

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 976**

51 Int. Cl.:

C04B 28/14	(2006.01)
C04B 28/16	(2006.01)
C04B 24/38	(2006.01)
C08B 30/14	(2006.01)
C08L 3/02	(2006.01)
C08L 3/08	(2006.01)
C09J 103/02	(2006.01)
C09J 103/08	(2006.01)
E04C 2/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2013** **E 19211044 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024** **EP 3650471**

54 Título: **Tablero que comprende almidón pregelatinizado soluble en agua fría**

30 Prioridad:

23.10.2012 US 201261717588 P
15.03.2013 US 201313835002
02.10.2013 US 201314044582

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2024

73 Titular/es:

UNITED STATES GYPSUM COMPANY (100.0%)
550 West Adams Street
Chicago, IL 60661, US

72 Inventor/es:

CHAN, CESAR;
LEE, CHRIS;
SONG, WEIXIN DAVID y
SANG, YIJUN

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 985 976 T3

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

DESCRIPCIÓN

Tablero que comprende almidón pregelatinizado soluble en agua fría

5 Referencia cruzada a la solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos número 61/717.588, presentada el 23 de octubre de 2012, de la solicitud de patente no provisional de los Estados Unidos número 13/835.002, presentada el 15 de marzo de 2013, y de la solicitud de continuación parcial de los Estados Unidos número 14/044.582, presentada el 2 de octubre de 2013.

Antecedentes de la invención

El yeso fraguado (es decir, el sulfato de calcio dihidratado) es un material bien conocido que se usa en muchos productos, que incluyen paneles y otros productos para la construcción y remodelación de edificios. Uno de estos paneles (a menudo denominado panel de yeso) tiene la forma de un núcleo de yeso fraguado intercalado entre dos láminas de cubierta (por ejemplo, panel con revestimiento de papel) y se usa comúnmente en la construcción de tableros de yeso laminado de paredes interiores y techos de edificios. Pueden incluirse una o más capas densas, a menudo denominadas "capas de acabado" a ambos lados del núcleo, usualmente en la interfase del núcleo de papel.

Durante la fabricación de la placa, se mezclan estuco (es decir, yeso calcinado en forma de sulfato de calcio hemihidratado y/o anhídrido de sulfato de calcio), agua y otros ingredientes según corresponda, típicamente, en un mezclador de varilla, como el término se usa en la técnica. Se forma una suspensión acuosa y se descarga desde el mezclador a un transportador en movimiento que lleva una lámina de cubierta con una de las capas acabado (si está presente) ya aplicada (a menudo aguas arriba del mezclador). La suspensión acuosa se extiende sobre el papel (con una capa de acabado opcionalmente incluida en el papel). Se aplica otra lámina de cubierta, con o sin capa de acabado, sobre la suspensión para formar la estructura de emparedado del grosor deseado con la ayuda, por ejemplo, de una placa moldeada o similar. La mezcla se funde y se deja endurecer para formar yeso fraguado (es decir, rehidratado) por reacción del yeso calcinado con agua para formar una matriz de yeso hidratado cristalino (es decir, sulfato de calcio dihidratado). Es la hidratación deseada del yeso calcinado lo que permite la formación de la matriz de enclavamiento de cristales de yeso fraguado, lo que imparte así resistencia a la estructura de yeso en el producto. Se requiere calor (por ejemplo, en un horno) para expulsar el agua libre restante (es decir, sin reaccionar) para producir un producto seco.

El exceso de agua que se expulsa representa una ineficiencia en el sistema. Se requiere un aporte de energía para eliminar el agua, y el proceso de fabricación se ralentiza para acomodar la etapa de secado. Sin embargo, reducir la cantidad de agua en el sistema ha demostrado ser muy difícil sin comprometer otros aspectos críticos del producto comercial, que incluyen el peso y la resistencia de la placa.

La solicitud de patente US 2010/075167 A1 enseña la fabricación de un tablero de yeso que comprende un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas de cubierta, comprendiendo el núcleo almidón pregelatinizado granular que tiene una solubilidad en agua fría de al menos el 70 %.

Se valorará que esta descripción de fondo se ha creado por los inventores para ayudar al lector, y no debe tomarse como referencia para la técnica anterior ni como una indicación de que alguno de los problemas indicados fue valorado en la técnica. Si bien los principios descritos pueden, en algunos aspectos y modalidades, aliviar los problemas inherentes a otros sistemas, se valorará que el alcance de la innovación protegida está definido por las reivindicaciones adjuntas, y no por la capacidad de la invención reivindicada para resolver problema específico mencionado en la presente descripción.

Breve resumen de la invención

La presente invención se refiere a un tablero según la reivindicación 1 y a un método para fabricar un tablero según la reivindicación 10. Todas las modalidades descritas en esta solicitud, que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones independientes, se indican aquí como modalidades ilustrativas que no están de acuerdo con la presente invención.

En un aspecto que no está de acuerdo con la presente invención, la presente solicitud proporciona un tablero que comprende un núcleo de yeso fraguado. El núcleo puede comprender una matriz cristalina de enclavamiento del yeso. El tablero puede disponerse entre dos láminas de cubierta (por ejemplo, formadas de papel). El núcleo de yeso fraguado se forma a partir de una suspensión acuosa que comprende agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado caracterizado por tener una viscosidad de "intervalo medio" (es decir, una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,7 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise)) cuando el almidón se somete a condiciones según el método VMA, como se establece en el Ejemplo 1 más abajo, con el almidón en agua en una cantidad de 15 % en peso del peso total del almidón y el agua. Por lo tanto, el método VMA se usa para determinar si el almidón exhibe la característica de viscosidad de intervalo medio

cuando se somete a las condiciones del método VMA. Esto no significa que el almidón deba añadirse a la suspensión acuosa de yeso en estas condiciones. Por el contrario, al añadir el almidón a la suspensión acuosa, puede estar en forma húmeda (en varias concentraciones de almidón en agua) o en forma seca, y no es necesario que esté completamente gelatinizado o de lo contrario bajo las condiciones establecidas en el método VMA, de acuerdo con modalidades de la invención. Como se usa en la presente descripción, "pregelatinizado" significa cualquier grado de gelatinización.

En otro aspecto no según la presente invención, la presente solicitud proporciona una suspensión acuosa que comprende agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de intervalo medio de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,7 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise) en donde la viscosidad se mide según el método VMA. La suspensión acuosa a veces se denomina "suspensión acuosa de yeso" ya que el yeso se forma en ella cuando el agua reacciona con el estuco. A medida que el estuco en la suspensión acuosa reacciona con el agua, comienza a formarse yeso, es decir, sulfato de calcio dihidratado. La suspensión acuosa puede usarse para fabricar tableros y otros productos de yeso.

En otro aspecto que no está de acuerdo con la presente invención, la presente solicitud proporciona un método para fabricar un tablero. El agua, el estuco y al menos un almidón pregelatinizado caracterizado por una viscosidad de intervalo medio de acuerdo con el método VMA se mezclan para formar una suspensión acuosa. El almidón puede añadirse en forma húmeda o seca. El almidón pregelatinizado no necesita estar completamente gelatinizado cuando se añade a la suspensión acuosa y no necesita estar en las condiciones establecidas en el método VMA. La suspensión acuosa se dispone entre una primera lámina de cubierta y una segunda lámina de cubierta para formar un ensamblaje húmedo que es un precursor del panel. Con respecto a esto, como se usa en la presente descripción "dispuesto entre" se entenderá que significa que la capa de acabado puede aplicarse o incluirse opcionalmente entre el núcleo y una o ambas láminas de cubierta de modo que se entenderá que una lámina de cubierta puede incluir la capa de acabado. El panel se corta para formar un tablero. El tablero se seca. Después del secado, puede tener lugar el dimensionamiento final (por ejemplo, el corte) y el procesamiento, según se desee. El almidón puede modificarse químicamente (en cualquier orden en relación con una etapa de pregelatinización) antes de su inclusión en la suspensión acuosa. El almidón pregelatinizado puede gelatinizarse parcialmente cuando se añade a la suspensión acuosa, y la gelatinización restante tiene lugar en la etapa de secado (p. ej., en un horno). El almidón se gelatiniza completamente en el horno.

En otro aspecto no según la presente invención, el compuesto para juntas comprende carbonato de calcio y al menos un almidón pregelatinizado, en donde el almidón tiene una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,7 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise), y en donde la viscosidad se mide según el método VMA. El compuesto para juntas comprende además yeso calcinado, agua y/o retardador de fraguado.

En otro aspecto no según la presente invención, el panel acústico comprende un componente acústico que comprende fibra y al menos un almidón pregelatinizado, en donde el almidón tiene una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,7 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise), en donde la viscosidad se mide según el método VMA, y en donde el panel tiene un coeficiente de reducción de ruido de al menos aproximadamente 0,5 según ASTM C 423-02. Las fibras pueden comprender lana mineral.

La invención proporciona un tablero que comprende un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas de cubierta, el núcleo formado a partir de una suspensión acuosa que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado, en donde el almidón tiene una solubilidad en agua fría mayor que aproximadamente 30 %, y en donde el núcleo de yeso fraguado tiene una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón que tiene una solubilidad en agua fría menor que aproximadamente 30 %.

En otro aspecto, la presente invención proporciona un método para hacer un tablero que comprende mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado para formar una suspensión acuosa, al colocar la suspensión acuosa entre una primera lámina de cubierta y una segunda lámina de cubierta para formar un ensamblaje húmedo, cortar el ensamblaje húmedo en un tablero y secar el tablero. El almidón tiene una solubilidad en agua fría mayor que aproximadamente 30 %, y el núcleo de yeso fraguado tiene una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón que tiene una solubilidad en agua fría menor que aproximadamente 30 %.

