades, se pueden utilizar espectrometría de descarga de brillo (GDS), espectrometría de masa de iones secundaria (SIMS), espectrometría de masa de iones secundaria del tipo de tiempo-de-vuelo (TOF-SIMS), TEM, u otros medios de análisis

A continuación se explicará un método de producción de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, que es excelente en humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento de la presente invención.

Como el método de producción, se emplea uno que procesa acero de componentes predeterminados en lámina de acero laminada en frío utilizando un método utilizado ordinariamente, luego se trata para recocerlo y galvanizarlo por inmersión en caliente en una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua, que está provista con un horno de calefacción y horno de remojo y se caracteriza por que en el horno de calefacción y en el horno de remojo que realizan el tratamiento de recocido, la temperatura de la lámina de acero laminada en frío en los hornos está en el rango de temperatura de 500°C a 950°C y el desplazamiento de la lámina de acero laminada en frío en las siguientes condiciones es importante para producir la lámina de acero laminada en frío de la presente invención.

condiciones del horno de calefacción: utilizando un tipo de tubo todo radiante de horno de calefacción, calentar dicha lámina de acero laminada en frío en el rango de temperatura anterior durante 10 segundos a 1000 segundos, en el que el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del valor de la presión parcial del vapor (PH_2O) en dicho horno de calefacción dividido por la presión parcial del hidrógeno (PH_2) es -2 a 2, y en el que dicho horno de calefacción tiene una atmósfera compuesta de hidrógeno en una concentración de hidrógeno de 1 % en vol. a 30 % en vol., vapor y nitrógeno;

condiciones del horno de remojo: después de dicho horno de calefacción, se realiza el remojo de dicha lámina de acero laminada en frío en el rango de temperatura anterior durante 10 segundos a 1000 segundos, en el que el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del valor de la presión parcial del vapor (PH_2O) en dicho horno de remojo dividido por la presión parcial del hidrógeno (PH_2) es -5 a 2, y en el que dicho horno de remojo tiene una atmósfera compuesta de hidrógeno en una concentración de hidrógeno de 1 % en vol. a 30 % en vol., vapor y nitrógeno;

En el método de producción de la presente invención, se utiliza una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua que está provista con un horno de calefacción del tipo de tubo todo radiante para realizar el tratamiento de recocido y el tratamiento para aplicar una capa de recubrimiento. Un horno de calefacción del tipo de tubo todo radiante es resistente a la adhesión del rodillo y es nuevo en productividad del tratamiento de recocido.

Con respecto a las condiciones atmosférica, la temperatura de la lámina de acero laminada en frío circulante es con preferencia de 500°C a 950°C en la producción de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención. Si es menor que 500°C, el Si, Mn y C que están contenidos justo debajo de la superficie de la lámina de acero permanecen sin oxidación suficiente, de manera que la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento caen. Si es superior a 950°C, la economía de la producción cae y se acelera la dispersión de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en el acero. Puesto que la superficie de la lámina de acero se forma con óxidos, la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento caen. Más preferentemente la temperatura es de 600°C a 850°C.

En el rango de temperatura anterior del horno de calefacción, se eleva el potencial de oxígeno $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ para hacer que se oxiden los C, Si, Mn, P, S, y Al que están contenidos justo debajo de la superficie de la lámina de acero. Uno o más elementos que están seleccionados de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM forman óxidos internos justo debajo de la superficie de la lámina de acero. Cuando se libera C desde la lámina de acero, se descarburiza la superficie de la lámina de acero. Los óxidos internos de uno o más elementos, que se seleccionan de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM referidos aquí no están particularmente limitados, sino que se pueden mencionar, como ejemplos específicos, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, MnO, MnO₂, Mn₂O₃, Mn₃O₄, SiO₂, P₂O₅, Al₂O₃, SO₂, TiO₂, NbO, Cr₂O₃, MoO₂, NiO, CuO, ZrO₂, V₂O₅, WO₂, B₂O₅, y CaO como óxidos individuales y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos individuales o FeSiO₃,

Fe₂SiO₄, MnSiO₃, Mn₂SiO₄, AlMnO₃, Fe₂PO₃, y Mn₂PO₃ como óxidos compuestos y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos compuesto que se oxidan internamente.

5 Con respecto a la atmósfera en el horno de calefacción en el rango de la temperatura de la lámina, como se muestra en la figura 4, un log (PH₂O/PH₂) en una atmósfera de nitrógeno, que contiene agua e hidrógeno, es con preferencia de -2 a 2 en la producción de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención. Si el log(PH₂O/PH₂) es menor que -2, la reacción de oxidación de C no se realiza en una medida suficiente y, además, se forman óxidos externos de uno o más elementos que están seleccionados de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en la superficie de la lámina de acero, de manera que caen la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento. Si log(PH₂O/PH₂) mayor que 2, se forman óxidos de Fe en una medida excesiva en la superficie de la lámina de acero, de manera que caen la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento. Además, la oxidación interna de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM se realiza en una medida excesiva justo debajo de la superficie de la lámina de acero, por lo que se incrementa la tensión interna de la lámina de acero debido a los óxidos internos y cae la adhesión de recubrimiento. Más preferiblemente, el log es de -2 a 5. Los óxidos externos de uno o más elementos que están seleccionados de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM referidos aquí no están limitados a los siguientes, sino que se pueden mencionar, como ejemplos específicos, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, MnO, MnO₂, Mn₂O₃, Mn₃O₄, SiO₂, P₂O₅, Al₂O₃, SO₂, TiO₂, NbO, Cr₂O₃, MoO₂, NiO, CuO, ZrO₂, V₂O₅, WO₂, B₂O₅, y CaO como óxidos individuales y composiciones no estequiométricas respectivas de óxidos individuales o FeSiO₃, Fe₂SiO₄, MnSiO₃, Mn₂SiO₄, AlMnO₃, Fe₂PO₃, y Mn₂PO₃ como óxidos compuestos o bien composiciones no estequiométricas de óxidos compuestos que se oxidan externamente.

Además, en la atmósfera en el horno de calefacción en el rango de temperatura de la lámina, la concentración del hidrógeno, como se muestra en la figura 5, es de 1 % en vol. a 30 % en vol. Si la concentración de hidrógeno es menor que 1 % en vol., la relación de nitrógeno se incrementa y ocurre una reacción de nitridación en la superficie de la lámina de acero, de manera que la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento caen, mientras que si es superior al 30 % en vol., el tratamiento de recocido se vuelve inferior económicamente y, además, el hidrógeno forma una solución sólida dentro de la lámina de acero, por lo que se produce fragilización de hidrógeno y la adhesión de recubrimiento cae.

Además, el tiempo de calefacción en el horno de tratamiento en el rango de temperatura de la lámina es con preferencia de 10 segundos a 1000 segundos desde el punto de vista de la producción de la lámina de acero galvanizada en caliente de la presente invención. Si es menor que 10 segundos, las cantidades de oxidación de Si Mn y C son pequeñas, de manera que la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento caen, mientras que si es superior a 1000 segundos, la productividad del tratamiento de recocido cae y la oxidación interna se desarrolla en una medida excesiva justo debajo de la superficie de la lámina de acero, de manera que se produce tensión interna debido a óxidos internos y la adhesión de recubrimiento cae. El tiempo en el horno de remojo referido aquí es el tiempo durante el que la lámina de acero laminada en frío transcurre en el rango de temperatura de una temperatura de la lámina de 500°C a 950°C.

La velocidad de la subida de la temperatura en el horno de calefacción no está particularmente limitada, pero si es demasiado lenta, se deteriora la productividad. Si es demasiado rápida, se incrementa el coste de la instalación de calefacción, de manera que es preferible de 0,5°C/s a 20°C/s.

40 La temperatura inicial de la lámina en el instante de la entrada en el horno de calefacción no está particularmente limitada, pero si es demasiado alta, la lámina de acero se oxida, de modo que la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento caen, mientras que si es demasiado lenta, se incurre en coste para el enfriamiento, de manera que es preferible de 0°C a 200°C.

Después del horno de calefacción, a continuación en el rango de temperatura del horno de remojo, reduciendo el potencial de oxígeno log(PH₂O/PH₂), se reducen los óxidos a base de Fe de la superficie de la lámina de acero, específicamente FeO, Fe₂O₃, o Fe₃O₄ o los óxidos compuestos de Fe y Si y Fe y Cr de Fe₂SiO₄, FeSiO₃, y FeCr₂O₄. Es decir que antes de la cristalización y el recocido, la superficie de lámina de acero se forma con compuestos que se oxidan naturalmente en la atmósfera, tales como los óxidos de Fe de FeO, Fe₂O₃, y Fe₃O₄. Además, en la etapa de calefacción, FeO, Fe₂O₃, y Fe₃O₄ se incrementan y, además, los elementos fácilmente oxidables Si y Cr se oxidan, de manera que se forman Fe₂SiO₄, FeSiO₃, y FeCr₂O₄. Por lo tanto, antes de la etapa de remojo, la superficie de la lámina de acero tiene compuestos que destruyen la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento tales como FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeSiO₃, Fe₂SiO₄, y FeCr₂O₄. Por medio de la reducción de estos óxidos en la etapa de remojo, se mejoran la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento.

55 La atmósfera en el horno de remojo en el rango de temperatura de la lámina, como se muestra en la figura 4, que es una atmósfera que contiene agua e hidrógeno, en la que el log(PH₂O/PH₂) es -5 hasta menor que -2, es preferible en la fabricación de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención. Si el log(PH₂O/PH₂) es menor que -5, no sólo el tratamiento de recocido se vuelve pobre en términos de economía, sino que también se reducen los Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM justo debajo de la lámina de acero, que se oxidan internamente en la etapa de calefacción, de manera que caen la humectabilidad y la

adhesión de recubrimiento. Si el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ es -2 o más, los óxidos a base de Fe no se reducen en una medida suficiente, de manera que caen la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento. Más preferido, el valor es -4 hasta menos que -2 .

5 Además, en la atmósfera del horno de remojo dentro del rango de temperatura indicado anteriormente, la concentración de hidrógeno, como se muestra en la figura 6, es de 1 % en volumen hasta 30 % en volumen. Si la concentración de hidrógeno es menor que 1 % en volumen, la relación del nitrógeno se incrementa y ocurre una reacción de nitración en la superficie de la lámina de acero, de manera que la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento caen, mientras que si está por encima del 30 % en volumen, al tratamiento de recocido es inferior económicamente. Además, en el interior de la lámina de acero, el hidrógeno forma una solución sólida, de
10 manera que tiene lugar la fragilización de hidrógeno y la adhesión de recubrimiento cae.

Además, el tiempo de tratamiento en el rango anterior de temperatura de la lámina del horno de remojo es de 10 segundos a 1000 segundos, pero esto no es preferible en la producción de lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención. Si es inferior a 10 segundos, los óxidos a base de Fe no se reducen
15 suficientemente. Además, si es superior a 1000 segundos, la productividad del tratamiento de recocido cae y se forman óxidos externos de Si y Mn, de manera que la humectabilidad y la adhesión de recubrimiento caen. Además, en el horno de remojo, incluso si la temperatura de la lámina es una temperatura constante, la temperatura puede cambiar en 500°C a 950°C en el rango de temperatura.

El control individual de las condiciones atmosféricas en el horno de tratamiento y en el horno de remojo de la instalación de galvanización por inmersión en caliente continua es un rasgo característico del método de producción de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención. Para el control individual es necesario cargar los hornos con nitrógeno, vapor, e hidrógeno controlando al mismo tiempo su concentración. Además, el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del potencial de oxígeno en el horno de calefacción tiene que ser mayor que el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del potencial de oxígeno en el horno de remojo. Por esta razón, cuando fluye gas desde el horno de calefacción hacia el horno de remojo, es suficiente introducir una atmósfera adicional de una concentración más alta
20 de hidrógeno o una concentración más baja de vapor que dentro del horno de calefacción desde entre el horno de calefacción y el horno de remojo hacia el horno de remojo. Cuando fluye gas desde el horno de remojo hacia el horno de calefacción, es suficiente introducir una atmósfera adicional de una concentración más baja de hidrógeno o concentración más alta de vapor que dentro del horno de remojo desde entre el horno de calefacción y el horno de remojo hacia el horno de calefacción.

30 Después de que la lámina de acero ha abandonado el horno de calefacción y el horno de remojo, puede circular a través de las etapas generales ordinarias hasta que es sumergida en el baño de galvanización por inmersión en caliente. Por ejemplo, puede circular a través de una etapa de refrigeración lenta, etapa de refrigeración rápida, etapa de promedio, etapa de refrigeración secundaria, etapa de enfriamiento con agua, etapa de recalentamiento, etc. solas o en cualquier combinación. También es posible desplazarla a través de etapas generales ordinarias
35 después de la inmersión en un baño de galvanización por inmersión en caliente.

La lámina de acero circula a través del horno de calefacción y el horno de remojo, luego se refrigera y, de acuerdo con las necesidades, se mantiene en temperatura, se sumerge en un baño de galvanización por inmersión en caliente, donde se galvaniza por inmersión en caliente, luego se trata para aleación de acuerdo con las necesidades.

40 Con el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente, es posible utilizar un baño de galvanización por inmersión en caliente que tiene una temperatura del baño de 440°C hasta menor que 550°C , un total de concentración de Al en el baño y una concentración de cationes de Al de 0,08 % a 0,25 % e impurezas inevitables.

Si la temperatura del baño es menor que 440°C , el cinc fundido en el baño puede solidificarse, de manera que es inutilizable. Si la temperatura del baño excede de 550°C , la evaporación del cinc fundido en la superficie del baño se vuelve severa, se eleva el coste operativo, y el cinc evaporado se adhiere al interior del horno, de manera que
45 existen problemas en el funcionamiento.

Cuando se recubre la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, si el total de la concentración de Al en el baño y la concentración de cationes de Al llega a ser menor que 0,08 %, se forma una cantidad grande de capas ζ y la adhesión de recubrimiento cae, mientras que si el total excede de 0,25 %, el Al se oxida en el baño o se incrementa sobre el baño y la humectabilidad de recubrimiento cae.

50 Cuando se realiza el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente, entonces el tratamiento de aleación se realiza de una manera óptima a 440°C a 600°C . Si es menor que 440°C , la aleación se realiza lenta. Si es superior a 600°C , debido a la aleación, se forma excesiva la capa de aleación frágil de Zn-Fe en la interfaz con la lámina de acero, y se deteriora la adhesión de recubrimiento. Además, si es superior a 600°C , la fase de austenita residual de la lámina de acero se rompe, de manera que se deteriora también el balance de resistencia y ductilidad de la lámina
55 de acero.

Ejemplos

A continuación se utilizarán ejemplos para explicar específicamente la presente invención.

5 Después de la fundición usual, laminación en caliente, decapado y laminación en frío, los Materiales de Ensayo (TM) 1 a 72 de 1 mm de espesor de láminas laminadas en frío que se muestran en la Tabla 1 fueron tratados para recocido y tratados para dar capas de recubrimiento por una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua provista con un horno de calentamiento del tipo de tubo todo radiante de un método de calefacción de productividad relativamente alta con adherencia del rodillo pequeña, como se ha explicado anteriormente. Utilizando un tipo de horno de tubo todo radiante, como se ha explicado anteriormente, la adherencia del rodillo es pequeña y la productividad es también buena.