Se divulga además, pero no se reivindica, un método para hacer un almidón pregelatinizado que comprende mezclar al menos agua y almidón no pregelatinizado para hacer un almidón húmedo, disponer el almidón húmedo en un extrusor que tiene un troquel a una temperatura de aproximadamente 90 °C o más, y secar el almidón. El almidón pregelatinizado tiene una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un viscograma desarrollado a partir de un viscográfico, que ilustra la viscosidad del almidón en diferentes estados, donde el eje X es el tiempo y el eje Y superpone la fuerza de torsión (eje Y primario, a la izquierda) y la temperatura (eje Y secundario, a la derecha), de acuerdo con las modalidades de la invención.

La Figura 2 es un gráfico lineal que muestra la resistencia compresiva (eje Y) a una densidad especificada (eje X) para cubos del Ejemplo 13 de acuerdo con modalidades de la invención.

5 Descripción detallada de la invención

Las modalidades de la presente divulgación se basan, al menos en parte, en incluir en una suspensión acuosa de yeso un almidón pregelatinizado caracterizado por tener una viscosidad de “intervalo medio” (en modalidades ilustrativas, p. ej., de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,7 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise), según la presente invención, de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,3 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 300 centipoise)). Aunque la característica de viscosidad se determina a medida que el almidón se coloca bajo ciertas condiciones de acuerdo con la metodología VMA descrita en la presente descripción, se entenderá que el almidón pregelatinizado no necesita añadirse a la suspensión acuosa en estas condiciones. Sorprendente e inesperadamente, se ha encontrado que la inclusión del almidón pregelatinizado de viscosidad de intervalo medio confiere una combinación de beneficios significativos tales como con respecto a la eficiencia del almidón (p. ej., para que pueda usarse menos almidón), mejoras en la resistencia del producto y demanda de agua, p. ej., al unísono en algunas modalidades. Los beneficios que incluyen con respecto a la eficiencia del almidón, la demanda de agua y/o la resistencia representan una mejora considerable y un avance sobre los almidones que se sabe que se usan en suspensiones acuosas de yeso, tales como almidones no gelatinizados (sin cocer) o almidones pregelatinizados (cocidos) que tienen una viscosidad inferior a 0,02 Pa.s (20 centipoise), o superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise), medido según el método VMA. Estos descubrimientos imparten ventajas considerables, que incluyen, pero sin limitarse a, reducir el costo de la materia prima, mejorar la eficiencia de fabricación y mejorar la resistencia del producto, por ejemplo, al permitir un producto de menor peso con propiedades de resistencia suficientes.

Los almidones se clasifican como carbohidratos y contienen dos tipos de polisacáridos, particularmente, amilosa lineal y amilopectina ramificada. Los gránulos de almidón son semicristalinos, por ejemplo, como se ve bajo luz polarizada, y son insolubles a temperatura ambiente. La gelatinización es el proceso en el cual el almidón se coloca en agua y se calienta (“se cocina”) de modo que la estructura cristalina de los gránulos de almidón se funde y las moléculas de almidón se disuelven en agua de manera que resulte una buena dispersión. Se ha encontrado que, al transformar un gránulo de almidón en forma gelatinizada, inicialmente el gránulo de almidón proporciona poca viscosidad en el agua porque los gránulos de almidón son insolubles en agua. A medida que aumenta la temperatura, el gránulo de almidón se hincha y la estructura cristalina se funde a la temperatura de gelatinización. El pico de viscosidad es cuando el gránulo de almidón tiene un hinchamiento máximo. Un calentamiento adicional romperá los gránulos de almidón y disolverá las moléculas de almidón en agua, con una caída precipitada de la viscosidad. Después de enfriar, la molécula de almidón se volverá a asociar para formar una estructura de gel tridimensional, lo que aumenta la viscosidad debido a la estructura del gel. Ver, por ejemplo, la figura 1, que se discute en la presente descripción más abajo. Algunos almidones comerciales se venden en forma pregelatinizada, mientras que otros se venden en forma granular. De acuerdo con algunas modalidades de la presente invención, la forma granular comercial sufre al menos cierto grado de gelatinización de modo que se pregelatiniza antes de la adición a la suspensión acuosa de yeso (típicamente en un mezclador, por ejemplo, un mezclador de varilla).

Para lograr las viscosidades de intervalo medio deseadas, la molécula de almidón puede modificarse, p. ej., para hidrolizar enlaces glicosídicos entre unidades de glucosa para lograr el peso molecular deseado. Por ejemplo, tales modificaciones pueden incluir modificaciones ácidas, modificaciones enzimáticas y/u otros métodos. Por ejemplo, otros enfoques para lograr una baja viscosidad incluyen, por ejemplo, extrusión con energía mecánica o modificación de la molécula de almidón para incluir más unidades lineales de amilosa. Como ejemplo, en el caso de Tackidex K720, se logra baja viscosidad por extrusión con energía mecánica, más unidades de amilosa (-35 %) e hidroxipropilación. La modificación tiene lugar antes o después de que tenga lugar la gelatinización. En el caso de modificaciones enzimáticas, generalmente se prefiere que la modificación tenga lugar después de la etapa de gelatinización. La enzima convertidora de almidón más usada comúnmente es la α -amilasa (alfa-amilasa). La reacción de hidrólisis enzimática puede detenerse mediante ajuste del pH o por calentamiento. En el caso de modificaciones ácidas, generalmente se prefiere que la modificación tenga lugar antes de la gelatinización porque tiende a ser más eficiente y menos costosa. Para preparar almidones modificados con ácido, se valorará que la suspensión acuosa de almidón no modificado se pueda tratar con, por ejemplo, una pequeña cantidad de un ácido fuerte tal como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico o similares. Al ajustar el tiempo de reacción, puede modificarse el grado de despolimerización. Por ejemplo, cuando se logra la fluidez adecuada, por ejemplo, según se determina por los controles de laboratorio en proceso, se introduce un álcali suave para neutralizar el ácido y detener la hidrólisis. Por lo tanto, los almidones modificados con ácido pueden prepararse en diversos intervalos de fluidez. Además, los almidones modificados con ácido pueden usarse directamente después de la neutralización sin purificación adicional o pueden purificarse para eliminar sales. El uso final del almidón modificado con ácido puede determinar la conveniencia de la purificación. Por ejemplo, una composición de almidón modificado por ácido sulfúrico y neutralizada por hidróxido de calcio puede contener sulfato e iones de calcio que podrían añadirse a una suspensión acuosa de estuco y agua. Como el estuco ya tiene iones de sulfato y calcio, puede que no sea necesario purificar el almidón modificado con ácido sulfúrico antes de añadirlo a la suspensión. Por lo tanto, las consideraciones para determinar la

conveniencia de la purificación incluyen, por ejemplo, la identidad del ácido y la base alcalina y si es deseable añadir a la suspensión acuosa otros iones además de iones sulfato o calcio.

Los almidones pregelatinizados que exhiben la característica de viscosidad de intervalo medio proporcionan beneficios significativos a la resistencia del producto (p. ej., paneles de pared). Dado que el almidón contiene monómeros de glucosa que contienen tres grupos hidroxilo, el almidón proporciona muchos sitios para la unión de hidrógeno a los cristales de yeso. Si bien no desea estar sujeto a ninguna teoría en particular, se cree que el tamaño molecular del almidón pregelatinizado que exhibe la característica de viscosidad de intervalo medio permite una movilidad óptima de las moléculas de almidón para alinear las moléculas de almidón con los cristales de yeso para facilitar una buena unión del almidón a cristales de yeso para fortalecer la matriz de yeso cristalina resultante, por ejemplo, a través de enlaces de hidrógeno. Los almidones pregelatinizados que tienen viscosidades fuera del intervalo medio, que tendrían longitudes de cadena más largas y un peso molecular más alto (viscosidad que es demasiado alta) y longitudes de cadena más cortas y pesos moleculares más bajos (viscosidad que es demasiado baja), respectivamente, no proporcionan la misma combinación de beneficios. Se cree además que, con respecto a la eficiencia del almidón, cuando las moléculas de almidón se unen suficientemente a los cristales de yeso, el almidón adicional no añade un beneficio significativo porque los cristales ya están unidos, de manera que no hay más sitios de cristales de yeso para los que el almidón se adhiera o se una. En consecuencia, debido a la unión óptima entre los cristales de yeso y las moléculas de almidón pregelatinizadas de viscosidad de intervalo medio, en efecto, se mejora la resistencia de la matriz de yeso cristalino, y se requiere menos almidón para promover esa resistencia en comparación con los almidones convencionales.

El almidón pregelatinizado que presenta la característica de viscosidad de intervalo medio proporciona además ventajas con respecto a la demanda de agua. Añadir almidón a la suspensión acuosa de yeso requiere que se añada agua adicional a la suspensión acuosa de yeso para mantener el grado deseado de fluidez de la suspensión acuosa. Esto se debe a que el almidón aumenta la viscosidad y reduce la fluidez de la suspensión acuosa de yeso. Por lo tanto, el uso de almidón en sistemas convencionales ha dado como resultado un aumento en la demanda de agua, de modo que se requeriría aún más exceso de agua en la suspensión acuosa de yeso. Sorprendente e inesperadamente, el almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad de intervalo medio demanda menos agua, de modo que se reduce el efecto sobre la demanda de agua en la suspensión acuosa de yeso, especialmente en comparación con los almidones convencionales. Además, debido a la eficacia del almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad de intervalo medio, de modo que puede usarse menos almidón, el impacto positivo en la demanda de agua puede ser aún más significativo de acuerdo con algunas modalidades de la invención. Esta menor demanda de agua proporciona eficiencias considerables durante la fabricación. Por ejemplo, el exceso de agua requiere un aporte de energía para el secado. La velocidad de la línea debe reducirse para acomodar el secado. Por lo tanto, al reducir la carga de agua en la suspensión de yeso, pueden verse menos recursos y costos de energía, así como tasas de producción más rápidas. En algunas modalidades, el aumento de la demanda de agua en una suspensión acuosa de yeso es menor que el aumento de la demanda de agua requerido por otros almidones tales como los almidones pregelatinizados que tienen una viscosidad superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise) (p. ej., aproximadamente 0,773 Pa.s (773 centipoise)).