Tabla 1-1

Tabla 1. Composición y espesor de la lámina de acero laminada en frío

Nº	Composición de lámina de acero [% en peso]																
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Cr	Mo	Ni	Cu	Zr	V	W	B	Ca	Ce
TM1	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04											
TM2	0,15	0,3	0,5	0,006	0,005	0,02											
TM3	0,25	0,3	0,5	0,002	0,002	0,01											
TM4	0,35	0,3	0,5	0,002	0,007	0,08											
TM5	0,45	0,3	0,5	0,006	0,012	0,07											
TM6	0,05	1,0	0,5	0,005	0,002	0,04											
TM7	0,15	1,0	0,5	0,011	0,007	0,08											
TM8	0,25	1,0	0,5	0,002	0,014	0,03											
TM9	0,35	1,0	0,5	0,013	0,004	0,08											
TM10	0,45	1,0	0,5	0,001	0,004	0,08											
TM11	0,05	2,0	0,5	0,009	0,016	0,02											
TM12	0,15	2,0	0,5	0,007	0,011	0,07											
TM13	0,25	2,0	0,5	0,010	0,005	0,05											
TM14	0,35	2,0	0,5	0,009	0,011	0,08											
TM15	0,45	2,0	0,5	0,018	0,016	0,03											
TM16	0,05	3,0	0,5	0,018	0,018	0,10											
TM17	0,15	3,0	0,5	0,006	0,007	0,02											
TM18	0,25	3,0	0,5	0,004	0,007	0,01											
TM19	0,35	3,0	0,5	0,009	0,010	0,10											
TM20	0,45	3,0	0,5	0,001	0,009	0,06											
TM21	0,05	1,0	2,0	0,012	0,001	0,04											
TM22	0,15	1,0	2,0	0,014	0,015	0,03											
TM23	0,25	1,0	2,0	0,020	0,014	0,01											
TM24	0,35	1,0	2,0	0,019	0,008	0,05											
TM25	0,45	1,0	2,0	0,006	0,009	0,05											
TM26	0,05	2,0	2,0	0,020	0,007	0,03											
TM27	0,15	2,0	2,0	0,011	0,006	0,05											
TM28	0,25	2,0	2,0	0,004	0,017	0,08											
TM29	0,35	2,0	2,0	0,016	0,013	0,05											
TM30	0,45	2,0	2,0	0,019	0,016	0,02											
TM31	0,05	3,0	2,0	0,002	0,006	0,02											
TM32	0,15	3,0	2,0	0,019	0,013	0,02											
TM33	0,25	3,0	2,0	0,011	0,014	0,01											
TM34	0,35	3,0	2,0	0,014	0,009	0,06											
TM35	0,45	3,0	2,0	0,001	0,005	0,07											
TM36	0,05	1,0	4,0	0,019	0,020	0,04											

ES 2 680 649 T3

Tabla 1-2

Nº	Composición de lámina de acero [% en peso]																
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Cr	Mo	Ni	Cu	Zr	V	W	B	Ca	Ce
TM37	0,15	1,0	4,0	0,012	0,014	0,05											
TM38	0,25	1,0	4,0	0,015	0,009	0,02											
TM39	0,35	1,0	4,0	0,014	0,009	0,00											
TM40	0,45	1,0	4,0	0,008	0,017	0,04											
TM41	0,05	2,0	4,0	0,014	0,010	0,04											
TM42	0,15	2,0	4,0	0,014	0,012	0,05											
TM43	0,25	2,0	4,0	0,016	0,011	0,01											
TM44	0,35	2,0	4,0	0,013	0,015	0,10											
TM45	0,45	2,0	4,0	0,016	0,004	0,04											
TM46	0,05	3,0	4,0	0,008	0,017	0,05											
TM47	0,15	3,0	4,0	0,008	0,017	0,04											
TM48	0,25	3,0	4,0	0,011	0,002	0,01											
TM49	0,35	3,0	4,0	0,010	0,020	0,07											
TM50	0,45	3,0	4,0	0,013	0,002	0,01											
TM51	0,15	1,0	2,0	0,019	0,004	0,05	0,02										
TM52	0,15	1,0	2,0	0,019	0,020	0,05		0,10									
TM53	0,15	1,0	2,0	0,019	0,013	0,05			0,10								
TM54	0,15	1,0	2,0	0,019	0,019	0,05				0,10							
TM55	0,15	1,0	2,0	0,019	0,012	0,05					0,10						
TM56	0,15	1,0	2,0	0,019	0,009	0,05						0,10					
TM57	0,15	1,0	2,0	0,019	0,019	0,05							0,10				
TM58	0,15	1,0	2,0	0,019	0,019	0,05								0,10			
TM59	0,15	1,0	2,0	0,019	0,006	0,05									0,001		
TM60	0,15	1,0	2,0	0,019	0,002	0,05										0,002	
TM61	0,15	1,0	2,0	0,019	0,020	0,05											0,02
TM62	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04	0,02										
TM63	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04		0,10									
TM64	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04			0,10								
TM65	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04				0,10							
TM66	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04					0,10						
TM67	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04						0,10					
TM68	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04							0,10				
TM69	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04								0,10			
TM70	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04									0,001		
TM71	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04										0,002	
TM72	0,05	0,3	0,5	0,010	0,002	0,04											0,02

El horno de calefacción y el horno de remojo se cargan, respectivamente, con atmósferas de gas nitrógeno que contiene hidrógeno y vapor. Las condiciones en el horno de calefacción y en el horno de remojo y el log(PH₂O/PH₂) de la relación de presión parcial del vapor y presión parcial del hidrógeno y concentración de hidrógeno de los hornos se muestran en las Talas 2 a 7. Los ejemplos comparativos se muestran en las Tablas 2 a 8.

5

Tabla 2-3

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.							
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [μm]	Espesor de capa B [μm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humectabilidad	Adhesión				
		Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂	Conc. de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500° C a 950° C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂	Conc. de H [vol%]															Tpo. en rango de temp. de 500° C a 950° C [s]			
A54	TM64	802	-0,2	17	301	797 a 807	-3,4	17	209	15	0,078	18	82	0,0008	0,0005	0,0009	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0010	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
A55	TM55	801	-0,4	14	299	792 a 814	-3,4	14	193	88	0,102	18	82	0,0008	0,0002	0,0006	0,0001	0,0007	0,0003	0,0003	0,0001	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A56	TM56	805	-0,7	17	303	797 a 811	-3,5	17	194	75	0,116	16	84	0,0006	0,0008	0,0008	0,0006	0,0004	0,0002	0,0005	0,0005	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A57	TM57	804	-0,5	14	294	791 a 814	-3,6	14	205	17	0,069	14	86	0,0006	0,0001	0,0009	0,0009	0,0009	0,0004	0,0006	0,0006	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A58	TM58	804	-0,3	19	303	794 a 812	-3,5	19	203	58	0,109	17	83	0,0001	0,0004	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A59	TM59	800	-0,5	13	299	790 a 805	-3,3	13	196	58	0,110	22	78	0,0004	0,0000	0,0003	0,0008	0,0003	0,0006	0,0005	0,0005	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A60	TM60	802	-0,3	9	296	799 a 811	-3,7	9	202	20	0,114	16	84	0,0007	0,0002	0,0008	0,0002	0,0007	0,0000	0,0008	0,0008	No	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A61	TM61	803	-0,4	11	299	799 a 812	-3,5	11	205	73	0,151	22	78	0,0004	0,0008	0,0007	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A62	TM62	803	-0,6	12	297	790 a 812	-3,6	12	205	73	0,112	18	82	0,0001	0,0002	0,0002	0,0009	0,0008	0,0006	0,0006	0,00010	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
A63	TM63	802	-0,3	9	299	796 a 806	-3,4	9	199	14	0,071	14	86	0,0006	0,0009	0,0005	0,0002	0,010	0,0005	0,0005	0,00005	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A64	TM64	803	-0,5	8	304	797 a 807	-3,4	8	196	29	0,115	19	81	0,0003	0,0002	0,0007	0,0001	0,0009	0,0000	0,0000	0,00010	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A65	TM65	804	-0,5	14	292	796 a 813	-3,6	14	199	79	0,034	14	86	0,0010	0,0004	0,0003	0,0007	0,0006	0,0009	0,0003	0,0003	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A66	TM66	803	-0,6	16	301	797 a 813	-3,6	16	194	31	0,027	13	87	0,0007	0,0010	0,0005	0,0001	0,0010	0,0004	0,0008	0,00008	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A67	TM67	800	-0,5	12	293	791 a 815	-3,6	12	204	45	0,076	16	84	0,0006	0,0009	0,0009	0,0005	0,0006	0,0001	0,0008	0,00008	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A68	TM68	804	-0,4	9	297	796 a 809	-3,5	9	199	22	0,135	15	85	0,0000	0,0009	0,0009	0,0001	0,0004	0,0004	0,0002	0,00002	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A69	TM69	805	-0,5	12	294	800 a 808	-3,4	12	195	22	0,064	20	80	0,0009	0,0008	0,0010	0,0006	0,0002	0,0008	0,0004	0,00004	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A70	TM70	803	-0,5	17	302	799 a 808	-3,4	17	200	14	0,180	22	78	0,0002	0,0008	0,0008	0,0003	0,0003	0,0009	0,00004	0,00004	No	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A71	TM71	804	-0,7	9	303	791 a 813	-3,3	9	201	56	0,135	22	78	0,0001	0,0002	0,0010	0,0007	0,0000	0,0006	0,00003	0,00003	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
A72	TM72	802	-0,3	10	295	793 a 805	-3,5	10	202	42	0,133	14	86	0,0000	0,0007	0,0002	0,0009	0,0009	0,0008	0,00005	0,00005	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.

Tabla 3-1

Tabla 3 Condiciones de recristalización y recocido, estructura superficial, Humectabilidad del recubrimiento, y adhesión del recubrimiento

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Horno de calefacción					Horno de recocido					Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observaciones											
		Horno de calefacción		Horno de recocido			Horno de calefacción		Horno de recocido			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de óxido de Fe [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante		Humectabilidad	Adhesión									
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Conc. de H [vol%]	Conc. de H [vol%]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Conc. de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Conc. de H [vol%]														Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C								
B1	TM1	801	-0.3	11	605	793	a 813	-3.0	11	601	88	0.236	22	78	0.0003	0.0007	0.0007	0.0009	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B2	TM2	803	-0.1	8	602	791	a 811	-3.2	8	607	80	0.122	23	77	0.0002	0.0004	0.0004	0.0010	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B3	TM3	800	-0.1	9	602	800	a 813	-2.9	9	607	16	0.216	39	61	0.0003	0.0009	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B4	TM4	803	-0.1	17	603	790	a 814	-3.1	17	608	68	0.239	40	60	0.0005	0.0005	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
B5	TM5	804	0.3	19	602	798	a 811	-2.9	19	602	19	0.227	36	64	0.0007	0.0002	0.0003	0.0002	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B6	TM6	803	-0.1	16	603	799	a 808	-3.1	16	605	29	0.151	28	72	0.0007	0.0005	0.0004	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B7	TM7	802	0.1	16	605	791	a 809	-3.1	16	609	64	0.289	23	77	0.0003	0.0009	0.0008	0.0006	0.0000	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B8	TM8	801	0.1	13	604	793	a 814	-3.1	13	606	74	0.181	23	77	0.0008	0.0007	0.0001	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B9	TM9	804	0.0	14	600	791	a 806	-2.8	14	604	13	0.331	36	64	0.0005	0.0003	0.0007	0.0004	0.0000	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B10	TM10	805	0.2	12	603	794	a 805	-3.0	12	602	64	0.235	30	70	0.0005	0.0003	0.0009	0.0007	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	No	Buena	Buena	Ej.inv.	
B11	TM11	804	-0.1	10	601	799	a 806	-3.0	10	603	19	0.184	31	69	0.0002	0.0002	0.0006	0.0002	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B12	TM12	801	0.0	12	600	795	a 809	-3.1	12	602	76	0.029	24	76	0.0002	0.0005	0.0006	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B13	TM13	803	0.0	18	602	799	a 812	-2.9	18	609	41	0.229	32	68	0.0002	0.0004	0.0006	0.0010	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B14	TM14	802	0.1	10	601	793	a 808	-3.0	10	606	21	0.012	24	76	0.0002	0.0001	0.0010	0.0009	0.0006	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B15	TM15	803	-0.2	12	603	799	a 814	-3.0	12	605	84	0.273	33	67	0.0006	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B16	TM16	802	0.0	15	604	790	a 813	-3.0	15	605	34	0.176	20	80	0.0005	0.0003	0.0005	0.0008	0.0002	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B17	TM17	802	0.0	13	602	796	a 807	-2.9	13	603	78	0.316	32	68	0.0007	0.0009	0.0008	0.0000	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B18	TM18	804	0.1	10	602	793	a 809	-2.9	10	603	86	0.056	25	75	0.0008	0.0004	0.0001	0.0007	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
B19	TM19	804	0.0	14	604	792	a 811	-3.0	14	606	76	0.136	35	65	0.0009	0.0000	0.0007	0.0007	0.0002	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B20	TM20	801	0.1	19	603	795	a 806	-3.0	19	606	83	0.072	39	61	0.0008	0.0001	0.0002	0.0008	0.0002	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	No	Buena	Buena	Ej.inv.	
B21	TM21	802	-0.1	13	601	793	a 811	-2.9	13	600	69	0.025	22	78	0.0006	0.0001	0.0000	0.0009	0.0008	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B22	TM22	800	0.0	10	601	798	a 809	-3.1	10	608	53	0.169	25	75	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B23	TM23	801	0.1	15	604	792	a 810	-3.1	15	609	30	0.336	25	75	0.0005	0.0004	0.0003	0.0007	0.0002	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B24	TM24	801	-0.2	13	605	791	a 808	-3.1	13	605	37	0.131	22	78	0.0005	0.0003	0.0004	0.0002	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B25	TM25	802	-0.1	10	604	793	a 814	-3.0	10	607	44	0.147	26	74	0.0004	0.0004	0.0001	0.0008	0.0008	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
B26	TM26	801	0.1	11	603	795	a 807	-2.9	11	601	50	0.306	31	69	0.0008	0.0003	0.0005	0.0006	0.0009	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	

Tabla 3-3

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.						
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [μm]	Espesor de capa B [μm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión			
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂ [vol%]	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂ [vol%]															Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	
B54	TM54	804	-0,1	16	601	799 a 810	-3,2	16	602	46	0,266	21	79	0,0000	0,0001	0,0001	0,0007	0,0008	0,0003	0,00001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B55	TM55	805	0,0	15	601	800 a 806	-2,9	15	610	52	0,154	34	66	0,0008	0,0006	0,0008	0,0001	0,0001	0,0008	0,00006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B56	TM56	804	0,0	7	602	797 a 806	-2,8	7	604	28	0,344	34	66	0,0001	0,0002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0005	0,00002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B57	TM57	802	0,1	12	602	797 a 812	-3,0	12	604	70	0,096	29	71	0,0000	0,0009	0,0003	0,0007	0,0001	0,0010	0,00004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B58	TM58	800	0,1	11	605	794 a 808	-2,8	11	610	89	0,030	25	75	0,0008	0,0000	0,0008	0,0004	0,0003	0,0009	0,00002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B59	TM59	800	0,0	11	602	797 a 807	-2,8	11	603	57	0,100	29	71	0,0008	0,0003	0,0005	0,0001	0,0009	0,0001	0,00009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B60	TM60	803	0,3	18	603	791 a 813	-2,8	18	604	36	0,267	33	67	0,0007	0,0009	0,0003	0,0003	0,0007	0,0000	0,00003	No	Buena	Buena	Ej.inv.
B61	TM61	802	-0,1	12	604	793 a 810	-3,0	12	602	40	0,294	33	67	0,0006	0,0003	0,0003	0,0009	0,0007	0,0010	0,00004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B62	TM62	801	-0,2	16	603	797 a 809	-3,1	16	604	40	0,103	35	65	0,0004	0,0003	0,0008	0,0001	0,0005	0,0000	0,00009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B63	TM63	805	0,0	11	602	793 a 805	-3,1	11	603	84	0,165	23	77	0,0007	0,0009	0,0007	0,0006	0,0007	0,0005	0,00010	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B64	TM64	803	0,1	7	604	791 a 806	-3,0	7	609	39	0,148	26	74	0,0005	0,0001	0,0008	0,0003	0,0007	0,0005	0,00004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B65	TM65	804	0,2	14	601	798 a 811	-3,1	14	608	65	0,213	35	65	0,0002	0,0004	0,0008	0,0008	0,0002	0,0005	0,00001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B66	TM66	804	0,1	16	603	798 a 814	-3,2	16	600	10	0,075	31	69	0,0005	0,0005	0,0006	0,0010	0,0009	0,0003	0,00009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B67	TM67	804	0,0	16	601	798 a 812	-2,9	16	609	55	0,031	38	62	0,0008	0,0006	0,0009	0,0000	0,0002	0,0010	0,00003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B68	TM68	801	-0,1	12	601	792 a 814	-2,9	12	605	89	0,305	33	67	0,0008	0,0006	0,0009	0,0007	0,0008	0,0002	0,00006	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
B69	TM69	802	-0,1	11	601	792 a 806	-2,9	11	607	64	0,187	27	73	0,0003	0,0010	0,0009	0,0001	0,0009	0,0010	0,00004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B70	TM70	802	0,1	11	605	791 a 809	-3,0	11	608	77	0,197	28	72	0,0004	0,0007	0,0009	0,0005	0,0007	0,0001	0,00003	No	Buena	Buena	Ej.inv.
B71	TM71	802	0,0	12	600	793 a 810	-3,0	12	608	71	0,149	33	67	0,0006	0,0000	0,0006	0,0002	0,0002	0,0005	0,00003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
B72	TM72	804	-0,1	12	605	796 a 812	-3,2	12	603	17	0,237	31	69	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0001	0,00005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 4-1