Puede seleccionarse cualquier almidón adecuado siempre que pueda cumplir con la característica de viscosidad de intervalo medio, p. ej., mediante modificación o de otro modo. Como se usa en la presente descripción, "almidón" se refiere a una composición que incluye un componente de almidón. Como tal, el almidón puede ser 100 % almidón puro o puede tener otros componentes como los que se encuentran comúnmente en harinas tales como proteínas y fibra, siempre que el componente de almidón constituya al menos aproximadamente 75 % en peso de la composición de almidón. El almidón puede estar en forma de harina (por ejemplo, harina de maíz) que contiene almidón, tal como harina que tiene al menos aproximadamente 75 % de almidón en peso de la harina, por ejemplo, al menos aproximadamente 80 %, al menos aproximadamente 85 %, a al menos aproximadamente 90 %, al menos aproximadamente 95 %, etc.). A modo de ejemplo, y sin limitación alguna, el almidón puede estar en forma de harina de maíz que contiene almidón; almidón de maíz, tal como, por ejemplo, Clinton[®] 260 (ADM), Supercore[®] S23F (GPC), Amidon M-B 065R (Roquette); almidón de guisante, tal como, por ejemplo, almidón acetilado modificado con ácido, tal como Clearam LG 7015 (Roquette); almidón alquilado, tal como almidón hidroxietilado, tal como, por ejemplo, Clineo[®] 714 (ADM), Coatmaster[®] K57F (GPC), o almidón hidroxipropilado, tal como, por ejemplo, Tackidex[®] K720 (Roquette); así como almidón oxidado, tal como Clinton[®] 444 (ADM); o cualquier combinación de los mismos.

La suspensión acuosa de yeso normalmente se forma dentro de un mezclador de varilla. Sin embargo, el modo de introducción de ingredientes en el mezclador puede variar. Por ejemplo, pueden mezclarse previamente varias combinaciones de componentes antes de ingresar al mezclador, por ejemplo, pueden mezclarse previamente uno o más ingredientes secos y/o uno o más ingredientes húmedos. Por "añadido a la suspensión acuosa", como se usa en la presente descripción, se entenderá que los ingredientes pueden mezclarse previamente de cualquier manera adecuada antes de entrar en el mezclador donde la suspensión se forma como se establece en la presente descripción.

El almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad de intervalo medio puede incluirse en la suspensión acuosa de yeso en forma húmeda o seca. Si está en forma húmeda, el almidón puede incluirse en cualquier concentración adecuada y puede mezclarse previamente con otros ingredientes húmedos. Si bien la viscosidad se mide de acuerdo con el método de VMA establecido en el Ejemplo 1 mientras se encuentra en agua en una cantidad

de 15 % de almidón en peso del peso total de almidón y agua, esto no significa necesariamente que el almidón añadido a la suspensión acuosa esté completamente gelatinizado o de otro modo bajo las condiciones descritas en el método VMA, o que debe estar en una solución al 15 % de acuerdo con las modalidades de la presente invención. Más bien, la característica de viscosidad del almidón se caracteriza en estas condiciones particulares para determinar si el almidón cumple con el criterio de viscosidad y para permitir la comparación de la viscosidad característica de diferentes almidones en circunstancias normales.

Por lo tanto, como se usa en la presente descripción, “pregelatinizado” significa que el almidón tiene algún grado de gelatinización antes de incluirse en la suspensión acuosa de yeso. El almidón pregelatinizado puede gelatinizarse parcialmente cuando se incluye en la suspensión acuosa, pero se vuelve completamente gelatinizado cuando se expone a temperatura elevada, p. ej., en el horno para la etapa de secado para eliminar el exceso de agua. En algunas modalidades, el almidón pregelatinizado no está completamente gelatinizado, incluso al salir del horno, siempre que el almidón cumpla con la característica de viscosidad de intervalo medio cuando se encuentre en las condiciones de acuerdo con el método VMA.

El viscógrafo y calorimetría diferencial de barrido (DSC) son dos métodos diferentes para describir la gelatinización del almidón. El grado de gelatinización del almidón puede determinarse, por ejemplo, mediante un termograma a partir de DSC, por ejemplo, mediante el uso del área máxima (fusión del cristal) para el cálculo. Un viscograma (del viscógrafo) es menos deseable para determinar el grado de gelatinización parcial, pero es una buena herramienta para obtener datos como el cambio de viscosidad del almidón, el máximo de gelatinización, la temperatura de gelatinización, la gelificación, la viscosidad durante la retención, la viscosidad al final del enfriamiento, etc. Para el grado de gelatinización, las mediciones de DSC se realizan en presencia de exceso de agua, particularmente a 67 % en peso o más. Si el contenido de agua de la mezcla de almidón/agua es inferior a 67 %, la temperatura de gelatinización aumentará a medida que disminuya el contenido de agua. Es difícil derretir cristales de almidón cuando el agua disponible es limitada. Cuando el contenido de agua de la mezcla de almidón/agua alcanza 67 %, la temperatura de gelatinización se mantendrá constante sin importar la cantidad de agua que se añada a la mezcla de almidón/agua. La temperatura de inicio de la gelatinización indica la temperatura inicial de gelatinización. La temperatura final de la gelatinización indica la temperatura final de gelatinización. La entalpía de gelatinización representa la cantidad de estructura cristalina derretida durante la gelatinización. Al usar la entalpía de un termograma de DSC de almidón, puede indicarse el grado de gelatinización.

Los diferentes almidones tienen diferentes temperaturas de inicio de gelatinización, temperaturas finales y entalpía de gelatinización. Por lo tanto, diferentes almidones pueden gelatinizarse completamente a diferentes temperaturas. Se entenderá que un almidón está completamente gelatinizado cuando el almidón se calienta más allá de la temperatura final de gelatinización en exceso de agua. Además, para cualquier almidón particular, si el almidón se calienta por debajo de la temperatura final de gelatinización, el almidón estará parcialmente gelatinizado. Por lo tanto, se producirá una gelatinización parcial y no completa cuando el almidón en presencia de exceso de agua se calienta por debajo de la temperatura final de gelatinización, por ejemplo, según se determina por DSC. La gelatinización completa ocurrirá cuando el almidón en presencia de exceso de agua se caliente por encima de la temperatura final de gelatinización, por ejemplo, según se determina por DSC. El grado de gelatinización puede ajustarse de diferentes maneras, como, por ejemplo, mediante calentamiento del almidón por debajo de la temperatura final de gelatinización para formar una gelatinización parcial. Por ejemplo, si la entalpía para gelatinizar completamente un almidón es de 4 J/g, cuando la DSC muestra que la entalpía de gelatinización del almidón es solo de 2 J/g, esto significa que el 50 % del almidón se ha gelatinizado. El almidón completamente gelatinizado no tendría el pico de gelatinización del termograma de DSC (entalpía = 0 J/g) cuando se mide por DSC.

Como se señaló, el grado de gelatinización puede ser cualquier cantidad adecuada, como aproximadamente 50 % o más, etc. Sin embargo, los grados más pequeños de gelatinización se aproximarán más al almidón granular y pueden no aprovechar al máximo la mejora de la resistencia, mejor (más completa) dispersión, y/o reducción de la demanda de agua de algunas modalidades de la invención. Por lo tanto, en algunas modalidades, se prefiere que haya un mayor grado de gelatinización, por ejemplo, al menos aproximadamente 60 %, al menos aproximadamente 70 %, al menos aproximadamente 80 %, al menos aproximadamente 90 %, al menos aproximadamente 95 %, al menos aproximadamente 97 %, al menos aproximadamente 99 % o gelatinización completa (100 %). El almidón con menor grado de gelatinización puede añadirse a la suspensión acuosa con gelatinización adicional (por ejemplo, al 100 %) que tiene lugar en el horno. Para fines de adición a la suspensión acuosa, por “completamente gelatinizado”, se entenderá que el almidón está suficientemente cocido a su temperatura de gelatinización o por encima de esta o para, de otra manera, lograr una gelatinización completa como puede verse de las técnicas de DSC. Aunque puede esperarse un pequeño grado de retrogradación al enfriarse, el almidón todavía se entenderá como “completamente gelatinizado” para su adición a la suspensión acuosa de yeso en algunas modalidades, como reconocerá un experto en la técnica. En contraste, para los propósitos del método VMA discutido en la presente descripción, tal retrogradación no se acepta al realizar la medición de la viscosidad.

En algunas modalidades ilustrativas que no están de acuerdo con la presente invención, la viscosidad de intervalo medio del almidón pregelatinizado puede ser de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,7 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise), tal como de 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,5 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise), o de aproximadamente 0,03 Pa.s a aproximadamente

ES 2 985 976 T3

0,2 Pa.s (de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 200 centipoise). La viscosidad del almidón pregelatinizado cuando se prueba bajo el método VMA puede ser, p. ej., como se enumera en las Tablas 1A, 1B y 1C más abajo. En las tablas, una "X" representa el intervalo "de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]". Los valores indicados representan la viscosidad del almidón pregelatinizado en Pa.s (centipoise). Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa "aproximadamente" ese valor. Por ejemplo, la primera "X" en la Tabla 1A es el intervalo "aproximadamente 0,02 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise) a aproximadamente 0,025 Pa.s (aproximadamente 25 centipoise)". Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

10 Tabla 1A

		Punto de inicio para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)											
		0,02 (20)	0,025 (25)	0,03 (30)	0,035 (35)	0,04 (40)	0,045 (45)	0,05 (50)	0,055 (55)	0,06 (60)	0,065 (65)	0,07 (70)	0,075 (75)
15		X											
20	0,025 (25)	X											
25	0,03 (30)	X	X										
30	0,035 (35)	X	X	X									
35	0,04 (40)	X	X	X	X								
40	0,045 (45)	X	X	X	X	X							
45	0,05 (50)	X	X	X	X	X	X						
50	0,055 (55)	X	X	X	X	X	X	X					
55	0,06 (60)	X	X	X	X	X	X	X	X				
60	0,065 (65)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
65	0,075 (70)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	0,075 (75)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	0,1 (100)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,12 (125)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,15 (150)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,175 (175)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,2 (200)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,225 (225)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,25 (250)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ES 2 985 976 T3

5	0,275 (275)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,3 (300)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	0,325 (325)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,35 (350)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	0,375 (375)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,4 (400)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	0,425 (425)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,45 (450)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	0,475 (475)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,5 (500)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30	0,525 (525)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,55 (550)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
35	0,575 (575)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,6 (600)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
40	0,625 (625)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,65 (650)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
45	0,675 (675)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,7 (700)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50													
55													

60 Tabla 1B

65

ES 2 985 976 T3

Punto de inicio para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)													
		0,1 (100)	0,125 (125)	0,15 (150)	0,175 (175)	0,2 (200)	0,225 (225)	0,25 (250)	0,275 (275)	0,3 (300)	0,325 (325)	0,35 (350)	0,375 (375)
5	0,125 (125)	X											
10	0,15 (150)	X	X										
15	0,175 (175)	X	X	X									
	0,2 (200)	X	X	X	X								
20	0,225 (225)	X	X	X	X	X							
	0,25 (250)	X	X	X	X	X	X						
25	0,275 (275)	X	X	X	X	X	X	X					
	0,3 (300)	X	X	X	X	X	X	X	X				
30	0,325 (325)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	0,35 (350)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
35	0,375 (375)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
40	0,4 (400)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,425 (425)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
45	0,45 (450)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	,475 (475)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50	0,5 (500)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,525 (525)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
55	0,55 (550)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60	0,575 (575)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

65

ES 2 985 976 T3

5	0,6 (600)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,625 (625)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	0,65 (650)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0,675 (675)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	0,7 (700)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1C

Punto de inicio para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)													
		0,4 (400)	0,425 (425)	0,45 (450)	0,475 (475)	0,5 (500)	0,525 (525)	0,55 (550)	0,575 (575)	0,6 (600)	0,625 (625)	0,65 (650)	0,675 (675)
25	0,425 (425)	X											
30	0,45 (450)	X	X										
35	0,475 (475)	X	X	X									
40	0,5 (500)	X	X	X	X								
	0,525 (525)	X	X	X	X	X							
	0,55 (550)	X	X	X	X	X	X						
45	0,575 (575)	X	X	X	X	X	X	X					
50	0,6 (600)	X	X	X	X	X	X	X	X				
	0,625 (625)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
55	0,65 (650)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	0,675 (675)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
60	0,7 (700)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Por lo tanto, la viscosidad del almidón pregelatinizado puede tener un intervalo entre y que incluye cualquiera de los puntos finales mencionados anteriormente establecidos en las Tablas 1A, 1B o 1C.

ES 2 985 976 T3

El almidón pregelatinizado que tiene las características de viscosidad de intervalo medio puede incluirse en la suspensión acuosa en una cantidad relativamente baja (sólidos /base de sólidos) y aún logra una mejora significativa de la resistencia en el tablero. El almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad de intervalo medio se incluye en la suspensión acuosa de yeso en una cantidad que es de aproximadamente 5 % o menos en peso del estuco (p. ej., de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 %) o incluso menos, tal como aproximadamente 3 % o menos en peso del estuco. Por ejemplo, el almidón pregelatinizado se puede incluir en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 4 % en peso del estuco, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 3 %, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 2 %, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 1,5 %, etc. Se ha descubierto que aumentar la cantidad de almidón con viscosidad de intervalo medio en la suspensión acuosa más allá de estos intervalos no mejora la resistencia de manera tan eficiente, ya que los niveles de resistencia pueden estancarse un poco tras la adición de incluso más almidón en algunas modalidades. Sin embargo, si se desea, se pueden utilizar mayores cantidades de almidón, especialmente si se acepta la disminución de la resistencia. Por ejemplo, aunque no resulta preferido, en algunas modalidades, se pueden usar cantidades de almidón superiores a aproximadamente el 5 %, p. ej., de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 10 % en peso del estuco.

La cantidad de almidón pregelatinizado puede ser, por ejemplo, como se enumera en las Tablas 2A y 2B más abajo. En la tabla, una "X" representa el intervalo "de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]". Los valores indicados representan la cantidad de almidón como porcentaje en peso del estuco. Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa "aproximadamente" ese valor. Por ejemplo, la primera "X" es el intervalo "de aproximadamente 0,1 % de almidón en peso del estuco, a aproximadamente 0,25 % de almidón en peso del estuco". Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

Tabla 2A

		Punto de inicio para el intervalo de almidón (% en peso)													
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,5
Punto final para el intervalo de almidón (% en peso)	0,25	X													
	0,5	X	X												
	0,75	X	X	X											
	1,0	X	X	X	X										
	1,25	X	X	X	X	X									
	1,5	X	X	X	X	X	X								
	1,75	X	X	X	X	X	X	X							
	2,0	X	X	X	X	X	X	X	X						
	2,25	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	2,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	2,75	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	3,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	3,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	4,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
8,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
8,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Tabla 2B

		Punto de inicio para el intervalo de almidón (% en peso)											
		4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Punto final para el intervalo de almidón (% en peso)	5												
	10	X											
	15	X	X										
	20	X	X	X									
	25	X	X	X	X								
	30	X	X	X	X	X							
	35	X	X	X	X	X	X						
	40	X	X	X	X	X	X	X					
	45	X	X	X	X	X	X	X	X				
	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	55	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
65	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Por lo tanto, la cantidad del almidón pregelatinizado puede tener un intervalo entre y que incluye cualquiera de los puntos finales mencionados anteriormente establecidos en las Tablas 2A o 2B.

Los almidones pregelatinizados que tienen la característica de viscosidad de intervalo medio deseada pueden combinarse con otros almidones. Por ejemplo, los almidones pregelatinizados que exhiben la característica deseada de viscosidad de intervalo medio pueden combinarse con otros almidones para mejorar tanto la resistencia del núcleo como la unión del núcleo con papel, particularmente si se acepta algún aumento en la demanda de agua. Por lo tanto, la suspensión acuosa de yeso puede incluir uno o más almidones pregelatinizados que tienen la característica de viscosidad de intervalo medio, así como también, uno o más otros tipos de almidones. Otros almidones pueden incluir, por ejemplo, almidones pregelatinizados que tienen una viscosidad inferior a 0,02 Pa.s (20 centipoise) y/o superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise). Un ejemplo es el almidón de maíz pregelatinizado (p. ej., que tiene una viscosidad superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise), tal como aproximadamente 0,773 Pa.s (aproximadamente 773 centipoise)). Los otros almidones pueden además estar en forma de, por ejemplo, almidones no pregelatinizados, tales como almidones modificados con ácido, así como también, almidones alquilados, por ejemplo, almidones etilados, que no están gelatinizados, etc. La combinación de almidones puede premezclarse (por ejemplo, en una mezcla seca, opcionalmente con otros componentes como el estuco, etc., o en una mezcla húmeda con otros ingredientes húmedos) antes de la adición a la suspensión acuosa de yeso, o pueden incluirse en la suspensión acuosa de yeso una cada vez, o cualquier variación de lo mismo. Puede incluirse cualquier proporción adecuada de almidón pregelatinizado que tenga la característica de viscosidad de intervalo medio y otro almidón. Por ejemplo, el contenido de almidón del almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad de intervalo medio como un porcentaje del contenido de almidón total a añadir a la suspensión acuosa de yeso puede ser, por ejemplo, al menos aproximadamente 10 % en peso, tal como al menos aproximadamente 20 %, al menos aproximadamente 30 %, al menos aproximadamente 40 %, al menos aproximadamente 50 %, al menos aproximadamente 60 %, al menos aproximadamente 70 %, al menos aproximadamente 80 %, al menos aproximadamente 90 %, al menos aproximadamente 95 %, al menos aproximadamente 99 %, al menos aproximadamente 100 %, o cualquier intervalo intermedio). En modalidades ilustrativas, la relación de almidón pregelatinizado que tiene la viscosidad de intervalo medio característica de otro almidón puede ser aproximadamente 25:75, aproximadamente 30:70, aproximadamente 35:65, aproximadamente 50:50, aproximadamente 65:35, aproximadamente 70:30, alrededor de 75:25, etc.