Tabla 4 Condiciones de recristalización y recocido, estructura superficial, Humectabilidad del recubrimiento, y adhesión del recubrimiento

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.																			
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Contenido de Fe [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante	Humectabilidad		Adhesión																		
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂ [vol%]	Conc. de H de 500°C a 950°C [s]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂ [vol%]													Conc. de H de 500°C a 950°C [s]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Espesor de capa A [μm]	Espesor de capa B [μm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]						
C1	TM1	903	-1,5	23	306	894	a	910	-2,4	23	204	79	0,294	13	87	0,0006	0,0002	0,0001	0,0008	0,0002	0,0004	0,0002	0,0010	0,0003	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C2	TM2	900	-1,4	19	300	892	a	911	-2,6	19	205	41	0,258	16	84	0,0001	0,0010	0,0001	0,0003	0,0010	0,0002	0,0004	0,0010	0,0003	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C3	TM3	902	-1,6	21	303	894	a	912	-2,6	21	202	49	0,153	19	81	0,0000	0,0003	0,0004	0,0003	0,0006	0,0002	0,0004	0,0006	0,0003	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C4	TM4	902	-1,4	14	300	896	a	907	-2,4	14	203	45	0,026	17	83	0,0009	0,0008	0,0010	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009	0,0006	0,0009	0,0001	0,0009	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C5	TM5	902	-1,3	14	296	895	a	907	-2,5	14	200	86	0,284	14	86	0,0008	0,0005	0,0010	0,0001	0,0009	0,0001	0,0004	0,0009	0,0001	0,0009	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C6	TM6	905	-1,4	13	298	898	a	907	-2,7	13	197	66	0,274	12	88	0,0004	0,0008	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C7	TM7	901	-1,6	12	293	891	a	913	-2,3	12	203	34	0,184	18	82	0,0009	0,0009	0,0003	0,0006	0,0004	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C8	TM8	900	-1,5	15	294	895	a	914	-2,6	15	194	59	0,235	19	81	0,0003	0,0010	0,0004	0,0010	0,0003	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C9	TM9	901	-1,7	19	302	893	a	912	-2,5	19	203	80	0,144	19	81	0,0003	0,0005	0,0007	0,0001	0,0005	0,0001	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C10	TM10	901	-1,4	24	295	898	a	909	-2,6	24	206	88	0,111	14	86	0,0001	0,0007	0,0000	0,0007	0,0003	0,0001	0,0004	0,0003	0,0003	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C11	TM11	902	-1,6	18	297	892	a	907	-2,4	18	199	15	0,247	19	81	0,0007	0,0005	0,0008	0,0002	0,0002	0,0001	0,0004	0,0003	0,0003	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C12	TM12	902	-1,5	17	298	895	a	911	-2,4	17	206	79	0,193	16	84	0,0001	0,0009	0,0006	0,0007	0,0007	0,0001	0,0004	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C13	TM13	900	-1,4	12	297	896	a	908	-2,7	12	194	60	0,115	14	86	0,0005	0,0005	0,0001	0,0004	0,0005	0,0001	0,0004	0,0006	0,0006	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C14	TM14	901	-1,8	21	309	892	a	911	-2,5	21	197	21	0,185	17	83	0,0003	0,0007	0,0002	0,0007	0,0006	0,0001	0,0004	0,0006	0,0006	0,0001	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C15	TM15	902	-1,6	15	304	895	a	915	-2,7	15	199	32	0,169	14	86	0,0001	0,0006	0,0009	0,0005	0,0006	0,0001	0,0004	0,0006	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C16	TM16	901	-1,4	14	295	894	a	913	-2,5	14	201	65	0,136	11	89	0,0005	0,0006	0,0000	0,0006	0,0006	0,0001	0,0004	0,0006	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C17	TM17	904	-1,6	16	297	894	a	907	-2,6	16	207	30	0,116	16	84	0,0003	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0001	0,0004	0,0007	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C18	TM18	901	-1,4	18	304	897	a	909	-2,8	18	200	58	0,205	16	84	0,0010	0,0006	0,0007	0,0006	0,0007	0,0001	0,0004	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C19	TM19	904	-1,6	23	303	895	a	907	-2,4	23	200	74	0,067	11	89	0,0004	0,0010	0,0003	0,0006	0,0006	0,0001	0,0004	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C20	TM20	902	-1,7	10	302	892	a	909	-2,4	10	200	12	0,291	10	90	0,0009	0,0006	0,0002	0,0008	0,0002	0,0001	0,0004	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C21	TM21	900	-1,3	20	303	897	a	906	-2,6	20	201	54	0,145	15	85	0,0005	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	0,0001	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C22	TM22	903	-1,5	20	301	900	a	911	-2,5	20	202	27	0,236	14	86	0,0002	0,0010	0,0008	0,0002	0,0006	0,0001	0,0004	0,0006	0,0006	0,0001	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C23	TM23	904	-1,5	20	304	897	a	914	-2,5	20	201	27	0,271	12	88	0,0003	0,0006	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C24	TM24	902	-1,5	18	301	897	a	910	-2,6	18	196	64	0,179	20	80	0,0006	0,0008	0,0006	0,0003	0,0006	0,0001	0,0004	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C25	TM25	903	-1,4	22	300	895	a	907	-2,5	22	207	79	0,257	10	90	0,0004	0,0009	0,0008	0,0004	0,0004	0,0001	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C26	TM26	904	-1,3	24	295	899	a	907	-2,7	24	204	61	0,231	17	83	0,0008	0,0001	0,0006	0,0008	0,0001	0,0004	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Buena	Muy buena	Ej.inv.

Tabla 4-2

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en la capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.									
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión						
		Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]															Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]					
C27	TM27	903	-1,7	18	303	897	a	906	-2,6	18	200	66	0,120	11	89	0,0006	0,0003	0,0001	0,0008	0,0000	0,0004		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C28	TM28	901	-1,6	20	300	896	a	908	-2,5	20	202	86	0,099	13	87	0,0010	0,0008	0,0008	0,0008	0,0009	0,0009		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C29	TM29	900	-1,4	20	299	899	a	911	-2,4	20	205	22	0,201	13	87	0,0001	0,0001	0,0007	0,0006	0,0005	0,0005		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C30	TM30	901	-1,5	16	298	898	a	913	-2,3	16	197	40	0,163	12	88	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0006	0,0000		No	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C31	TM31	903	-1,5	15	301	897	a	911	-2,6	15	200	11	0,198	12	88	0,0001	0,0003	0,0005	0,0002	0,0010	0,0006		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C32	TM32	904	-1,7	13	297	896	a	906	-2,6	13	194	36	0,179	15	85	0,0006	0,0008	0,0004	0,0004	0,0010	0,0009		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C33	TM33	901	-1,5	16	299	896	a	907	-2,5	16	197	42	0,289	19	81	0,0008	0,0008	0,0002	0,0007	0,0000	0,0006		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C34	TM34	904	-1,7	11	305	892	a	910	-2,5	11	201	37	0,127	16	84	0,0006	0,0005	0,0008	0,0007	0,0009	0,0000		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C35	TM35	902	-1,7	14	303	893	a	908	-2,5	14	199	22	0,228	11	89	0,0002	0,0004	0,0005	0,0002	0,0007	0,0001		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C36	TM36	904	-1,7	17	299	897	a	906	-2,6	17	204	48	0,193	15	85	0,0007	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C37	TM37	904	-1,6	20	292	898	a	911	-2,4	20	205	46	0,015	19	81	0,0009	0,0000	0,0006	0,0003	0,0006	0,0005		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C38	TM38	903	-1,6	15	296	899	a	913	-2,6	15	207	86	0,023	12	88	0,0002	0,0001	0,0003	0,0007	0,0005	0,0002		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C39	TM39	901	-1,7	21	300	894	a	912	-2,5	21	207	47	0,036	18	82	0,0001	0,0008	0,0003	0,0006	0,0006	0,0008		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C40	TM40	903	-1,5	20	302	891	a	914	-2,4	20	204	78	0,049	16	84	0,0003	0,0004	0,0008	0,0001	0,0004	0,0006		No	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C41	TM41	905	-1,7	23	300	897	a	908	-2,3	23	198	29	0,095	12	88	0,0003	0,0009	0,0001	0,0004	0,0002	0,0002		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C42	TM42	902	-1,6	18	299	898	a	911	-2,6	18	198	45	0,144	17	83	0,0004	0,0010	0,0005	0,0009	0,0002	0,0003		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C43	TM43	901	-1,3	19	294	897	a	912	-2,5	19	208	73	0,021	10	90	0,0009	0,0003	0,0004	0,0002	0,0004	0,0007		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C44	TM44	903	-1,6	21	303	890	a	909	-2,6	21	193	68	0,048	14	86	0,0005	0,0002	0,0007	0,0006	0,0006	0,0003		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C45	TM45	903	-1,5	21	297	897	a	911	-2,7	21	194	25	0,113	13	87	0,0005	0,0010	0,0000	0,0005	0,0009	0,0000		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C46	TM46	903	-1,4	18	306	893	a	908	-2,5	18	200	48	0,288	19	81	0,0002	0,0003	0,0009	0,0005	0,0003	0,0004		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C47	TM47	901	-1,4	15	306	895	a	909	-2,6	15	200	25	0,219	16	84	0,0005	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	0,0008		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C48	TM48	904	-1,6	16	300	894	a	909	-2,6	16	196	25	0,068	14	86	0,0009	0,0002	0,0003	0,0010	0,0003	0,0007		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C49	TM49	902	-1,6	14	297	898	a	905	-2,5	14	200	29	0,034	18	82	0,0000	0,0009	0,0005	0,0003	0,0007	0,0004		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C50	TM50	903	-1,5	16	294	899	a	905	-2,4	16	200	34	0,199	17	83	0,0004	0,0000	0,0003	0,0004	0,0001	0,0003		No	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
C51	TM51	903	-1,3	11	299	893	a	910	-2,6	11	196	85	0,169	15	85	0,0002	0,0000	0,0003	0,0004	0,0001	0,0003	0,00007		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C52	TM52	900	-1,4	15	299	891	a	909	-2,5	15	203	29	0,193	19	81	0,0009	0,0002	0,0007	0,0003	0,0006	0,0002	0,00006		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C53	TM53	904	-1,3	15	307	893	a	915	-2,5	15	192	18	0,209	19	81	0,0004	0,0005	0,0009	0,0010	0,0009	0,0003	0,00010		Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 4-3

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.								
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Contenido de Fe [%]	Contenido de óxido [%]	Contenido de C Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante	Humedad		Adhesión							
		Potencial de O /PH ₂ O [V]	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O /PH ₂ [V]	Conc. de H de H [vol%]													Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Esposor de capa A [µm]	Esposor de capa B [µm]				
C54	TM54	901	-1,5	17	299	891	a	910	-2,8	17	203	78	0,192	13	87	0,0002	0,0002	0,0010	0,0003	0,0001	0,0007	0,0008	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C55	TM55	902	-1,6	17	293	893	a	911	-2,6	17	200	83	0,015	19	81	0,0005	0,0008	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0006	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C56	TM56	903	-1,3	18	298	899	a	909	-2,4	18	203	31	0,241	12	88	0,0003	0,0005	0,0007	0,0002	0,0004	0,0001	0,0002	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C57	TM57	901	-1,6	21	298	892	a	911	-2,6	21	199	44	0,110	18	82	0,0007	0,0009	0,0003	0,0004	0,0004	0,0009	0,0008	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C58	TM58	901	-1,7	15	302	891	a	910	-2,6	15	197	54	0,172	18	82	0,0010	0,0002	0,0009	0,0000	0,0003	0,0001	0,0005	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C59	TM59	901	-1,3	22	301	893	a	912	-2,3	22	203	69	0,035	12	88	0,0000	0,0005	0,0009	0,0003	0,0008	0,0002	0,0000	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C60	TM60	901	-1,5	22	295	892	a	906	-2,7	22	205	72	0,201	10	90	0,0003	0,0004	0,0005	0,0008	0,0005	0,0001	0,0005	No	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C61	TM61	901	-1,5	18	301	899	a	914	-2,3	18	203	43	0,296	11	89	0,0009	0,0009	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0007	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C62	TM62	901	-1,5	12	305	891	a	908	-2,6	12	205	34	0,131	12	88	0,0002	0,0002	0,0003	0,0005	0,0010	0,0006	0,0000	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C63	TM63	903	-1,5	18	300	895	a	914	-2,5	18	196	75	0,295	13	87	0,0010	0,0004	0,0001	0,0001	0,0005	0,0003	0,0005	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C64	TM64	901	-1,3	18	298	898	a	910	-2,6	18	202	14	0,093	13	87	0,0005	0,0008	0,0006	0,0003	0,0008	0,0008	0,0001	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C65	TM65	901	-1,4	15	302	893	a	908	-2,7	15	203	49	0,119	10	90	0,0007	0,0004	0,0004	0,0010	0,0009	0,0001	0,0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
C66	TM66	903	-1,6	16	297	899	a	912	-2,5	16	196	24	0,179	15	85	0,0003	0,0008	0,0010	0,0006	0,0008	0,0002	0,0009	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C67	TM67	904	-1,5	23	298	895	a	907	-2,5	23	192	77	0,078	14	86	0,0007	0,0001	0,0005	0,0003	0,0001	0,0001	0,0002	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C68	TM68	903	-1,5	19	302	900	a	913	-2,6	19	201	74	0,109	13	87	0,0000	0,0009	0,0006	0,0003	0,0004	0,0003	0,0001	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C69	TM69	903	-1,3	19	294	891	a	912	-2,6	19	194	54	0,021	14	86	0,0000	0,0000	0,0006	0,0005	0,0000	0,0007	0,0000	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C70	TM70	903	-1,5	13	303	893	a	907	-2,5	13	196	56	0,190	19	81	0,0007	0,0003	0,0007	0,0002	0,0008	0,0006	0,0006	No	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C71	TM71	902	-1,5	13	300	896	a	913	-2,4	13	199	23	0,258	14	86	0,0001	0,0002	0,0008	0,0006	0,0009	0,0005	0,0006	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
C72	TM72	900	-1,4	21	293	895	a	911	-2,7	21	203	74	0,131	16	84	0,0004	0,0001	0,0003	0,0009	0,0006	0,0004	0,0007	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.

Tabla 5-1

Tabla 5 Condiciones de recristalización y recocido, estructura superficial, Humectabilidad del recubrimiento, y adhesión del recubrimiento

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos										Evaluación		Observ.				
		Horno de calefacción			Horno de recocido			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante	Humectabilidad	Adhesión						
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O /PH ₂ O [V]	Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O /PH ₂ O [V]												Conc. de H de [vol%]		Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]			
D1	TM1	604	-0,5	11	303	595 a 604	-4,5	11	201	63	0,019	36	64	0,0001	0,0003	0,0008	0,0003	0,0010	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D2	TM2	605	-0,3	13	304	591 a 602	-4,6	13	202	70	0,083	37	63	0,0008	0,0006	0,0002	0,0006	0,0010	0,0000		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D3	TM3	601	-0,8	10	299	597 a 608	-4,6	10	205	61	0,005	34	66	0,0005	0,0004	0,0004	0,0001	0,0004	0,0006		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D4	TM4	605	-0,7	11	307	596 a 601	-4,5	11	195	41	0,046	23	77	0,0005	0,0003	0,0002	0,0004	0,0007	0,0006		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D5	TM5	605	-0,4	11	295	591 a 607	-4,4	11	196	40	0,056	36	64	0,0004	0,0002	0,0008	0,0001	0,0001	0,0001		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
D6	TM6	604	-0,5	10	298	598 a 603	-4,5	10	201	54	0,084	22	78	0,0010	0,0001	0,0009	0,0009	0,0004	0,0010		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D7	TM7	602	-0,6	15	295	596 a 607	-4,5	15	199	37	0,029	28	72	0,0004	0,0003	0,0007	0,0007	0,0001	0,0000		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D8	TM8	603	-0,4	16	299	597 a 603	-4,5	16	196	31	0,062	29	71	0,0002	0,0002	0,0007	0,0006	0,0002	0,0009		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D9	TM9	601	-0,4	11	303	591 a 603	-4,4	11	195	22	0,071	35	65	0,0007	0,0008	0,0004	0,0000	0,0001	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D10	TM10	601	-0,2	11	308	590 a 609	-4,5	11	204	64	0,059	33	67	0,0009	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002		No	Buena	Buena	Ej.inv.
D11	TM11	604	-0,4	9	296	598 a 610	-4,5	9	198	37	0,041	34	66	0,0010	0,0004	0,0008	0,0002	0,0010	0,0004		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D12	TM12	605	-0,4	11	301	597 a 609	-4,4	11	197	64	0,071	25	75	0,0005	0,0001	0,0002	0,0005	0,0002	0,0008		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D13	TM13	603	-0,7	15	304	600 a 605	-4,4	15	202	78	0,042	31	69	0,0000	0,0003	0,0008	0,0005	0,0006	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D14	TM14	604	-0,6	19	299	599 a 601	-4,3	19	202	54	0,030	23	77	0,0003	0,0005	0,0004	0,0007	0,0008	0,0002		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D15	TM15	603	-0,3	17	301	597 a 606	-4,5	17	199	84	0,099	24	76	0,0006	0,0002	0,0007	0,0004	0,0001	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D16	TM16	601	-0,7	18	294	597 a 609	-4,5	18	204	32	0,080	38	62	0,0008	0,0003	0,0005	0,0004	0,0005	0,0008		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D17	TM17	602	-0,5	9	291	600 a 603	-4,4	9	204	24	0,100	30	70	0,0001	0,0010	0,0001	0,0006	0,0000	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D18	TM18	601	-0,5	17	308	597 a 601	-4,3	17	200	26	0,091	29	71	0,0006	0,0006	0,0008	0,0002	0,0007	0,0009		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D19	TM19	604	-0,6	16	301	597 a 606	-4,4	16	202	69	0,038	33	66	0,0007	0,0005	0,0004	0,0008	0,0010	0,0002		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D20	TM20	602	-0,6	12	295	596 a 606	-4,7	12	192	17	0,075	33	67	0,0008	0,0010	0,0004	0,0008	0,0003	0,0010		No	Buena	Buena	Ej.inv.
D21	TM21	604	-0,6	9	300	597 a 602	-4,5	9	199	46	0,075	26	74	0,0006	0,0009	0,0007	0,0007	0,0007	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D22	TM22	605	-0,6	14	293	594 a 603	-4,5	14	194	70	0,017	22	78	0,0007	0,0003	0,0005	0,0006	0,0005	0,0006		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D23	TM23	601	-0,4	12	301	591 a 607	-4,7	12	200	8	0,012	28	72	0,0001	0,0009	0,0000	0,0005	0,0010	0,0004		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D24	TM24	602	-0,5	17	297	595 a 606	-4,6	17	200	42	0,002	24	76	0,0009	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0008		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D25	TM25	602	-0,6	11	306	590 a 607	-4,4	11	194	50	0,085	23	77	0,0003	0,0003	0,0006	0,0006	0,0008	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D26	TM26	603	-0,6	19	299	594 a 601	-4,5	19	209	50	0,041	37	63	0,0009	0,0006	0,0004	0,0003	0,0007	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 5-2

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.										
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de óxido [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión							
		Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Temp. máx. de la lámina [°C]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2} O /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]															Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]						
D27	TM27	602	-0.4	14	297	590 a 609	-4.4	14	199	24	0.032	32	68	0.0005	0.0008	0.0009	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
D28	TM28	603	-0.4	17	293	595 a 605	-4.5	17	202	75	0.041	37	63	0.0010	0.0009	0.0002	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D29	TM29	601	-0.6	8	301	600 a 607	-4.5	8	202	11	0.012	34	66	0.0005	0.0005	0.0002	0.0007	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D30	TM30	601	-0.3	6	295	597 a 600	-4.5	6	200	55	0.058	33	67	0.0006	0.0007	0.0002	0.0010	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	No	Buena	Buena	Ej.inv.
D31	TM31	601	-0.6	9	294	593 a 602	-4.4	9	204	76	0.050	39	61	0.0010	0.0008	0.0003	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D32	TM32	601	-0.6	18	302	593 a 609	-4.3	18	206	54	0.022	37	63	0.0008	0.0006	0.0010	0.0010	0.0002	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
D33	TM33	600	-0.3	14	295	597 a 605	-4.5	14	199	46	0.011	33	67	0.0006	0.0004	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D34	TM34	601	-0.4	12	297	592 a 609	-4.7	12	206	65	0.020	32	68	0.0008	0.0004	0.0005	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D35	TM35	602	-0.3	17	303	597 a 602	-4.6	17	203	58	0.022	32	68	0.0009	0.0006	0.0008	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D36	TM36	601	-0.3	18	305	593 a 610	-4.5	18	199	72	0.094	33	67	0.0004	0.0006	0.0008	0.0009	0.0003	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D37	TM37	602	-0.7	14	297	597 a 607	-4.4	14	206	9	0.004	31	69	0.0003	0.0004	0.0000	0.0008	0.0007	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D38	TM38	605	-0.5	12	303	594 a 603	-4.8	12	205	26	0.010	32	68	0.0003	0.0002	0.0003	0.0001	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D39	TM39	602	-0.4	17	293	590 a 605	-4.6	17	195	7	0.044	36	64	0.0005	0.0009	0.0004	0.0004	0.0007	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D40	TM40	604	-0.3	12	302	600 a 608	-4.3	12	195	78	0.046	22	78	0.0000	0.0003	0.0009	0.0001	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	No	Buena	Buena	Ej.inv.
D41	TM41	603	-0.5	7	300	597 a 607	-4.6	7	204	67	0.078	23	77	0.0001	0.0005	0.0001	0.0003	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D42	TM42	603	-0.3	13	300	599 a 601	-4.8	13	202	57	0.081	29	71	0.0007	0.0009	0.0008	0.0004	0.0007	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D43	TM43	605	-0.4	15	303	597 a 605	-4.3	15	196	72	0.084	35	65	0.0010	0.0003	0.0007	0.0009	0.0010	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D44	TM44	602	-0.3	12	296	598 a 604	-4.5	12	199	21	0.025	36	64	0.0002	0.0008	0.0007	0.0007	0.0001	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
D45	TM45	604	-0.3	9	296	599 a 602	-4.7	9	203	38	0.094	39	61	0.0002	0.0006	0.0010	0.0007	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D46	TM46	604	-0.5	13	299	592 a 607	-4.4	13	200	74	0.027	34	66	0.0006	0.0001	0.0006	0.0005	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D47	TM47	604	-0.5	16	308	590 a 607	-4.5	16	203	26	0.050	37	63	0.0002	0.0005	0.0009	0.0009	0.0004	0.0009	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D48	TM48	602	-0.5	12	302	593 a 607	-4.4	12	196	46	0.064	32	68	0.0009	0.0002	0.0006	0.0001	0.0010	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D49	TM49	603	-0.4	11	293	591 a 606	-4.5	11	209	46	0.075	37	63	0.0002	0.0009	0.0005	0.0010	0.0001	0.0006	0.0001	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
D50	TM50	601	-0.5	7	298	593 a 609	-4.6	7	193	75	0.070	40	60	0.0003	0.0007	0.0007	0.0005	0.0001	0.0003	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	No	Buena	Buena	Ej.inv.
D51	TM51	600	-0.5	11	296	597 a 604	-4.5	11	201	77	0.001	35	65	0.0003	0.0009	0.0005	0.0009	0.0008	0.0009	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D52	TM52	601	-0.6	8	301	591 a 604	-4.2	8	202	73	0.024	37	63	0.0010	0.0001	0.0001	0.0005	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D53	TM53	604	-0.5	13	298	591 a 607	-4.4	13	206	72	0.013	22	78	0.0003	0.0001	0.0004	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 5-3

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.							
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión				
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂															Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]		
D54	TM54	600	-0.7	12	300	600 a 608	-4.6	12	202	58	0.099	32	68	0.0007	0.0005	0.0007	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D55	TM55	602	-0.4	17	295	594 a 607	-4.5	17	196	67	0.069	34	66	0.0001	0.0004	0.0009	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D56	TM56	603	-0.6	19	298	594 a 608	-4.7	19	200	25	0.017	35	65	0.0000	0.0004	0.0006	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D57	TM57	601	-0.7	9	306	600 a 607	-4.6	9	199	20	0.018	37	63	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	0.0009	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D58	TM58	603	-0.5	9	295	595 a 608	-4.7	9	208	40	0.028	35	65	0.0007	0.0006	0.0005	0.0007	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D59	TM59	601	-0.4	19	307	595 a 600	-4.4	19	205	78	0.025	32	68	0.0008	0.0005	0.0003	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D60	TM60	602	-0.5	10	308	594 a 604	-4.4	10	193	44	0.075	28	72	0.0008	0.0007	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	0.0000	0.0004	No	Buena	Buena	Ej.inv.
D61	TM61	604	-0.3	13	304	590 a 603	-4.5	13	198	12	0.014	26	74	0.0004	0.0007	0.0006	0.0005	0.0002	0.0010	0.0000	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D62	TM62	603	-0.5	10	298	600 a 608	-4.3	10	206	61	0.033	36	64	0.0004	0.0005	0.0007	0.0005	0.0003	0.0008	0.0004	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D63	TM63	604	-0.4	9	302	598 a 603	-4.6	9	199	71	0.002	34	66	0.0008	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0004	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D64	TM64	601	-0.6	10	306	595 a 610	-4.8	10	196	42	0.071	22	78	0.0009	0.0009	0.0001	0.0010	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D65	TM65	604	-0.6	10	299	598 a 602	-4.4	10	202	33	0.078	33	67	0.0008	0.0009	0.0010	0.0009	0.0001	0.0005	0.0000	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D66	TM66	600	-0.4	14	299	597 a 604	-4.3	14	198	22	0.098	30	70	0.0004	0.0005	0.0005	0.0003	0.0008	0.0007	0.0000	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D67	TM67	603	-0.5	14	300	596 a 604	-4.5	14	198	43	0.092	32	68	0.0001	0.0006	0.0004	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D68	TM68	603	-0.6	13	297	595 a 604	-4.5	13	199	50	0.058	30	70	0.0003	0.0002	0.0008	0.0000	0.0009	0.0002	0.0001	0.0000	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
D69	TM69	604	-0.6	16	298	600 a 609	-4.5	16	199	70	0.044	36	64	0.0004	0.0000	0.0007	0.0004	0.0006	0.0008	0.0000	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D70	TM70	605	-0.5	17	304	593 a 608	-4.3	17	200	54	0.092	21	79	0.0002	0.0006	0.0010	0.0003	0.0008	0.0002	0.0000	0.0009	No	Buena	Buena	Ej.inv.
D71	TM71	601	-0.4	11	295	598 a 608	-4.7	11	197	10	0.022	40	60	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0010	0.0000	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
D72	TM72	601	-0.5	14	304	597 a 600	-4.6	14	208	63	0.063	28	72	0.0009	0.0009	0.0004	0.0004	0.0008	0.0009	0.0000	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 6-2

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.											
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de óxido [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión								
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂	Conc. de H de O [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂															Conc. de H de O [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]						
E27	TM27	804	1,2	16	102	792	a	809	-4,0	16	50	11	0,016	39	61	0,0009	0,0002	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0004	0,0005	0,0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E28	TM28	803	0,9	17	103	795	a	812	-3,9	17	50	52	0,157	29	71	0,0006	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003	0,0006	0,0006	0,0006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E29	TM29	804	1,0	6	102	794	a	812	-3,9	6	50	24	0,079	33	67	0,0010	0,0007	0,0008	0,0003	0,0003	0,0009	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E30	TM30	801	1,1	8	100	791	a	811	-4,1	8	50	15	0,118	31	69	0,0000	0,0002	0,0003	0,0005	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	No	Buena	Buena	Ej.inv.
E31	TM31	800	0,9	13	104	796	a	814	-3,9	13	50	38	0,121	27	73	0,0002	0,0005	0,0007	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0007	0,0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E32	TM32	801	0,9	12	104	791	a	812	-4,2	12	50	63	0,152	21	79	0,0004	0,0008	0,0010	0,0001	0,0001	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E33	TM33	801	1,1	13	105	790	a	809	-4,1	13	50	64	0,071	36	64	0,0008	0,0001	0,0000	0,0008	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
E34	TM34	801	1,1	14	103	797	a	810	-3,9	14	50	57	0,074	33	67	0,0001	0,0006	0,0009	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E35	TM35	804	1,0	11	103	798	a	814	-4,1	11	50	27	0,185	23	77	0,0007	0,0007	0,0010	0,0005	0,0003	0,0003	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E36	TM36	804	0,9	12	104	791	a	810	-3,8	12	50	17	0,147	24	76	0,0009	0,0004	0,0004	0,0008	0,0007	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E37	TM37	803	0,8	12	103	799	a	810	-4,1	12	50	74	0,006	23	77	0,0004	0,0004	0,0009	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E38	TM38	804	1,0	16	105	794	a	814	-4,2	16	50	77	0,162	31	69	0,0005	0,0007	0,0004	0,0007	0,0006	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E39	TM39	800	1,1	12	101	798	a	809	-3,9	12	50	24	0,191	35	65	0,0010	0,0007	0,0004	0,0003	0,0005	0,0005	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E40	TM40	801	1,1	8	102	798	a	810	-4,2	8	50	17	0,081	28	72	0,0001	0,0001	0,0003	0,0009	0,0008	0,0008	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	No	Buena	Buena	Ej.inv.
E41	TM41	801	1,0	10	102	797	a	812	-4,0	10	50	27	0,150	33	67	0,0005	0,0004	0,0008	0,0004	0,0006	0,0006	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E42	TM42	803	0,9	12	101	795	a	813	-3,9	12	50	61	0,047	36	64	0,0006	0,0008	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E43	TM43	804	0,9	13	104	792	a	806	-3,9	13	50	67	0,141	39	61	0,0006	0,0007	0,0010	0,0004	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E44	TM44	803	1,0	15	103	791	a	807	-3,8	15	50	89	0,059	24	76	0,0003	0,0004	0,0006	0,0008	0,0008	0,0009	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E45	TM45	805	0,9	13	105	795	a	811	-3,8	13	50	70	0,038	23	77	0,0004	0,0008	0,0006	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E46	TM46	803	1,0	13	103	798	a	810	-4,1	13	50	25	0,153	24	76	0,0007	0,0004	0,0009	0,0009	0,0006	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E47	TM47	802	1,3	17	101	800	a	805	-4,0	17	50	51	0,144	37	63	0,0008	0,0004	0,0005	0,0010	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E48	TM48	804	0,9	15	104	795	a	806	-4,1	15	50	44	0,159	22	78	0,0009	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E49	TM49	801	1,0	11	103	797	a	808	-3,9	11	50	40	0,027	25	75	0,0008	0,0007	0,0004	0,0006	0,0009	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E50	TM50	804	1,1	11	100	797	a	810	-4,1	11	50	34	0,073	34	66	0,0005	0,0001	0,0000	0,0005	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	No	Buena	Buena	Ej.inv.
E51	TM51	803	0,9	10	102	797	a	806	-4,0	10	50	49	0,200	21	79	0,0004	0,0003	0,0008	0,0002	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E52	TM52	805	1,1	10	103	791	a	811	-4,2	10	50	31	0,127	36	64	0,0008	0,0002	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
E53	TM53	803	0,9	12	102	791	a	805	-4,2	12	50	76	0,112	28	72	0,0003	0,0004	0,0002	0,0007	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 7-1