Según la presente invención, la invención incluye un almidón pregelatinizado que tiene una solubilidad en agua fría. La pregelatinización, un proceso que hace que el almidón sea soluble en agua fría, generalmente requiere la cocción

del almidón en una cantidad excesiva de agua. En ciertos casos, no es deseable preparar almidones pregelatinizados mediante este método. Según la presente invención, la extrusión, una combinación de calentamiento y cizallamiento mecánico, es un método energéticamente eficiente que se usa para producir almidón pregelatinizado con un bajo contenido de humedad. La extrusión de almidones genera almidones pregelatinizados extruidos que son solubles en agua fría. La solubilidad en agua fría se define por tener cualquier cantidad de solubilidad en agua a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C). Se descubrió que los almidones que muestran solubilidad en agua fría pueden proporcionar beneficios significativos a la resistencia de los productos de yeso (p. ej., paneles de pared). Los almidones solubles en agua fría de la presente invención tienen una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 % y, cuando se añaden a un núcleo de yeso endurecido, pueden aumentar la resistencia del núcleo de yeso. La solubilidad del almidón pregelatinizado en agua se define como la cantidad de almidón que se disuelve en agua a temperatura ambiente dividido por la cantidad total de almidón y se puede medir usando el método del Ejemplo 14.

En algunas modalidades, la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado extruido es de aproximadamente 30 % a aproximadamente 75 %. En otras modalidades, la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado extruido es de aproximadamente 50 % a aproximadamente 75 %. En algunas modalidades de la invención, la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado extruido puede ser, p. ej., como se enumera en la Tabla 2C. En la tabla, una "X" representa el intervalo "de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]". Los valores indicados representan la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado extruido (Tabla 2C). Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa "aproximadamente" ese valor. Por ejemplo, la primera "X" en la Tabla 2C es el intervalo "de aproximadamente 30 % a aproximadamente 35 %". Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

Tabla 2C

		Punto de inicio para el intervalo de solubilidad en agua fría (%)													
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Punto final para el intervalo de solubilidad en agua fría (%)	35	X													
	40	X	X												
	45	X	X	X											
	50	X	X	X	X										
	55	X	X	X	X	X									
	60	X	X	X	X	X	X								
	65	X	X	X	X	X	X	X							
	70	X	X	X	X	X	X	X	X						
	75	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	80	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	85	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	90	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
95	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Sin desear quedar ligado a teoría alguna en particular, se cree que una combinación de energía mecánica y térmica durante la extrusión es responsable de la solubilidad en agua fría del almidón. Se cree que cuando el almidón se somete a extrusión, los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de almidón se rompen. Cuando el almidón extruido se disuelve en agua, el almidón forma enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua. Tras el proceso de pregelatinización, las moléculas de almidón pregelatinizado extruido son libres de formar enlaces de hidrógeno con los cristales de yeso, lo que confiere una mayor resistencia al producto de yeso. Por consiguiente, dado que los

almidones que presentan solubilidad en agua fría mejoran la resistencia de los paneles de pared de yeso, se requiere menos almidón en comparación con los almidones convencionales.

5 Los almidones pregelatinizados extruidos solubles en agua de la presente invención tienen una viscosidad en agua fría según el método del ensayo de viscosidad en agua fría (CWVA) (véase el Ejemplo 16), de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,3 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 300 centipoise). Los almidones pregelatinizados que tienen el intervalo de viscosidad de la presente invención demandan menos agua, de modo que se reduce el efecto sobre la demanda de agua en las suspensiones acuosas de yeso. En algunas
10 modalidades de la invención, la viscosidad del almidón pregelatinizado puede ser, p. ej., como se enumera en la Tabla 2D. En la tabla, una "X" representa el intervalo "de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]". Los valores indicados representan la viscosidad del almidón pregelatinizado (Tabla 2D). Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa "aproximadamente" ese valor. Por ejemplo, la primera "X" en la Tabla 2D es el intervalo "de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,04 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente
15 40 centipoise)". Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

Tabla 2D

		Punto de inicio para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)													
		0,02 (20)	0,04 (40)	0,06 (60)	0,08 (80)	0,1 (100)	0,12 (120)	0,14 (140)	0,16 (160)	0,18 (180)	0,2 (200)	0,22 (220)	0,24 (240)	0,26 (260)	0,28 (280)
20															
25	0,04 (40)	X													
	0,06 (60)	X	X												
30	0,08 (80)	X	X	X											
	0,1 (100)	X	X	X	X										
35	0,12 (120)	X	X	X	X	X									
	0,14 (140)	X	X	X	X	X	X								
40	0,16 (160)	X	X	X	X	X	X	X							
45	0,18 (180)	X	X	X	X	X	X	X	X						
	0,2 (200)	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
50	0,22 (220)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	0,24 (240)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
55	0,26 (260)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	0,28 (280)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
60	0,3 (300)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
65															

se divulga además, pero no se reivindica, un método para preparar un almidón pregelatinizado extruido que tiene una solubilidad en agua fría. Un almidón pregelatinizado extruido se prepara mezclando al menos agua y almidón para obtener un almidón húmedo, extruyendo el almidón húmedo a través de un extrusor y secando el almidón. Un extrusor es una máquina que se usa generalmente para fundir y procesar polímeros. El almidón de la presente invención se pregelatiniza en un extrusor tal como un extrusor de doble husillo Wenger TX 52. En general, un extrusor comprende una tolva de alimentación para suministrar el material de alimentación, un preacondicionador que comprende camisas térmicas para acondicionar el polímero con plastificante (p. ej., agua), un cabezal modular de extrusor que comprende zonas de calentamiento y un ensamblaje de troquel. El ensamblaje de troquel generalmente comprende una placa, un espaciador y un cabezal de troquel. Para la presente invención, el almidón y el agua se mezclan previamente y se alimentan en el extrusor. En algunas realizaciones, puede añadirse agua adicional a la extrusora. Durante la extrusión, una combinación de elementos de calentamiento y cizallamiento mecánico funde y pregelatiniza el almidón. Después de la extrusión, el almidón pregelatinizado se seca hasta un contenido de humedad suficiente y luego se muele hasta obtener un polvo. Si bien el troquel del extrusor puede tener cualquier temperatura suficiente, la temperatura del troquel generalmente supera la temperatura de fusión de los cristales de almidón. En las modalidades de la invención, la temperatura del extrusor puede ser, p. ej., como se enumera en la Tabla 2E. En la tabla, una "X" representa el intervalo "de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]". Los valores indicados representan la temperatura del extrusor (Tabla 2E). Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa "aproximadamente" ese valor. Por ejemplo, la primera "X" en la Tabla 2E es el intervalo "de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 100 °C". Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

Tabla 2E

25
30
35
40
45
50
55
60
65

		Punto de inicio para el intervalo de temperatura del extrusor (°C)																
		90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
Punto final para el intervalo de temperatura del extrusor (°C)	100	X																
	110	X	X															
	120	X	X	X														
	130	X	X	X	X													
	140	X	X	X	X	X												
	150	X	X	X	X	X	X											
	160	X	X	X	X	X	X	X										
	170	X	X	X	X	X	X	X	X									
	180	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
	190	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
	200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	210	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	220	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	230	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	240	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	250	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

El contenido de agua del almidón húmedo durante la extrusión también es un parámetro importante para la solubilidad en agua fría. El almidón húmedo puede tener cualquier contenido de agua, pero generalmente tiene un contenido de agua inferior a aproximadamente 25 %. En algunas modalidades, el almidón húmedo tiene un contenido de agua de aproximadamente 12 % a aproximadamente 25 %. Se descubrió que cuando un almidón tiene un contenido de humedad más bajo, el proceso de extrusión produce un almidón pregelatinizado con mayor solubilidad en agua fría. Sin desear quedar ligado a teoría alguna en particular, se cree que la presencia de menos agua produce una mayor fricción durante la extrusión. El aumento de la fricción puede aumentar la interrupción de los enlaces de autohidrógeno en el almidón. El almidón pregelatinizado producido por extrusión usando un almidón con un contenido de agua inferior a aproximadamente 25 % puede tener una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %. En las modalidades de la invención, el contenido de agua del almidón húmedo puede ser, p. ej., como se enumera en la Tabla 2F. En la tabla, una "X" representa el intervalo "de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]". Los valores indicados representan el contenido de humedad (%) del almidón húmedo en peso de estuco (Tabla 2F). Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa "aproximadamente" ese valor. Por ejemplo, la primera "X" en la Tabla 2F es el intervalo "de aproximadamente 12 % a aproximadamente 13 %". Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

Tabla 2F

		Punto de inicio para el intervalo de contenido de agua (%)													
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Punto final para el intervalo de contenido de agua (%)	13	X													
	14	X	X												
	15	X	X	X											
	16	X	X	X	X										
	17	X	X	X	X	X									
	18	X	X	X	X	X	X								
	19	X	X	X	X	X	X	X							
	20	X	X	X	X	X	X	X	X						
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

En otro aspecto más, la presente invención proporciona un método para preparar un panel de pared que comprende un núcleo que comprende un almidón pregelatinizado que tiene una solubilidad en agua fría. El agua, el estuco y al menos un almidón pregelatinizado que tiene una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 % se mezclan para formar una suspensión acuosa. El almidón se puede preparar de cualquier manera adecuada, tal como las descritas en el presente documento. El almidón que tiene solubilidad en agua fría se puede incluir en la suspensión acuosa de estuco en las cantidades descritas en el presente documento. En algunas modalidades, el almidón soluble en agua fría se incluye en la suspensión acuosa de estuco en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 % en peso de estuco. El almidón pregelatinizado de la presente invención se puede añadir en forma húmeda o seca, pero se añade preferiblemente como un polvo seco. El tamaño de partícula del almidón soluble en agua fría puede ser de cualquier tamaño. En algunas modalidades, el tamaño de partícula es de aproximadamente 100 micrómetros a aproximadamente 400 micrómetros. En las modalidades de la invención, el tamaño de partícula del almidón pregelatinizado puede ser, p. ej., como se enumera en la Tabla 2G. En la tabla, una "X" representa el

intervalo “de aproximadamente [valor correspondiente en la fila superior] a aproximadamente [valor correspondiente en la columna más a la izquierda]”. Los valores indicados representan el tamaño de partícula del almidón pregelatinizado (Tabla 2G). Para facilidad de la presentación, se entenderá que cada valor representa “aproximadamente” ese valor. Por ejemplo, la primera “X” en la Tabla 2G es el intervalo “de aproximadamente 100 micrómetros a aproximadamente 125 micrómetros”. Los intervalos de la tabla están entre e incluyen los puntos de inicio y finalización.