Tabla 7 Condiciones de recristalización y recocido, estructura superficial, Humectabilidad del recubrimiento, y adhesión del recubrimiento

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.					
		Horno de calefacción			Horno de recocido			Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante	Humectabilidad		Adhesión				
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂	Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂													Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]		
F1	TM1	701	1,5	8	801	698 a 708	-2,6	8	800	29	0,093	25	75	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0008		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F2	TM2	704	1,7	18	801	691 a 712	-2,4	18	800	17	0,036	29	71	0,0009	0,0002	0,0005	0,0009	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F3	TM3	704	1,7	10	802	697 a 708	-2,4	10	800	39	0,022	40	60	0,0004	0,0006	0,0009	0,0003	0,0001		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F4	TM4	702	1,4	7	804	695 a 714	-2,6	7	800	61	0,011	33	67	0,0003	0,0001	0,0008	0,0006	0,0002		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F5	TM5	703	1,3	8	801	693 a 713	-2,7	8	800	52	0,079	28	72	0,0009	0,0001	0,0001	0,0001	0,0009		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F6	TM6	703	1,6	16	804	694 a 714	-2,5	16	800	53	0,051	32	68	0,0003	0,0010	0,0002	0,0006	0,0009		Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
F7	TM7	701	1,7	11	804	698 a 709	-2,3	11	800	75	0,012	29	71	0,0004	0,0002	0,0005	0,0007	0,0008		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F8	TM8	700	1,3	9	800	696 a 705	-2,4	9	800	35	0,086	28	72	0,0002	0,0004	0,0001	0,0003	0,0009		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F9	TM9	702	1,2	10	804	693 a 712	-2,5	10	800	13	0,060	38	62	0,0003	0,0003	0,0002	0,0001	0,0007		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F10	TM10	700	1,6	18	802	696 a 708	-2,7	18	800	56	0,014	20	80	0,0006	0,0010	0,0002	0,0008	0,0000		No	Buena	Buena	Ej.inv.
F11	TM11	702	1,4	10	805	693 a 715	-2,5	10	800	87	0,049	28	72	0,0008	0,0008	0,0001	0,0001	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F12	TM12	702	1,4	16	804	695 a 705	-2,5	16	800	73	0,098	38	62	0,0008	0,0000	0,0002	0,0003	0,0004		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F13	TM13	702	1,4	15	804	692 a 708	-2,4	15	800	31	0,067	38	62	0,0007	0,0006	0,0009	0,0007	0,0010		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F14	TM14	704	1,4	10	800	691 a 710	-2,4	10	800	79	0,061	38	62	0,0002	0,0005	0,0003	0,0000	0,0005		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F15	TM15	702	1,3	10	803	698 a 711	-2,5	10	800	67	0,043	23	77	0,0001	0,0002	0,0004	0,0005	0,0007		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F16	TM16	701	1,6	14	804	695 a 714	-2,5	14	800	50	0,098	30	70	0,0008	0,0002	0,0005	0,0004	0,0008		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F17	TM17	703	1,6	10	800	691 a 706	-2,6	10	800	73	0,077	24	76	0,0010	0,0003	0,0009	0,0006	0,0009		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F18	TM18	700	1,6	9	804	699 a 714	-2,3	9	800	49	0,073	38	62	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F19	TM19	704	1,4	17	800	696 a 707	-2,4	17	800	41	0,046	30	70	0,0006	0,0005	0,0009	0,0003	0,0000		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F20	TM20	701	1,3	15	803	698 a 711	-2,8	15	800	38	0,080	31	69	0,0003	0,0008	0,0002	0,0004	0,0001		No	Buena	Buena	Ej.inv.
F21	TM21	703	1,6	10	801	697 a 708	-2,3	10	800	63	0,083	40	60	0,0010	0,0002	0,0009	0,0005	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F22	TM22	703	1,6	16	803	695 a 708	-2,4	16	800	86	0,026	24	76	0,0008	0,0002	0,0004	0,0002	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F23	TM23	705	1,6	19	803	693 a 711	-2,7	19	800	60	0,023	39	61	0,0004	0,0000	0,0000	0,0003	0,0009		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F24	TM24	704	1,3	9	801	698 a 711	-2,5	9	800	70	0,094	23	77	0,0005	0,0010	0,0006	0,0001	0,0010		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F25	TM25	705	1,5	16	800	697 a 714	-2,5	16	800	72	0,058	38	62	0,0006	0,0005	0,0007	0,0000	0,0005		Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F26	TM26	702	1,6	12	802	697 a 707	-2,6	12	800	22	0,081	28	72	0,0005	0,0005	0,0003	0,0000	0,0003		Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 7-2

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.															
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión												
		Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂	Temp. máx. de la lámina [°C]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂	Temp. máx. de la lámina [°C]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]																										
		Conc. de H de O [vol%]	Conc. de H de O [vol%]	Conc. de H de O [vol%]	Conc. de H de O [vol%]	Conc. de H de O [vol%]	Conc. de H de O [vol%]																										
F27	TM27	702	1.6	11	803	690 a 706	-2.5	11	800	47	0.017	32	68	0.0002	0.0002	0.0000	0.0005	0.0006	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F28	TM28	701	1.5	7	805	697 a 709	-2.3	7	800	47	0.076	29	71	0.0006	0.0004	0.0003	0.0004	0.0005	0.0008	0.0008	0.0008	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F29	TM29	703	1.6	12	803	695 a 708	-2.4	12	800	66	0.024	31	69	0.0008	0.0001	0.0001	0.0008	0.0009	0.0009	0.0001	0.0009	0.0009	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F30	TM30	700	1.4	16	804	694 a 708	-2.4	16	800	67	0.012	23	77	0.0000	0.0007	0.0010	0.0000	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	No	Buena	Buena	Ej.inv.
F31	TM31	702	1.6	9	804	691 a 711	-2.6	9	800	80	0.069	38	62	0.0010	0.0003	0.0007	0.0001	0.0008	0.0010	0.0008	0.0010	0.0008	0.0007	0.0001	0.0008	0.0010	0.0008	0.0010	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F32	TM32	701	1.4	8	805	694 a 713	-2.3	8	800	23	0.036	37	63	0.0009	0.0009	0.0009	0.0006	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0007	0.0005	0.0007	0.0005	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F33	TM33	705	1.4	17	801	696 a 710	-2.7	17	800	88	0.079	36	64	0.0003	0.0001	0.0002	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F34	TM34	703	1.6	10	800	699 a 707	-2.4	10	800	60	0.099	33	67	0.0009	0.0002	0.0009	0.0003	0.0010	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0010	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F35	TM35	702	1.5	8	800	698 a 708	-2.4	8	800	83	0.008	20	80	0.0004	0.0009	0.0007	0.0005	0.0002	0.0009	0.0002	0.0009	0.0002	0.0005	0.0007	0.0005	0.0002	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
F36	TM36	704	1.6	8	803	698 a 711	-2.6	8	800	65	0.025	40	60	0.0006	0.0006	0.0006	0.0008	0.0001	0.0005	0.0001	0.0005	0.0001	0.0008	0.0001	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F37	TM37	704	1.7	15	802	699 a 707	-2.4	15	800	65	0.069	37	63	0.0001	0.0005	0.0004	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F38	TM38	702	1.5	17	803	695 a 709	-2.7	17	800	29	0.025	31	69	0.0003	0.0010	0.0001	0.0007	0.0007	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0007	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F39	TM39	703	1.6	10	803	694 a 706	-2.5	10	800	55	0.010	21	79	0.0009	0.0001	0.0003	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F40	TM40	703	1.4	11	802	694 a 711	-2.6	11	800	70	0.010	33	67	0.0007	0.0002	0.0000	0.0008	0.0009	0.0009	0.0001	0.0009	0.0009	0.0008	0.0009	0.0009	0.0001	0.0001	0.0001	No	Buena	Buena	Ej.inv.	
F41	TM41	703	1.4	12	803	693 a 706	-2.6	12	800	80	0.096	23	77	0.0000	0.0007	0.0001	0.0007	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0007	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F42	TM42	704	1.6	12	805	690 a 705	-2.5	12	800	44	0.004	32	68	0.0005	0.0009	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0007	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003	0.0007	0.0007	0.0007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F43	TM43	705	1.5	19	802	694 a 715	-2.7	19	800	12	0.028	24	76	0.0005	0.0004	0.0005	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0006	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F44	TM44	702	1.4	14	804	695 a 706	-2.6	14	800	72	0.059	28	72	0.0001	0.0005	0.0001	0.0009	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0009	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
F45	TM45	700	1.4	13	804	696 a 707	-2.3	13	800	49	0.052	23	77	0.0009	0.0001	0.0006	0.0006	0.0006	0.0003	0.0009	0.0003	0.0003	0.0006	0.0006	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F46	TM46	703	1.6	11	803	700 a 715	-2.5	11	800	61	0.041	38	62	0.0003	0.0005	0.0003	0.0004	0.0005	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005	0.0003	0.0003	0.0003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F47	TM47	704	1.5	14	801	696 a 713	-2.6	14	800	40	0.093	36	64	0.0008	0.0002	0.0006	0.0006	0.0009	0.0006	0.0006	0.0009	0.0009	0.0006	0.0009	0.0009	0.0006	0.0006	0.0006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F48	TM48	701	1.4	9	801	696 a 706	-2.3	9	800	64	0.002	26	74	0.0009	0.0008	0.0007	0.0009	0.0009	0.0003	0.0009	0.0009	0.0007	0.0009	0.0007	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F49	TM49	701	1.5	8	802	690 a 707	-2.2	8	800	57	0.041	25	75	0.0005	0.0006	0.0007	0.0005	0.0005	0.0005	0.0009	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	0.0009	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F50	TM50	705	1.5	13	802	699 a 709	-2.5	13	800	70	0.033	36	64	0.0005	0.0007	0.0009	0.0010	0.0009	0.0010	0.0009	0.0010	0.0009	0.0009	0.0010	0.0009	0.0010	0.0010	0.0010	No	Buena	Buena	Ej.inv.	
F51	TM51	705	1.6	10	802	695 a 713	-2.5	10	800	50	0.067	21	79	0.0009	0.0001	0.0009	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0010	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0010	0.0009	0.0009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F52	TM52	704	1.5	8	803	692 a 712	-2.3	8	800	36	0.005	26	74	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F53	TM53	701	1.6	10	802	699 a 710	-2.4	10	800	13	0.071	39	61	0.0006	0.0002	0.0007	0.0002	0.0002	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	

Tabla 7-3

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.						
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión			
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂															Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	
F54	TM54	700	1.5	10	800	693 a 713	-2.5	10	800	90	0.077	27	73	0.0003	0.0004	0.0008	0.0006	0.0005	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F55	TM55	702	1.5	14	801	694 a 705	-2.5	14	800	28	0.095	22	78	0.0002	0.0004	0.0002	0.0008	0.0000	0.0005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F56	TM56	702	1.7	11	804	695 a 712	-2.5	11	800	69	0.084	24	76	0.0001	0.0005	0.0004	0.0001	0.0007	0.00006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F57	TM57	701	1.6	14	801	696 a 711	-2.4	14	800	87	0.042	21	79	0.0000	0.0006	0.0009	0.0005	0.0009	0.00010	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F58	TM58	704	1.5	15	801	699 a 714	-2.5	15	800	24	0.035	26	74	0.0002	0.0005	0.0001	0.0009	0.0007	0.00002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F59	TM59	702	1.5	13	804	696 a 707	-2.3	13	800	42	0.061	26	74	0.0001	0.0003	0.0005	0.0003	0.0009	0.00008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F60	TM60	701	1.4	10	800	692 a 708	-2.6	10	800	31	0.047	30	70	0.0002	0.0007	0.0002	0.0000	0.0002	0.00004	No	Buena	Buena	Ej.inv.	
F61	TM61	701	1.2	8	804	699 a 712	-2.4	8	800	39	0.093	35	65	0.0007	0.0009	0.0004	0.0006	0.0004	0.00009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F62	TM62	701	1.5	15	800	693 a 709	-2.7	15	800	83	0.074	36	64	0.0002	0.0006	0.0008	0.0003	0.0002	0.00003	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F63	TM63	702	1.4	16	804	694 a 712	-2.6	16	800	26	0.091	39	61	0.0001	0.0005	0.0003	0.0009	0.0007	0.00007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F64	TM64	703	1.3	14	800	696 a 708	-2.5	14	800	44	0.076	39	61	0.0003	0.0008	0.0002	0.0008	0.0004	0.0001	0.00006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F65	TM65	702	1.3	8	803	693 a 713	-2.4	8	800	33	0.046	35	65	0.0009	0.0003	0.0008	0.0005	0.0002	0.00008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F66	TM66	704	1.6	14	804	697 a 707	-2.6	14	800	32	0.093	29	71	0.0004	0.0008	0.0003	0.0004	0.0002	0.00009	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F67	TM67	704	1.8	13	804	692 a 710	-2.4	13	800	56	0.051	33	67	0.0004	0.0009	0.0007	0.0009	0.0005	0.0004	0.00008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F68	TM68	703	1.6	12	801	692 a 714	-2.6	12	800	60	0.029	29	71	0.0005	0.0009	0.0003	0.0006	0.0003	0.0001	0.00006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
F69	TM69	702	1.6	14	804	697 a 708	-2.8	14	800	19	0.052	28	72	0.0003	0.0003	0.0002	0.0010	0.0002	0.00002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F70	TM70	701	1.4	10	802	693 a 706	-2.5	10	800	35	0.050	20	80	0.0009	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.00003	No	Buena	Muy buena	Ej.inv.
F71	TM71	705	1.5	17	803	697 a 707	-2.6	17	800	57	0.048	34	66	0.0002	0.0005	0.0003	0.0004	0.0002	0.00005	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	
F72	TM72	704	1.4	9	801	694 a 707	-2.6	9	800	82	0.041	38	62	0.0002	0.0007	0.0002	0.0005	0.0006	0.00006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.	

Tabla 8-1

Tabla 8 Condiciones de recristalización y recocido, estructura superficial, Humectabilidad del recubrimiento, y adhesión del recubrimiento

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.												
		Horno de calefacción			Horno de recocido			Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante	Humectabilidad		Adhesión											
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂ [vol%]	Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logPH ₂ O /PH ₂ [vol%]													Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]									
G1	TM1	701	0.3	12	199	695 a 709	-3.8	12	307	39	0.102	33	67	0.0003	0.0001	0.0009	0.0009	0.0009	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.	
G2	TM2	704	0.3	11	194	697 a 708	-4.1	11	299	31	0.108	33	67	0.0005	0.0005	0.0003	0.0003	0.0003	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	Buena	Buena	Ej.inv.
G3	TM3	703	0.3	10	203	696 a 708	-3.9	10	303	53	0.194	26	74	0.0009	0.0010	0.0009	0.0004	0.0008	0.0008	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Buena	Buena	Ej.inv.
G4	TM4	705	0.3	14	195	691 a 710	-4.2	14	304	52	0.167	22	78	0.0004	0.0002	0.0009	0.0002	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.
G5	TM5	700	0.1	12	199	699 a 715	-4.0	12	305	14	0.148	24	76	0.0001	0.0003	0.0001	0.0005	0.0006	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.
G6	TM6	704	0.3	17	202	697 a 705	-4.1	17	300	87	0.162	37	63	0.0009	0.0004	0.0007	0.0002	0.0010	0.0006	0.0010	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	Buena	Buena	Ej.inv.
G7	TM7	705	0.5	14	195	690 a 714	-4.2	14	304	87	0.111	30	70	0.0009	0.0001	0.0005	0.0010	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	Buena	Buena	Ej.inv.
G8	TM8	701	0.5	17	201	697 a 708	-3.9	17	302	24	0.147	24	76	0.0006	0.0010	0.0001	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.
G9	TM9	703	0.2	10	194	694 a 714	-4.0	10	306	25	0.104	36	64	0.0009	0.0010	0.0004	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Buena	Muy buena	Ej.inv.
G10	TM10	700	0.2	10	204	691 a 713	-4.1	10	302	61	0.134	32	68	0.0003	0.0001	0.0008	0.0001	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.
G11	TM11	703	0.5	11	202	699 a 708	-4.0	11	304	60	0.126	26	74	0.0009	0.0008	0.0005	0.0007	0.0003	0.0003	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	Buena	Buena	Ej.inv.
G12	TM12	703	0.2	10	202	696 a 707	-4.2	10	300	26	0.131	32	68	0.0001	0.0005	0.0003	0.0009	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.
G13	TM13	704	0.3	14	200	697 a 711	-3.9	14	303	29	0.101	24	76	0.0003	0.0007	0.0006	0.0002	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.
G14	TM14	702	0.5	12	206	697 a 705	-4.1	12	294	31	0.197	38	62	0.0006	0.0008	0.0008	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.
G15	TM15	704	0.4	18	200	691 a 709	-3.8	18	296	24	0.157	37	63	0.0009	0.0002	0.0003	0.0007	0.0007	0.0007	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.
G16	TM16	702	0.3	18	194	698 a 709	-3.9	18	306	63	0.161	32	68	0.0002	0.0001	0.0005	0.0010	0.0007	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	Buena	Buena	Ej.inv.
G17	TM17	704	0.4	11	202	697 a 706	-4.1	11	296	53	0.154	25	75	0.0007	0.0005	0.0009	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.
G18	TM18	703	0.4	9	200	699 a 712	-3.9	9	305	78	0.144	40	60	0.0001	0.0000	0.0008	0.0006	0.0005	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	Muy buena	Buena	Ej.inv.
G19	TM19	701	0.2	10	201	692 a 713	-4.2	10	297	83	0.102	31	69	0.0007	0.0006	0.0009	0.0004	0.0004	0.0008	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.
G20	TM20	702	0.3	19	199	698 a 713	-4.2	19	306	50	0.172	32	68	0.0000	0.0002	0.0008	0.0000	0.0006	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	Buena	Buena	Ej.inv.
G21	TM21	705	0.2	14	202	697 a 706	-4.1	14	297	65	0.120	30	70	0.0002	0.0010	0.0001	0.0005	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Buena	Buena	Ej.inv.
G22	TM22	702	0.4	11	198	699 a 714	-4.2	11	302	68	0.155	35	65	0.0002	0.0004	0.0001	0.0005	0.0005	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.
G23	TM23	705	0.3	18	194	691 a 708	-4.0	18	299	57	0.182	33	67	0.0002	0.0002	0.0004	0.0004	0.0004	0.0001	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	Buena	Buena	Ej.inv.
G24	TM24	702	0.3	16	201	696 a 711	-3.9	16	306	16	0.147	29	71	0.0008	0.0002	0.0009	0.0008	0.0005	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Buena	Buena	Ej.inv.
G25	TM25	700	0.4	14	200	699 a 708	-4.2	14	298	29	0.128	35	65	0.0002	0.0004	0.0001	0.0009	0.0009	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.
G26	TM26	701	0.1	15	204	691 a 715	-4.1	15	297	65	0.136	34	66	0.0000	0.0009	0.0005	0.0006	0.0006	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 8-2

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.					
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de óxido [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión		
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂															Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]
G27	TM27	700	0.4	18	202	690 a 708	-4.0	18	302	54	0.130	31	69	0.0006	0.0003	0.0008	0.0004	0.0000	0.0005	Buena	Muy buena	Ej.inv.	
G28	TM28	702	0.3	11	206	691 a 709	-4.1	11	300	31	0.136	40	60	0.0002	0.0010	0.0007	0.0002	0.0005	0.0001	Buena	Buena	Ej.inv.	
G29	TM29	704	0.5	16	203	700 a 706	-4.0	16	303	47	0.143	21	79	0.0004	0.0005	0.0002	0.0005	0.0009	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.	
G30	TM30	704	0.3	15	195	693 a 714	-4.2	15	304	71	0.181	23	77	0.0006	0.0004	0.0005	0.0002	0.0007	0.0001	Buena	Buena	Ej.inv.	
G31	TM31	701	0.0	15	209	690 a 714	-4.1	15	303	86	0.146	37	63	0.0009	0.0009	0.0004	0.0003	0.0005	0.0000	Buena	Buena	Ej.inv.	
G32	TM32	701	0.3	8	207	698 a 706	-4.1	8	303	83	0.128	28	72	0.0002	0.0008	0.0004	0.0003	0.0002	0.0006	Buena	Buena	Ej.inv.	
G33	TM33	701	0.5	17	198	698 a 708	-4.2	17	294	20	0.196	28	72	0.0009	0.0007	0.0001	0.0008	0.0008	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.	
G34	TM34	702	0.4	12	192	700 a 713	-4.0	12	293	85	0.159	26	74	0.0007	0.0001	0.0006	0.0000	0.0007	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.	
G35	TM35	702	0.4	18	195	698 a 715	-4.1	18	302	13	0.141	37	63	0.0001	0.0003	0.0001	0.0008	0.0001	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.	
G36	TM36	701	0.3	7	200	699 a 708	-4.0	7	305	22	0.121	32	68	0.0008	0.0003	0.0007	0.0006	0.0001	0.0007	Buena	Buena	Ej.inv.	
G37	TM37	703	0.2	15	194	700 a 706	-4.2	15	296	20	0.161	23	77	0.0007	0.0006	0.0008	0.0001	0.0005	0.0000	Buena	Buena	Ej.inv.	
G38	TM38	702	0.1	17	196	698 a 713	-4.0	17	299	87	0.131	21	79	0.0005	0.0010	0.0004	0.0000	0.0008	0.0002	Buena	Buena	Ej.inv.	
G39	TM39	702	0.4	10	203	692 a 705	-3.9	10	299	38	0.182	31	69	0.0004	0.0007	0.0009	0.0006	0.0008	0.0006	Buena	Buena	Ej.inv.	
G40	TM40	701	0.4	9	208	695 a 706	-4.0	9	298	68	0.107	39	61	0.0000	0.0001	0.0005	0.0006	0.0002	0.0009	Buena	Buena	Ej.inv.	
G41	TM41	703	0.4	10	204	693 a 714	-4.0	10	296	81	0.107	27	73	0.0001	0.0008	0.0006	0.0003	0.0007	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.	
G42	TM42	702	0.1	9	204	693 a 714	-4.1	9	296	32	0.152	34	66	0.0008	0.0002	0.0006	0.0002	0.0000	0.0007	Buena	Buena	Ej.inv.	
G43	TM43	701	0.2	12	198	700 a 707	-4.2	12	299	19	0.197	26	74	0.0004	0.0001	0.0009	0.0000	0.0007	0.0004	Buena	Buena	Ej.inv.	
G44	TM44	701	0.2	13	205	697 a 711	-3.8	13	301	57	0.141	35	65	0.0009	0.0004	0.0003	0.0009	0.0005	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.	
G45	TM45	704	0.3	13	202	700 a 713	-4.1	13	303	75	0.199	20	80	0.0008	0.0005	0.0006	0.0009	0.0000	0.0004	Buena	Buena	Ej.inv.	
G46	TM46	701	0.3	13	200	692 a 709	-3.9	13	307	25	0.132	27	73	0.0006	0.0003	0.0005	0.0002	0.0005	0.0008	Buena	Buena	Ej.inv.	
G47	TM47	702	0.2	10	201	693 a 708	-4.2	10	298	57	0.181	38	62	0.0004	0.0006	0.0004	0.0000	0.0008	0.0007	Buena	Buena	Ej.inv.	
G48	TM48	702	0.2	10	199	700 a 714	-4.2	10	307	89	0.167	30	70	0.0005	0.0004	0.0002	0.0008	0.0010	0.0003	Buena	Buena	Ej.inv.	
G49	TM49	701	0.3	11	198	690 a 712	-4.1	11	299	64	0.122	22	78	0.0000	0.0010	0.0002	0.0003	0.0006	0.0004	Buena	Buena	Ej.inv.	
G50	TM50	701	0.2	7	200	694 a 711	-4.1	7	306	37	0.197	36	64	0.0002	0.0005	0.0009	0.0002	0.0004	0.0000	Buena	Buena	Ej.inv.	
G51	TM51	703	0.5	8	198	699 a 713	-4.1	8	300	63	0.174	37	63	0.0006	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0010	0.00006	Buena	Buena	Ej.inv.
G52	TM52	703	0.4	9	205	700 a 711	-3.8	9	299	66	0.121	31	69	0.0000	0.0001	0.0007	0.0010	0.0001	0.0001	0.00006	Buena	Buena	Ej.inv.
G53	TM53	705	0.4	13	199	697 a 711	-4.0	13	297	74	0.144	40	60	0.0010	0.0003	0.0004	0.0002	0.0003	0.0008	0.00009	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 8-3

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.							
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de C [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humedad	Adhesión				
		Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂	Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O logP _{H2O} /PH ₂															Conc. de H de H [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]		
G54	TM54	702	0.2	18	200	691 a 710	-3.8	18	305	25	0.102	25	75	0.0005	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0006	0.0007	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G55	TM55	703	0.3	12	206	692 a 710	-3.9	12	302	35	0.195	29	71	0.0004	0.0006	0.0009	0.0000	0.0000	0.0005	0.0010	0.0008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G56	TM56	702	0.2	14	199	691 a 710	-4.1	14	297	67	0.186	33	67	0.0002	0.0002	0.0006	0.0009	0.0008	0.0005	0.00010	0.00010	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G57	TM57	703	0.4	17	197	692 a 714	-4.2	17	305	82	0.160	22	78	0.0005	0.0004	0.0008	0.0006	0.0001	0.0010	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G58	TM58	704	0.2	12	206	698 a 713	-4.1	12	298	81	0.110	38	62	0.0004	0.0007	0.0002	0.0007	0.0008	0.0009	0.00007	0.00007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G59	TM59	701	0.2	10	192	695 a 711	-3.9	10	298	43	0.177	36	64	0.0003	0.0008	0.0006	0.0000	0.0001	0.0008	0.0008	0.00008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G60	TM60	703	0.3	12	201	695 a 714	-4.1	12	302	27	0.168	27	73	0.0005	0.0002	0.0005	0.0004	0.0008	0.0007	0.0002	0.0002	No	Buena	Buena	Ej.inv.
G61	TM61	703	0.3	10	202	692 a 710	-4.0	10	297	54	0.110	37	63	0.0008	0.0007	0.0004	0.0004	0.0008	0.0002	0.0004	0.0004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G62	TM62	702	0.2	11	203	692 a 705	-4.0	11	304	17	0.141	29	71	0.0002	0.0005	0.0005	0.0008	0.0004	0.0006	0.0000	0.00000	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G63	TM63	702	0.2	19	202	700 a 707	-4.2	19	303	26	0.198	24	76	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0003	0.0009	0.0002	0.0002	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G64	TM64	702	0.4	10	202	695 a 714	-4.0	10	302	38	0.175	23	77	0.0008	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0004	0.00007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G65	TM65	705	0.5	13	200	697 a 705	-4.0	13	300	31	0.147	22	78	0.0001	0.0003	0.0010	0.0008	0.0006	0.0002	0.0004	0.00004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G66	TM66	702	0.4	15	200	695 a 710	-4.2	15	303	89	0.144	23	77	0.0002	0.0009	0.0006	0.0003	0.0007	0.0008	0.0008	0.00008	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G67	TM67	702	0.2	16	197	698 a 715	-3.9	16	297	37	0.151	37	63	0.0000	0.0005	0.0005	0.0001	0.0000	0.0004	0.00007	0.00007	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G68	TM68	702	0.3	13	199	699 a 714	-4.2	13	306	60	0.174	36	64	0.0009	0.0004	0.0009	0.0010	0.0005	0.0009	0.00004	0.00004	Si	Buena	Buena	Ej.inv.
G69	TM69	700	0.4	6	196	690 a 707	-4.1	6	294	13	0.158	34	66	0.0001	0.0002	0.0001	0.0009	0.0010	0.0000	0.00008	0.00008	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
G70	TM70	702	0.4	13	198	696 a 707	-3.7	13	293	28	0.178	24	76	0.0002	0.0007	0.0003	0.0004	0.0004	0.0000	0.0002	0.0002	No	Buena	Buena	Ej.inv.
G71	TM71	702	0.3	13	197	698 a 709	-4.1	13	294	87	0.129	22	78	0.0001	0.0008	0.0007	0.0003	0.0003	0.0006	0.00001	0.00001	Si	Buena	Muy buena	Ej.inv.
G72	TM72	705	0.0	2	197	697 a 705	-4.0	2	298	62	0.103	33	67	0.0000	0.0005	0.0009	0.0009	0.0005	0.0009	0.00006	0.00006	Si	Buena	Buena	Ej.inv.