Tabla 2G

		Punto de inicio para el intervalo de tamaño de partícula (micrómetros)											
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
Punto final para el intervalo de tamaño de partícula (micrómetros)	125	X											
	150	X	X										
	175	X	X	X									
	200	X	X	X	X								
	225	X	X	X	X	X							
	250	X	X	X	X	X	X						
	275	X	X	X	X	X	X	X					
	300	X	X	X	X	X	X	X	X				
	325	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	350	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	375	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	400	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

El polvo de almidón pregelatinizado se puede añadir a los ingredientes secos durante la fabricación de la suspensión acuosa de estuco. La suspensión acuosa se dispone entre una primera lámina de cubierta y una segunda lámina de cubierta para formar un ensamblaje húmedo que es un precursor del panel. La suspensión acuosa comprende agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado; teniendo el almidón una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %. El panel se corta para formar un tablero. El tablero se seca. Después del secado, puede tener lugar el dimensionamiento final (p. ej., el corte) y el procesamiento, según se desee. El almidón puede modificarse químicamente (en cualquier orden en relación con una etapa de pregelatinización) de acuerdo con algunas modalidades antes de su inclusión en la suspensión acuosa. El panel de pared de la presente invención comprende un núcleo de yeso fraguado que tiene una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado fabricado sin almidón.

Adicionalmente al componente de almidón, la suspensión acuosa se formula para incluir agua, estuco, agente espumante (a veces denominado simplemente “espuma”) y otros aditivos, según se desee. El estuco puede estar en forma de sulfato de calcio alfa hemihidrato, sulfato de calcio beta hemihidrato y/o anhídrita de sulfato de calcio. El estuco puede ser fibroso o no fibroso. El agente espumante puede incluirse para formar una distribución de huecos con aire dentro de la matriz cristalina continua del yeso fraguado. En algunas modalidades, el agente espumante comprende una porción en peso mayor de componente inestable y una porción en peso menor de componente estable (por ejemplo, cuando se combinan inestable y mezcla de estable/inestable). La relación en peso de componente inestable con el componente estable es eficaz para formar una distribución de huecos con aire dentro del núcleo de yeso fraguado. Véanse, p. ej., las patentes de Estados Unidos N.º 5.643.510; 6.342.284; y 6.632.550. Se ha encontrado que la distribución de huecos adecuada y el grosor de la pared (independientemente) pueden ser eficaces para mejorar la resistencia, especialmente en tableros de baja densidad (p. ej., por debajo de aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³)). Véanse, p. ej., los documentos US 2007/0048490 y US 2008/0090068. Los huecos de agua por evaporación, que generalmente tienen huecos de aproximadamente 5 µm o menos de diámetro, contribuyen además a la distribución total de huecos junto con los huecos de aire (espuma) mencionados anteriormente. En algunas

modalidades, la relación de volumen de huecos con un tamaño de poro mayor de aproximadamente 5 micras con los huecos con un tamaño de poro de aproximadamente 5 micras o menos, es de aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 9:1, tal como, por ejemplo, aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 9:1, aproximadamente 0,8:1 a aproximadamente 9:1, aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 9:1, aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 9:1, aproximadamente 2,3:1 a aproximadamente 9:1, aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 6:1, aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 6:1, aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 6:1, aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 4:1, aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 4:1, aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 4:1, aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 2,3:1, aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 2,3:1, aproximadamente 0,8:1 a aproximadamente 2,3:1, aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 2,3:1, aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 2,3:1, etc. En algunas modalidades, el agente espumante está presente en la suspensión acuosa, por ejemplo, en una cantidad de menos de aproximadamente 0,5 % en peso del estuco, tal como aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,5 %, aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,4 %, aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,3 %, aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,2 %, aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,1 %, aproximadamente 0,02 % a aproximadamente 0,4 %, aproximadamente 0,02 % a aproximadamente 0,3 %, aproximadamente 0,02 % a aproximadamente 0,2 %, etc.

Pueden incluirse y son bien conocidos los aditivos tales como acelerador (p. ej., acelerador de yeso húmedo, acelerador resistente al calor, acelerador estabilizado con el clima) y retardador. Véanse, p. ej., las patentes de Estados Unidos N.º 3.573.947 y 6.409.825. En algunas modalidades donde se incluyen el acelerador y/o el retardador, el acelerador y/o el retardador pueden estar en la suspensión acuosa de yeso en una cantidad sobre la base de sólidos, por ejemplo, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 10 % en peso del estuco (por ejemplo, aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 10 %), tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 5 % en peso del estuco (por ejemplo, aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 %). Pueden incluirse otros aditivos que se deseen, por ejemplo, para impartir resistencia para permitir un producto de menor peso con suficiente resistencia, para evitar la deformación permanente, para promover la resistencia en verde, por ejemplo, cuando el producto se coloca en el transportador que viaja por una línea de fabricación, para promover resistencia al fuego, para promover la resistencia al agua, etc.

Por ejemplo, la suspensión acuosa puede incluir, opcionalmente, al menos un dispersante para mejorar la fluidez en algunas modalidades. Al igual que el almidón y otros ingredientes, los dispersantes pueden incluirse en forma seca con otros ingredientes secos y/o en forma líquida con otros ingredientes líquidos en la suspensión acuosa del núcleo. Los ejemplos de dispersantes incluyen naftalenosulfonatos, tales como ácido polinaftalenosulfónico y sus sales (polinaftalenosulfonatos) y derivados, que son productos de condensación de ácidos naftalenosulfónicos y formaldehído; así como dispersantes de policarboxilato, tales como éteres policarboxílicos, por ejemplo, dispersantes de tipo PCE211, PCE111, 1641, 1641F o PCE 2641, p. ej., dispersantes MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651F, MELFLUX 1641F, MELFLUX 2500L y COATEX Ethacryl M, disponible en Coatex, Inc.; y/o lignosulfonatos o lignina sulfonada. Los lignosulfonatos son polímeros de polielectrolitos aniónicos solubles en agua, subproductos de la producción de pulpa de madera mediante el uso de pulpa de sulfito. Un ejemplo de una lignina útil en la práctica de los principios de las modalidades de la presente invención es Marasperse C-21 disponible de Reed Lignin Inc.

Se prefieren generalmente los dispersantes de menor peso molecular. Los dispersantes de naftalenosulfonato de menor peso molecular se ven favorecidos porque tienden a una menor demanda de agua que los dispersantes de mayor viscosidad y mayor peso molecular. Por lo tanto, se prefieren pesos moleculares de aproximadamente 3000 a aproximadamente 10 000 (por ejemplo, de aproximadamente 8000 a aproximadamente 10 000). Como otra ilustración, para los dispersantes de tipo PCE211, en algunas modalidades, el peso molecular puede ser de aproximadamente 20 000 a aproximadamente 60 000, que exhiben menos retardo que los dispersantes que tienen un peso molecular superior a 60 000.

Un ejemplo de un naftalenosulfonato es DILOFLO, disponible en GEO Specialty Chemicals. DILOFLO es una solución de naftalenosulfonato al 45 % en agua, aunque otras soluciones acuosas, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 35 % a aproximadamente 55 % en peso, también están fácilmente disponibles. Los naftalenosulfonatos pueden usarse en forma sólida, seca o en polvo, como LOMAR D, disponible de GEO Specialty Chemicals, por ejemplo. Otro naftalenosulfonato ilustrativo es DAXAD, disponible de Hampshire Chemical Corp.

Si está incluido, el dispersante puede incluirse en cualquier cantidad adecuada (sólidos/sólidos), tal como, por ejemplo, aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 % en peso del estuco, p. ej., aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 4 %, aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 3 %, aproximadamente 0,2 % a aproximadamente 3 %, aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 %, aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 2,5 %, aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 2 %, aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 1,5 %, etc.

Pueden incluirse además uno o más compuestos que contienen fosfato, opcionalmente, en la suspensión acuosa, si se desea. Por ejemplo, los componentes que contienen fosfato útiles en algunas modalidades incluyen componentes solubles en agua y pueden estar en forma de un ion, una sal o un ácido, a saber, ácidos fosfóricos condensados, cada uno de los cuales comprende dos o más unidades de ácido fosfórico; sales o iones de fosfatos condensados, cada uno de los cuales comprende dos o más unidades de fosfato; y sales monobásicas o iones monovalentes de

ortofosfatos, así como sal de polifosfato acíclico soluble en agua. Véanse, p. ej., las patentes de Estados Unidos N.º 6.342.284; 6.632.550; 6.815.049; y 6.822.033.

Las composiciones de fosfato de acuerdo con algunas modalidades de la invención, pueden mejorar la resistencia en verde, la resistencia a la deformación permanente (p. ej., pandeo), la estabilidad dimensional, etc. Pueden usarse compuestos de trimetafosfato, que incluyen, por ejemplo, trimetafosfato de sodio, trimetafosfato de potasio, trimetafosfato de litio y trimetafosfato de amonio. Se prefiere el trimetafosfato de sodio (STMP), aunque pueden ser adecuados otros fosfatos, que incluyen por ejemplo tetrametafosfato de sodio, hexametafosfato de sodio que tiene de aproximadamente 6 a aproximadamente 27 unidades de fosfato repetitivas y que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde $n = 6-27$, pirofosfato de tetrapotasio que tiene la fórmula molecular $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, tripolifosfato de dipotasio trisódico que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_3\text{K}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$, tripolifosfato de sodio que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, pirofosfato tetrasódico que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, trimetafosfato de aluminio que tiene la fórmula molecular $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$, pirofosfato ácido de sodio que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, polifosfato de amonio que tiene 1000-3000 unidades repetidas de fosfato y que tiene la fórmula molecular $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde $n = 1000-3000$, o ácido polifosfórico que tiene dos o más unidades repetitivas de ácido fosfórico y que tiene la fórmula molecular $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde n es dos o más.

El fosfato puede incluirse en forma seca o en una forma en agua (p. ej., una solución de fosfato de aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 %, tal como una solución de aproximadamente 10 %). Si se incluye, el fosfato puede estar en cualquier cantidad adecuada (sólidos/base de sólidos), tal como de aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,5 % en peso del estuco, por ejemplo, de aproximadamente 0,03 % a aproximadamente 0,4 %, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 0,3 %, o de aproximadamente 0,12 % a aproximadamente 0,4 % en peso del estuco.

También se pueden incluir opcionalmente aditivos adecuados para productos resistentes al fuego y/o resistentes al agua, incluyendo, p. ej., siloxanos (resistencia al agua); fibra; aditivos disipadores de calor, tales como trihidrato de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio o similares; y/o partículas de alta expansión (p. ej., expansibles hasta aproximadamente 300 % o más del volumen original cuando se calientan durante aproximadamente una hora a 1560 °F (849 °C)). Véase, p. ej., la solicitud de Estados Unidos en tramitación de titularidad compartida núm. 13/400.010 (presentada el 17 de febrero de 2012) para obtener una descripción de estos y otros ingredientes. En algunas modalidades, se incluye vermiculita de alta expansión, aunque pueden incluirse otros materiales resistentes al fuego. El tablero de algún producto relacionado con el fuego según la invención puede tener un índice de aislamiento térmico (TI) de aproximadamente 17 minutos o más, p. ej., aproximadamente 20 minutos o más, aproximadamente 30 minutos o más, aproximadamente 45 minutos o más, aproximadamente 60 minutos o más, etc.; y/o una contracción a alta temperatura (a temperaturas de aproximadamente 1560 °F (849 °C)) de menos de aproximadamente 10 % en las direcciones x-y y una expansión en la dirección z de más de aproximadamente 20 %. Los aditivos de resistencia al fuego o al agua pueden incluirse en cualquier cantidad adecuada según se desee en dependencia, por ejemplo, de la clasificación de resistencia al fuego, etc. Por ejemplo, si se incluyen, los aditivos de resistencia al fuego o al agua pueden estar en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 10 % en peso del estuco, tal como de aproximadamente 1 % a aproximadamente 10 %, de aproximadamente 1 % a aproximadamente 8 %, de aproximadamente 2 % a aproximadamente 10 %, de aproximadamente 2 % a aproximadamente 8 % en peso de estuco, etc.

Si se incluye, el siloxano, preferiblemente, se añade en forma de una emulsión. La suspensión acuosa se forma y se seca bajo condiciones que promueven la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. Puede añadirse a la suspensión acuosa de yeso un catalizador que promueva la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. En algunas modalidades, el fluido de metil hidrógeno siloxano sin disolvente vendido bajo el nombre SILRES BS 94 por Wacker-Chemie GmbH (Munich, Alemania) puede usarse como el siloxano. Este producto es un fluido de siloxano que no contiene agua ni disolventes. Se contempla que puede usarse de aproximadamente 0,3 % a aproximadamente 1,0 % del siloxano BS 94 en algunas modalidades, en base al peso de los ingredientes secos. Por ejemplo, en algunas modalidades, se prefiere usar de aproximadamente 0,4 % a aproximadamente 0,8 % del siloxano en base al peso de estuco seco.

La formulación de la suspensión acuosa puede hacerse con cualquier relación adecuada de agua/estuco, p. ej., aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,3. Sin embargo, debido a que los almidones pregelatinizados que tienen la característica de viscosidad de intervalo medio de la invención, reducen la cantidad de agua a añadir a la suspensión acuosa, requerida para acomodarlos, en comparación con otros almidones, la suspensión acuosa puede formularse con una inyección de relación agua/estuco que es más baja en algunas modalidades que lo que es convencional para otras suspensiones acuosas de yeso que contienen almidón, especialmente a peso/densidad bajos. Por ejemplo, en algunas modalidades, la relación agua/estuco puede ser de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,1, aproximadamente 0,4 a aproximadamente 0,9, aproximadamente 0,4 a aproximadamente 0,85, aproximadamente 0,45 a aproximadamente 0,85, aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,85, aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,8, aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,9, aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,85, aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,8, etc.

Las láminas de cubierta pueden formarse por cualquier material y peso base adecuados. Ventajosamente, el núcleo del tablero formado a partir de una suspensión acuosa que comprende almidón pregelatinizado caracterizado por una

viscosidad de intervalo medio proporciona suficiente resistencia en el tablero incluso con láminas de cubierta de menor peso base, tales como, por ejemplo, menos de 45 lbs/MSF (219,7 g/m²) (p. ej., aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m²) a 45 lbs/MSF (219,7 g/m²)) incluso para tableros de menor peso (p. ej., que tienen una densidad de aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³) o menos) en algunas modalidades. Sin embargo, si se desea, en algunas modalidades, pueden usarse pesos base más pesados, por ejemplo, para mejorar aún más la resistencia a la tracción del clavo o para mejorar el manejo, por ejemplo, para facilitar las características deseables de "sensación" para los usuarios finales. En algunas modalidades, para mejorar la resistencia (p. ej., resistencia a la extracción de clavos), especialmente para tableros de baja densidad, una o ambas láminas de cubierta pueden formarse a partir de papel y tener un peso base de, por ejemplo, al menos aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m²) (p. ej., de aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m²) a aproximadamente 65 lbs/MSF (317 g/m²), aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m²) a aproximadamente 60 lbs/MSF (293 g/m²), aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m²) a aproximadamente 55 lbs/MSF (268 g/m²), aproximadamente 50 lbs/MSF (224 g/m²) a aproximadamente 65 lbs/MSF (317 g/m²), aproximadamente 50 lbs/MSF (224 g/m²) a aproximadamente 60 lbs/MSF (293 g/m²), etc.). Si se desea, en algunas modalidades, una lámina de cubierta (p. ej., el lado del papel "frontal" cuando está instalada) puede tener un peso base mayor que el mencionado anteriormente, p. ej., para mejorar la resistencia a la extracción de clavos y el manejo, mientras que la otra lámina de cubierta (p. ej., la lámina "posterior" cuando el tablero está instalado) puede tener un peso base algo menor si se desea (p. ej., un peso base de menos de 45 lbs/MSF (220 g/m²), p. ej., de aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m²) a 45 lbs/MSF (220 g/m²), p. ej., aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m²) a aproximadamente 40 lbs/MSF (195 g/m²)).

El peso del tablero es una función del grosor. Dado que los tableros se fabrican comúnmente en diferentes grosores, la densidad del tablero se usa en la presente descripción como una medida del peso del tablero. Las ventajas del almidón de viscosidad de intervalo medio de acuerdo con las modalidades de la invención pueden verse a través de varias densidades de tableros, p. ej., aproximadamente 40 pcf (641 kg/m³) o menos, tal como de aproximadamente 20 pcf (320 kg/m³) a aproximadamente 40 pcf (641 kg/m³), de aproximadamente 24 pcf (384 kg/m³) a aproximadamente 37 pcf (593 kg/m³), etc. Sin embargo, las modalidades preferidas de la invención tienen una utilidad particular en densidades más bajas donde la resistencia mejorada proporcionada por los almidones de viscosidad de intervalo medio de la invención permite ventajosamente el uso de tableros de menor peso con buena resistencia y menor demanda de agua que los tableros hechos de otros almidones. Por ejemplo, en algunas modalidades, la densidad del tablero puede ser de aproximadamente 20 pcf (320 kg/m³) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³), por ejemplo, aproximadamente 24 pcf (384 kg/m³) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³), aproximadamente 24 pcf (384 kg/m³) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m³), aproximadamente 27 pcf (432 kg/m³) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³), aproximadamente 27 pcf (432 kg/m³) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m³), aproximadamente 30 pcf (481 kg/m³) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m³), aproximadamente 27 pcf (432 kg/m³) a aproximadamente 30 pcf (481 kg/m³), etc.

Los almidones de la invención en la presente descripción proporcionan una mejora de la resistencia al producto según la invención, que puede ser especialmente beneficiosa a menor peso/densidad. Por ejemplo, en algunas modalidades, el núcleo del tablero u otro molde de suspensión acuosa según la prueba de cubo de 2 pulgadas (5,08 cm) (sin espuma) descrita en la presente descripción, exhibe preferiblemente, una resistencia compresiva de al menos aproximadamente 1650 psi (11,38 MPa), p. ej., al menos aproximadamente 1700 psi (11,72 MPa), al menos aproximadamente 1750 psi (12,07 MPa), al menos aproximadamente 1800 psi (12,41 MPa), al menos aproximadamente 1850 psi (12,76 MPa), al menos aproximadamente 1900 psi (13,1 MPa), al menos aproximadamente 1950 psi (13,44 MPa), al menos aproximadamente 2000 psi (13,79 MPa), al menos aproximadamente 2050 psi (14,13 MPa), al menos aproximadamente 2100 psi (14,48 MPa), al menos aproximadamente 2150 psi (14,82 MPa), al menos aproximadamente 2200 psi (15,17 MPa), al menos aproximadamente 2250 psi (15,51 MPa), al menos aproximadamente 2300 psi (15,86 MPa), al menos aproximadamente 2350 psi (16,2 MPa), etc.