Tabla 9-1

Tabla 9 Condiciones de recristalización y recocido, estructura superficial, Humectabilidad del recubrimiento, y adhesión del recubrimiento (Comparative Examples)

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido				Oxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.									
		Horno de calefacción		Horno de temple		Espesor de capa de A [µm]	Espesor de capa de B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]	Tratamiento aleante		Humectabilidad	Adhesión							
		Potencial de O log P _{H2O} / P _{H2}	Temp. máx. de la lámina [°C]	Potencial de O log P _{H2O} / P _{H2}	Temp. de la lámina [°C]														Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O log P _{H2O} / P _{H2}	Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]		
H1	TM1	802	-2,2	6	296	798	a 814	-4,3	6	196	66	0,0002	65	35	0,0335	0,0009	0,0007	0,0001	0,0002	0,0006	0,0006	Si	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H2	TM22	801	-3,5	7	304	793	a 812	-5,8	7	207	44	0,0004	70	40	0,1134	0,0005	0,0007	0,0010	0,0002	0,0005	0,0005	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H3	TM51	800	-2,9	6	306	798	a 814	-4,3	6	202	76	0,0004	60	30	0,0543	0,0000	0,0003	0,0005	0,0008	0,0009	0,0005	Si	Buena	Deficiente	Ej.comp.
H4	TM1	804	2,2	5	300	797	a 808	-4,4	5	201	28	0,72	75	25	0,0005	0,0005	0,0009	0,0009	0,0006	0,0007	0,0007	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H5	TM22	802	2,8	7	308	792	a 815	-1,4	7	201	32	0,65	85	15	0,0010	0,0008	0,0001	0,0005	0,0005	0,0001	0,0001	Si	Buena	Deficiente	Ej.comp.
H6	TM62	803	3,2	7	303	797	a 806	-4,3	7	202	20	0,80	73	27	0,0000	0,0006	0,0010	0,0006	0,0007	0,0003	0,0002	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H7	TM1	802	0,5	7	302	795	a 812	-1,2	7	207	48	0,591	55	45	0,0124	0,0007	0,0010	0,0004	0,0004	0,0001	0,0001	Si	Buena	Deficiente	Ej.comp.
H8	TM22	800	0,3	5	300	793	a 814	-1,8	5	204	85	0,00023	63	37	0,0954	0,0001	0,0001	0,0006	0,0008	0,0003	0,0003	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H9	TM63	804	2,5	7	291	791	a 807	-0,5	7	196	33	0,00080	59	41	0,0783	0,0002	0,0010	0,0003	0,0003	0,0001	0,0012	Si	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H10	TM1	802	0,6	7	302	796	a 815	-6	7	203	46	0,593	55	45	0,0007	0,0004	0,0005	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H11	TM22	803	0,6	8	302	795	a 807	-5,3	8	197	77	0,823	59	41	0,0006	0,0005	0,0009	0,0007	0,0001	0,0006	0,0006	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H12	TM64	802	-2,5	4	303	791	a 807	-0,8	4	196	55	0,664	62	38	0,0004	0,0007	0,0005	0,0005	0,0006	0,0010	0,004	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H13	TM1	401	0,5	5	0	399	a 405	-4,4	5	0	59	0,617	10	90	0,0153	0,233	0,136	0,0004	0,0000	0,0089	0,0000	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H14	TM22	743	0,5	7	5	740	a 749	-4,2	7	8	52	0,0004	13	86	0,0845	0,824	0,408	0,0071	0,0027	0,0023	0,0000	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H15	TM65	404	0,4	8	0	403	a 407	-4,2	8	0	17	0,564	10	89	0,0343	0,783	0,412	0,0002	0,0004	0,0061	0,0021	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H16	TM1	1001	0,5	7	294	999	a 1006	-4,2	7	823	17	0,70	72	28	0,0001	0,0002	0,0004	0,0005	0,0008	0,0008	0,0008	No	Deficiente	Buena	Ej.comp.
H17	TM22	1012	0,5	5	534	1004	a 1023	-4,2	5	582	20	0,061	80	20	0,0005	0,0002	0,0000	0,0008	0,0001	0,0008	0,0008	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H18	TM66	1042	0,4	4	923	1035	a 1048	-4,4	4	197	33	0,068	81	19	0,0002	0,0004	0,0002	0,0009	0,0009	0,0001	0,013	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H19	TM1	800	0,5	6	100	791	a 813	-4,2	6	8	41	0,064	10	90	0,0232	0,255	0,136	0,0008	0,0006	0,0043	0,0000	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H20	TM22	803	0,6	6	100	791	a 811	-4,4	6	6	55	0,068	6	92	0,0545	0,745	0,566	0,0090	0,0018	0,0008	0,0008	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H21	TM57	801	0,6	8	100	793	a 812	-4,4	8	4	32	0,0003	12	87	0,0143	0,883	0,196	0,0008	0,0008	0,0078	0,0005	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H22	TM1	552	0,4	5	1112	794	a 813	-4,2	5	1058	29	0,5	82	18	0,0008	0,0004	0,0002	0,0002	0,0005	0,0004	0,0000	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H23	TM22	783	0,6	7	1204	549	a 560	-4,3	7	1245	21	0,050	78	22	0,0009	0,0008	0,0009	0,0006	0,0008	0,0008	0,0008	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H24	TM68	901	0,5	5	1048	892	a 905	-4,3	5	1144	84	1,0	75	25	0,0009	0,0010	0,0003	0,0009	0,0007	0,0001	0,0011	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H25	TM1	802	0,7	0,5	308	799	a 805	-4,3	0,5	202	56	0,050	27	73	0,0005	0,012	0,0003	0,0007	0,0005	0,0032	0,0000	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H26	TM69	801	0,5	0,3	304	799	a 807	-4,3	0,3	201	80	0,070	26	74	0,0004	0,021	0,0004	0,0003	0,0003	0,0055	0,0011	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.

Tabla 9-2

Nivel	Lámina de acero laminada en frío	Condiciones de recristalización y recocido						Óxidos en capa B y contenido de elementos								Evaluación		Observ.				
		Horno de calefacción			Horno de remojo			Espesor de capa A [µm]	Espesor de capa B [µm]	Contenido de Fe [%]	Contenido de óxido [%]	Contenido de Mn [%]	Contenido de Si [%]	Contenido de P [%]	Contenido de S [%]	Contenido de Al [%]	Contenido de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca [%]		Tratamiento aleante	Humectabilidad	Adhesión	
		Potencial de O log P _{H2} O /PH ₂	Conc. de H de [vol%]	Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]	Rango de temp. de la lámina [°C]	Potencial de O log P _{H2} O /PH ₂	Conc. de H de [vol%]															Tpo. en rango de temp. de 500°C a 950°C [s]
H27	TM1	801	0.5	297	799 a 808	-4.3	42	199	56	0.013	42	58	0.0009	0.0000	0.0005	0.0001	0.0003		Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H28	TM60	801	0.3	305	796 a 814	-4.3	36	197	40	0.050	48	52	0.0007	0.0003	0.0009	0.0002	0.0007	0.0011	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H29	TM1	800	-1.2	295	791 a 806	-4.3	7	195	1.2	0.166	65	35	0.0235	0.0009	0.0001	0.0002	0.0006		Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H30	TM22	800	-1.1	294	793 a 812	-4.4	4	208	0.5	0.038	60	40	0.1134	0.0005	0.0010	0.0002	0.0005		Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H31	TM61	804	-0.8	299	791 a 811	-4.3	5	199	1.5	0.009	70	30	0.0543	0.0000	0.0003	0.0008	0.0009	0.003	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H32	TM1	803	-0.9	301	792 a 811	-4.1	6	201	105	0.258	75	25	0.0005	0.0005	0.0009	0.0006	0.0007		Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H33	TM22	804	-0.8	300	799 a 812	-4.3	6	196	115	0.055	85	15	0.0010	0.0008	0.0001	0.0005	0.0001		Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.
H34	TM62	801	-1	305	797 a 809	-4.4	5	201	111	0.007	73	27	0.0000	0.0006	0.0010	0.0007	0.0003	0.002	Si	Deficiente	Deficiente	Ej.comp.

Después del horno de remojo, la lámina de acero es tratada por etapas refrigeración lenta general, refrigeración rápida, promedio, y refrigeración secundaria, y las etapas de refrigeración secundaria y luego se sumerge en un baño de galvanización por inmersión en caliente. El baño de galvanización por inmersión en caliente tenía una temperatura del baño de recubrimiento de 460°C y contenía 0,13 % en masa de Al. Después de que la lámina de acero ha sido sumergida en el baño de galvanización por inmersión en caliente, se limpio con gas nitrógeno para ajustar el espesor del recubrimiento hasta 8 μm por superficie. Después de eso, en varios ejemplos, se utilizó un horno de aleación para calentar la lámina de acero hasta una temperatura de 500°C durante 30 segundos para el tratamiento de aleación. La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente obtenida fue evaluada con respecto a la humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento. Los resultados se muestran en las Tablas 2 a 7, mientras que los ejemplos comparativos de muestran en la tabla 8. En las Tablas 2 a 7 se describe el rendimiento del tratamiento de aleación indicando el caso en el que el tratamiento de aleación se realiza como "Sí" y en caso negativo como "No".

La humectabilidad de recubrimiento se evaluó mapeando Zn y Fe sobre cualquier área de 200 μm x 200 μm en la superficie de la lámina de acero recubierta de cada material de ensayo por EPMA y evaluando el caso, donde no existe Zn y existen localizaciones donde se expone FE, como pobre en humectabilidad (pobre) y el caso donde Zn cubre toda la superficie y no existen localizaciones donde se expone Fe, como buena en humectabilidad (buena).

La adhesión de recubrimiento se midió por un ensayo de pulverización. El caso de una longitud de pelado de más de 2 mm se evaluó como pobre en adhesión (pobre), de 2mm a más de 1 mm como buena en adhesión (buena), y 1 mm o menos como extremadamente buena en adhesión (muy buena). Un "ensayo de pulverización" es un método de examen de la adhesión que adhiere CelloTape® a una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, dobla la superficie de la cinta 90° (R=1), la desdobra, entonces pela la cinta y mide la longitud pelada de la capa de recubrimiento.

Además, el espesor de la capa B y el total del contenido de los óxidos individuales u óxidos compuestos en la capa B, el contenido de Fe no como óxidos en la capa B y el contenido de Si, Mn, P, S, Al, Ti, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, B, y Ca no como óxidos en la capa B se hallaron por los métodos de medición por el XPS (PHI5800, fabricado por Ulvac Phi) mencionado anteriormente.

Como resultado de los ensayos de la humectabilidad de recubrimiento y la adhesión de recubrimiento de los ejemplos (ejemplos de la invención) y los ejemplos comparativos de la presente invención, se ha aprendido que los ejemplos de la presente invención de las Tablas 2 a 9 de A1 a A72, B1 a B72, C1 a C72, D1 a D72, E1 a E72, F1 a F72, y G1 a G72 eran mejores en humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento comparados con los ejemplos comparativos de la Tabla 9 de los niveles H1 a H34.

Aplicabilidad industrial

La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, que fue producida por el método de la presente invención es excelente en humectabilidad de recubrimiento y adhesión de recubrimiento, de manera que se puede esperar la aplicación principalmente como miembros en el campo de la automoción y en el campo de aparatos domésticos y en el campo de las máquinas de construcción.

REIVINDICACIONES

1.- Una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, que comprende una lámina de acero que contiene, en % en masa,

C: 0,05 % a 0,50 %,

5 Si: 0,1 % a 3,0 %,

Mn: 0,5 % a 5,0 %,

P: 0,001 % a 0,5 %,

S: 0,001 % a 0,03 %,

Al: 0,005 % a 1,0 %,

10 opcionalmente uno o más elementos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, en 0,0001 % a 1 %, un resto de Fe e impurezas inevitables,

que tiene una capa galvanizada por inmersión A sobre la superficie de dicha lámina de acero, caracterizada por que tiene la siguiente capa B justo debajo de dicha superficie de lámina de acero y dentro de dicha lámina de acero:

15 capa B: la capa tiene un espesor de 0,001 µm a 0,5 µm, que contiene, sobre la base de masa de dicha capa B, uno o más óxidos de Fe, Si, Mn, P, S, y Al y opcionalmente uno o más de óxidos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en un total menor que 50 % en masa, que contiene C, Si, Mn, P, S, y Al no como óxidos y opcionalmente Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos en:

C: menor que 0,05 % en masa,

Si: menor que 0,1 % en masa,

20 Mn: menor que 0,5 % en masa,

P: menor que 0,001 % en masa,

S: menor que 0,001 % en masa,

Al: menor que 0,005 % en masa, y

25 opcionalmente uno o más de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, menor que 0,0001 % en masa, y

que contiene Fe no como óxidos en 50 % en masa o más.

2.- La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la lámina de acero, que está comprendida en la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, contiene, en % en masa,

30 C: 0,05 % a 0,50 %,

Si: 0,1 % a 3,0 %,

Mn: 0,5 % a 5,0 %,

P: 0,001 % a 0,5 %,

S: 0,001 % a 0,03 %,

35 Al: 0,005 % a 1,0 %,

40 opcionalmente uno o más elementos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, en 0,0001 % a 1 %, un resto de Fe e impurezas inevitables, y en la que la capa B es una capa que tiene un espesor de 0,001 µm a 0,5 µm, que contiene, sobre la base en masa de dicha capa B, uno o más óxidos de Fe, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en un total menor que 50 % en masa, que contiene C, Si, Mn, P, S, Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos en:

C: menor que 0,05 % en masa,

Si: menor que 0,1 % en masa,

Mn: menor que 0,5 % en masa,

P: menor que 0,001 % en masa,

S: menor que 0,001 % en masa,

Al: menor que 0,005 % en masa,

- 5 uno o más de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, menor que 0,0001 % en masa, y que contiene Fe no como óxidos en 50 % en masa o más.

3.- La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que dicha capa galvanizada por inmersión en caliente A tiene un espesor de 2 μm a 100 μm .

- 10 4.- Un método de producción de una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, que comprende fundición, laminación en caliente, decapado y laminación en frío de un acero que contiene los componentes descritos en las reivindicaciones 1 ó 2 para obtener una lámina de acero laminada en frío, y recocer dicha lámina de acero laminada en frío y galvanizar por inmersión en caliente la lámina de acero recocida en una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua, que está provista con un horno de calefacción y un horno de remojo,

- 15 en el que, en dicho horno de calefacción y dicho horno de remojo que realizan dicho tratamiento de recocido, la temperatura de dicha lámina de acero laminada en frío en los hornos está en el rango de temperatura de 500°C a 950°C y se deja que circule dicha lámina de acero laminada en frío en las siguientes condiciones:

- 20 condiciones del horno de calefacción: utilizando un tipo de tubo todo radiante de horno de calefacción, calentar dicha lámina de acero laminada en frío en el rango de temperatura anterior durante 10 segundos a 1000 segundos, en el que el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del valor de la presión parcial del vapor (PH_2O) en dicho horno de calefacción dividido por la presión parcial del hidrogeno (PH_2) es -2 a 2, y en el que dicho horno de calefacción tiene una atmósfera compuesta de hidrógeno en una concentración de hidrógeno de 1 % en vol. a 30 % en vol., vapor y nitrógeno;

- 25 condiciones del horno de remojo: después de dicho horno de calefacción, se realiza el remojo de dicha lámina de acero laminada en frío en el rango de temperatura anterior durante 10 segundos a 1000 segundos, en el que el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del valor de la presión parcial del vapor (PH_2O) en dicho horno de remojo dividido por la presión parcial del hidrogeno (PH_2) es -5 a 2, y en el que dicho horno de remojo tiene una atmósfera compuesta de hidrógeno en una concentración de hidrógeno de 1 % en vol. a 30 % en vol., vapor y nitrógeno;

5.- Una lámina de acero recocida después de la galvanización por inmersión en caliente, que comprende una lámina de acero que contiene, en % en masa,

- 30 C: 0,05 % a 0,50 %,

Si: 0,1 % a 3,0 %,

Mn: 0,5 % a 5,0 %,

P: 0,001 % a 0,5 %,

S: 0,001 % a 0,03 %,

- 35 Al: 0,005 % a 1,0 %,

opcionalmente uno o más elementos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, en 0,0001 % a 1 % y un resto de Fe e impurezas inevitables,

que tiene una capa galvanizada por inmersión A sobre la superficie de dicha lámina de acero, caracterizada por que tiene la siguiente capa B justo debajo de dicha superficie de lámina de acero y dentro de dicha lámina de acero:

- 40 capa B: la capa tiene un espesor de 0,001 μm a 0,5 μm , que contiene, sobre la base de masa de dicha capa B, uno o más óxidos de Fe, Si, Mn, P, S, y Al y opcionalmente uno o más de óxidos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en un total menor que 50 % en masa, que contiene C, Si, Mn, P, S, y Al no como óxidos y opcionalmente Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos en:

C: menor que 0,05 % en masa,

- 45 Si: menor que 0,1 % en masa,

Mn: menor que 0,5 % en masa,

P: menor que 0,001 % en masa,

S: menor que 0,001 % en masa,

Al: menor que 0,005 % en masa, y

opcionalmente uno o más elementos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, en menor que 0,0001 % en masa y

5 que contiene Fe no como óxidos en 50 % en masa o más.

6.- La lámina de acero recocida después de la galvanización por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 5, en la que la lámina de acero comprendida en la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente contiene, en % en masa,

C: 0,05 % a 0,50 %,

10 Si: 0,1 % a 3,0 %,

Mn: 0,5 % a 5,0 %,

P: 0,001 % a 0,5 %,

S: 0,001 % a 0,03 %,

Al: 0,005 % a 1,0 %,

15 Al: 0,005 % a 1,0 %,

uno o más elementos de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, en menor que 0,0001 % a 1 %, y

20 un resto de Fe e impurezas inevitables, y en el que la capa B es una capa que tiene un espesor de 0,001 μm a 0,5 μm , que contiene, sobre la base de masa de dicha capa B, uno o más óxidos de Fe, Si, Mn, P, S, y Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM en un total menor que 50 % en masa, que contiene C, Si, Mn, P, S, y Al, Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM no como óxidos en:

C: menor que 0,05 % en masa,

Si: menor que 0,1 % en masa,

Mn: menor que 0,5 % en masa,

25 P: menor que 0,001 % en masa,

S: menor que 0,001 % en masa,

Al: menor que 0,005 % en masa,

uno o más de Ti, Nb, Cr, Mo, Ni, Cu, Zr, V, W, B, Ca, y REM, respectivamente, en menor que 0,0001 % en masa, y que contiene Fe no como óxidos en 50 % en masa o más.

30 7.- La lámina de acero recocida después de la galvanización por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, en la que dicha capa A galvanizada por inmersión en caliente tiene un espesor de 2 μm a 100 μm .

35 8.- Un método de producción de una lámina de acero recocida después de la galvanización en frío de un acero que contiene los componentes descritos en las reivindicaciones 5 ó 6 para obtener una instalación de galvanización por inmersión en caliente continua, que está provista con un horno de calefacción y un horno de remojo, y para alear la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente,

en el que, en dicho horno de calefacción y dicho horno de remojo que realizan dicho tratamiento de recocido, la temperatura de dicha lámina de acero laminada en frío en los hornos está en el rango de temperatura de 500°C a 950°C y se deja que circule dicha lámina de acero laminada en frío en las siguientes condiciones:

40 condiciones del horno de calefacción: utilizando un tipo de tubo todo radiante de horno de calefacción, calentar dicha lámina de acero laminada en frío en el rango de temperatura anterior durante 10 segundos a 1000 segundos, en el que el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ del valor de la presión parcial del vapor (PH_2O) en dicho horno de calefacción dividido por la presión parcial del hidrógeno (PH_2) es -2 a 2, y en el que dicho horno de calefacción tiene una atmósfera compuesta de hidrógeno en una concentración de hidrógeno de 1 % en vol. a 30 % en vol., vapor y nitrógeno;

45 condiciones del horno de remojo: después de dicho horno de calefacción, se realiza el remojo de dicha lámina de

ES 2 680 649 T3

acero laminada en frío en el rango de temperatura anterior durante 10 segundos a 1000 segundos, en el que el $\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$ del valor de la presión parcial del vapor (P_{H_2O}) en dicho horno de remojo dividido por la presión parcial del hidrogeno (P_{H_2}) es -5 a 2, y en el que dicho horno de remojo tiene una atmósfera compuesta de hidrógeno en una concentración de hidrógeno de 1 % en vol. a 30 % en vol., vapor y nitrógeno.

5

Fig.1

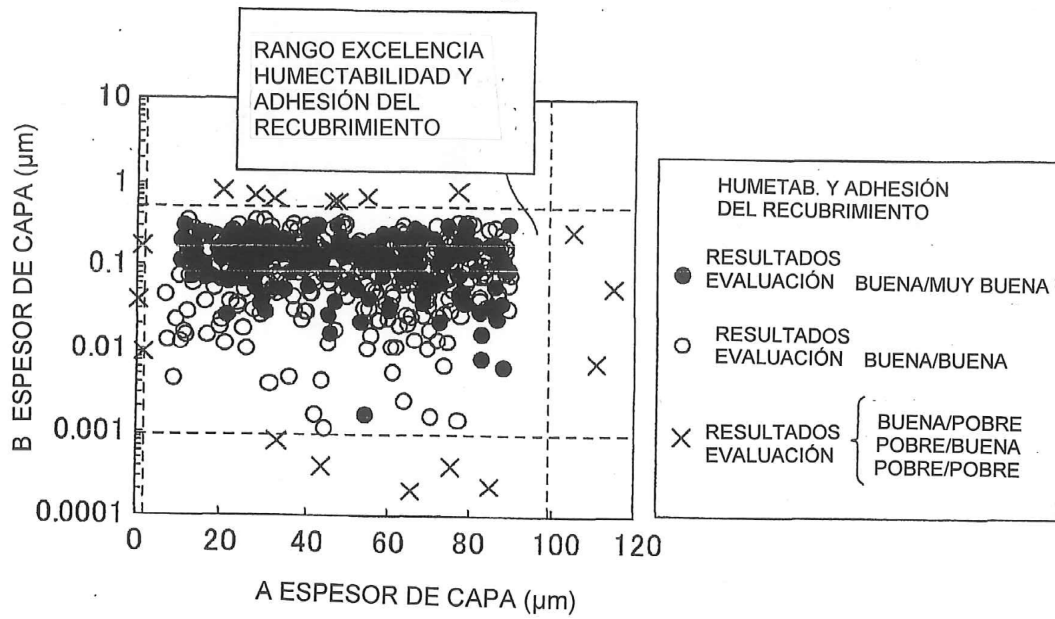


Fig.2

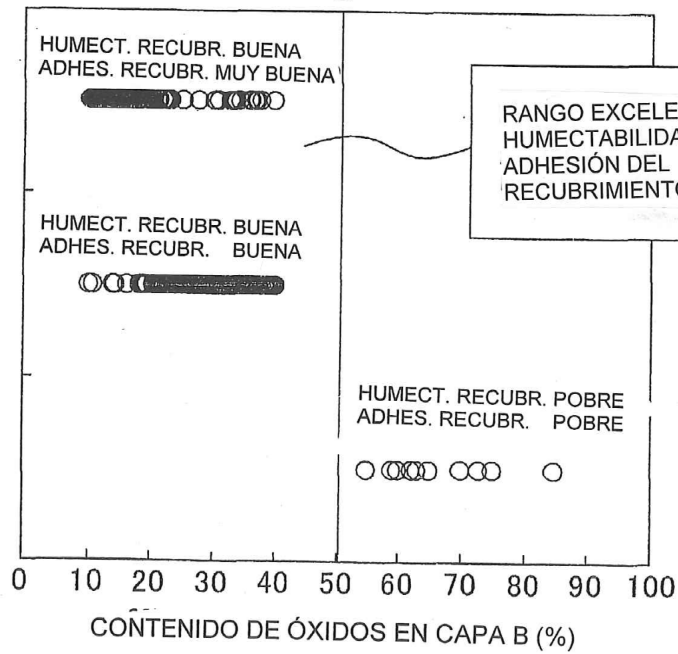


Fig.3

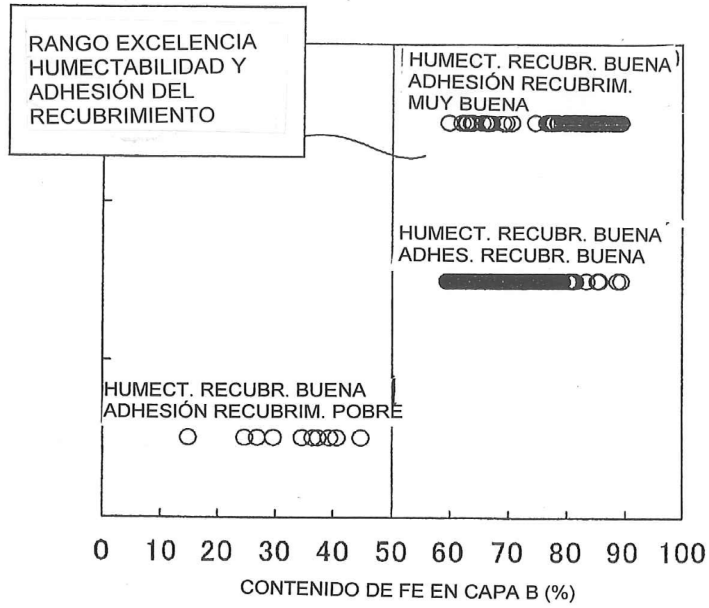


Fig.4

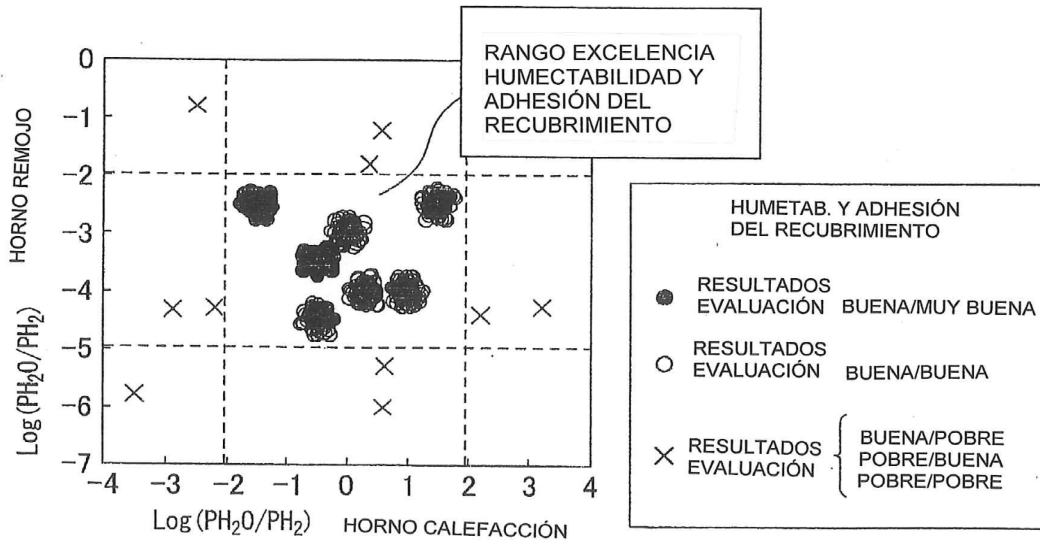


Fig.5

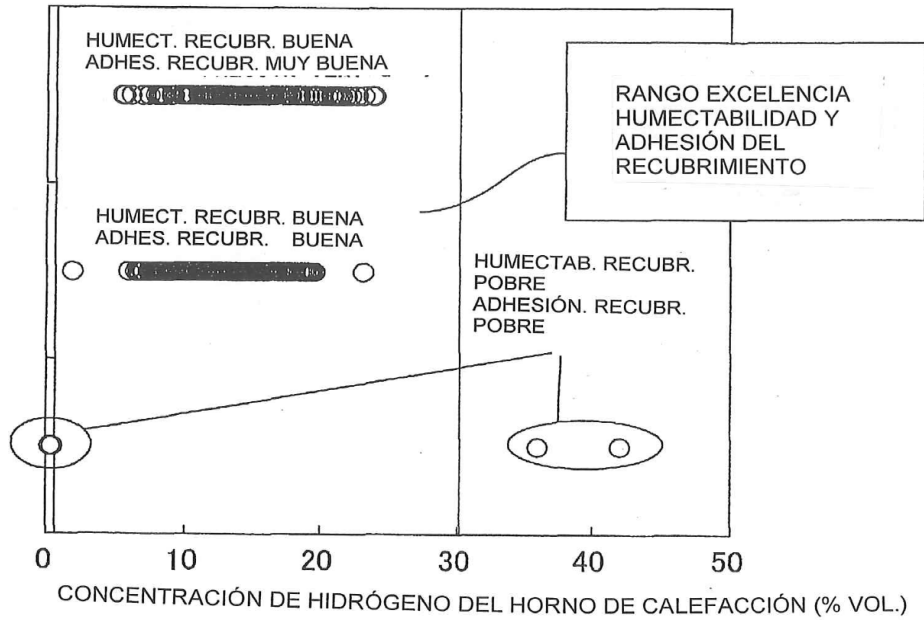


Fig.6

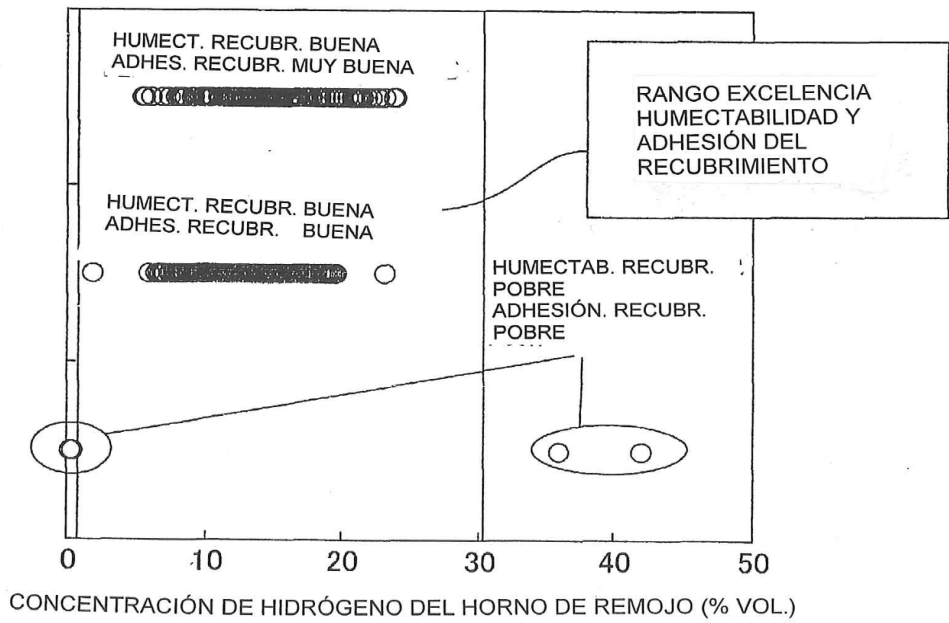


Fig.7

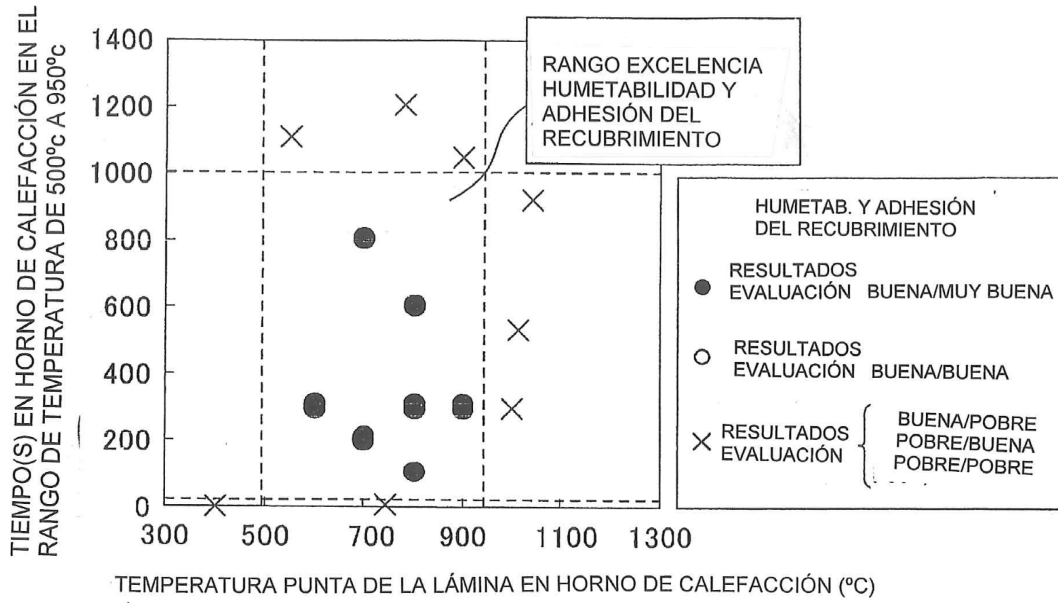


Fig.8