En algunas modalidades, el tablero según la invención cumple con los protocolos de prueba según la norma ASTM C473-10 (p. ej., Método B). Por ejemplo, en algunas modalidades, cuando el tablero se moldea a un grosor de ½ pulgada (1,27 cm), el tablero tiene una resistencia a la extracción del clavo de al menos aproximadamente 65 lb (29,5 kg) según se determina según ASTM C473 (p. ej., al menos a aproximadamente 68 lb (30,8 kg), al menos aproximadamente 70 lb (31,8 kg), al menos aproximadamente 72 lb (32,7 kg), al menos aproximadamente 75 lb (34 kg), al menos aproximadamente 77 lb (35 kg), etc.). Con respecto a la resistencia a la flexión, en algunas modalidades, cuando se moldea en un tablero de ½ pulgada (1,27 cm) de grosor, el tablero tiene una resistencia a la flexión de al menos aproximadamente 36 lb (16,3 kg) en la dirección de la máquina (por ejemplo, al menos aproximadamente 38 lb (17,2 kg), al menos aproximadamente 40 lb (18,1 kg), etc.) y/o al menos aproximadamente 107 lb (48,5 kg) (por ejemplo, al menos aproximadamente 110 lb (49,9 kg), al menos aproximadamente 112 lb (50,8 kg), etc.) en una dirección transversal a la máquina, según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473. Además, en algunas modalidades, el tablero puede tener una dureza de núcleo promedio de al menos aproximadamente 11 libras (5 kg) según se determina según ASTM C473. Debido al menos en parte a la característica de viscosidad de intervalo medio de las modalidades de la invención, estos estándares pueden cumplirse incluso con respecto a tableros de menor densidad (por ejemplo, aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³) o menos) como se describe en la presente descripción.

Puede fabricarse el producto según modalidades de la invención, en líneas de fabricación típicas. Por ejemplo, las técnicas de fabricación de tableros se describen en, por ejemplo, la patente de Estados Unidos N.º 7.364.676 y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2010/0247937. Brevemente, en el caso de tableros de yeso, el proceso típicamente implica descargar una lámina de cubierta en un transportador en movimiento. Dado que el tablero de yeso normalmente se forma “boca abajo”, esta lámina de cubierta es la lámina de cubierta “frontal” en tales modalidades.

Los componentes secos y/o húmedos de la suspensión acuosa de yeso se alimentan a un mezclador (p. ej., mezclador de varilla), donde se agitan para formar la suspensión acuosa de yeso. El mezclador comprende un cuerpo principal y un conducto de descarga (p. ej., una disposición de compuerta-depósito-arranque como se conoce en la técnica, o una disposición como se describe en las patentes de Estados Unidos N.º 6.494.609 y 6.874.930). En algunas modalidades, el conducto de descarga puede incluir un distribuidor de suspensión acuosa con una sola entrada de alimentación o múltiples entradas de alimentación, como las descritas en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2012/0168527 A1 (solicitud N.º 13/341.016) y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2012/0170403 A1 (solicitud N.º 13/341.209), por ejemplo. En esas modalidades, mediante el uso de un distribuidor de suspensión acuosa con múltiples entradas de alimentación, el conducto de descarga puede incluir un divisor de flujo adecuado, tales como los descritos en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2012/0170403 A1. Puede añadirse agente espumante en el conducto de descarga del mezclador (p. ej., en la compuerta como se describe, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos N.º 5.683.635 y 6.494.609) o en el cuerpo principal si se desea. La suspensión acuosa descargada del conducto de descarga después de que se hayan añadido todos los ingredientes, lo que incluye el agente espumante, es la suspensión acuosa primaria de yeso y formará el núcleo del tablero. Esta suspensión acuosa de núcleo del tablero se descarga en la lámina de cubierta frontal en movimiento.

La lámina de cubierta frontal puede llevar una fina capa de acabado en forma de una capa de suspensión acuosa relativamente densa. Además, pueden formarse bordes duros, como se conoce en la técnica, por ejemplo, a partir de la misma corriente de suspensión acuosa que forma la capa de acabado frontal. En las modalidades en las que se inserta espuma en el conducto de descarga, puede retirarse una corriente de suspensión acuosa secundaria de yeso del cuerpo del mezclador para formar la suspensión acuosa densa de la capa de acabado, que después puede usarse para formar la capa de acabado frontal y los bordes duros como se conoce en la técnica. Si se incluye, normalmente la capa de acabado frontal y los bordes duros se depositan en la lámina de cubierta frontal en movimiento antes de depositar la suspensión acuosa del núcleo, generalmente aguas arriba del mezclador. Después de descargarse del conducto de descarga, la suspensión acuosa del núcleo se extiende, según sea necesario, sobre la lámina de la cubierta frontal (opcionalmente con una capa de acabado) y se cubre con una segunda lámina de cubierta (típicamente la lámina de cubierta “posterior”) para formar un ensamblaje húmedo en la forma de una estructura intercalada que es un precursor del producto final. La segunda lámina de cubierta puede llevar opcionalmente una segunda capa de acabado, que puede formarse a partir de la misma o diferente suspensión acuosa de yeso secundaria (densa) que para la capa de acabado, si está presente. Las láminas de cubierta pueden estar formadas de papel, estera fibrosa u otro tipo de material (por ejemplo, papel de aluminio, plástico, estera de vidrio, material no tejido, como una mezcla de relleno celulósico e inorgánico, etc.).

El ensamblaje húmedo de este modo que se proporciona se transporta a una estación de formación donde el producto se dimensiona al grosor deseado (p. ej., a través de la placa de formación), y a una o más secciones de cuchilla donde se corta a la longitud deseada. Se permite que el ensamblaje húmedo se endurezca para formar la matriz cristalina entrelazada de yeso fraguado, y se elimina el exceso de agua mediante un proceso de secado (por ejemplo, mediante transportación del ensamblaje a través de un horno). Además es común en la fabricación de paneles de yeso usar vibraciones para eliminar grandes huecos o bolsas de aire de la suspensión acuosa depositada. Cada una de las etapas anteriores, así como los procesos y equipos para realizar tales etapas, son conocidos en la técnica.

El almidón caracterizado por la viscosidad de intervalo medio puede usarse en la formulación de diversos productos, tales como, por ejemplo, paneles de yeso, baldosas acústicas (p. ej., para techos), compuestos para juntas, productos de fibra celulósica de yeso, tales como paneles de fibra de madera-yeso, y similares. Tal producto puede formarse a partir de la suspensión acuosa según las modalidades de la invención.

Como tal, el almidón pregelatinizado caracterizado por una viscosidad de intervalo medio puede tener efectos beneficiosos, como se describe en la presente descripción, en un producto además del tablero de yeso con revestimiento de papel en modalidades de la invención. Por ejemplo, el almidón pregelatinizado caracterizado por tener una viscosidad de intervalo medio puede usarse en productos con revestimiento de estera (por ejemplo, tejidos) donde las láminas de cubierta del tablero están en forma de esteras fibrosas. Las esteras pueden, opcionalmente, tener un acabado para reducir la permeabilidad al agua. Otros ingredientes que pueden incluirse en la fabricación de dicho producto con revestimiento de estera, así como los materiales para las esteras fibrosas y los métodos de fabricación, se analizan, p. ej., en la patente de Estados Unidos N.º 8.070.895, así como también en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2009/0247937.

Además, el producto celulósico de yeso puede estar en forma de partículas huésped celulósicas (p. ej., fibras de madera), yeso, almidón pregelatinizado de viscosidad de intervalo medio y otros ingredientes (p. ej., aditivos resistentes al agua

como los siloxanos) según se desee. Otros ingredientes y métodos de fabricación se analizan, p. ej., en las patentes de Estados Unidos N.º 4.328.178; 4.239.716; 4.392.896; 4.645.548; 5.320.677; 5.817.262; y 7.413.603.

Los almidones pregelatinizados en la presente descripción pueden incluirse además en formulaciones de compuestos para juntas, que incluyen modalidades tanto secas como premezcladas. El beneficio de la invención no se limita a modalidades que incluyen yeso calcinado ya que el almidón pregelatinizado de viscosidad de intervalo medio puede tener una buena unión y puede mejorar la resistencia con otros componentes, p. ej., componentes no fraguantes tales como carbonato de calcio y similares. Para inhibir el fraguado prematuro en algunas modalidades de premezclas, el retardador de fraguado se incluye además convenientemente en algunas modalidades como apreciará un experto en la técnica. Por ejemplo, las patentes de Estados Unidos N.º 4.661.161; 5.746.822; y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2011/0100844 describen retardadores de fraguado (p. ej., fosfato tal como pirofosfato de tetrasodio (TSPP), ácido poliacrílico y/o sal del mismo, o similares), y otros ingredientes (p. ej., aglutinante de emulsión de látex, espesante, fosfato como se describe en la presente descripción, y similares, o combinaciones de los mismos, etc.) que pueden ser útiles de acuerdo con la presente invención. Otros ingredientes y métodos de fabricación y uso de compuestos para juntas se analizan, p. ej., en las patentes de Estados Unidos N.º 6.406.537 y 6.805.741; así como la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2008/0305252.

Los almidones pregelatinizados en la presente descripción pueden usarse con varios tipos de paneles acústicos (por ejemplo, tejas). El almidón puede mezclarse con yeso calcinado, agua y otros ingredientes según se desee en algunas modalidades. Sin embargo, el almidón pregelatinizado de viscosidad de intervalo medio no se limita al uso con yeso calcinado. El almidón pregelatinizado de viscosidad de intervalo medio de acuerdo con algunas modalidades, puede proporcionar una buena unión entre el almidón y los componentes no fraguantes, tales como fibras (por ejemplo, lana mineral y similares). En algunas modalidades, el panel tiene un coeficiente de reducción de ruido de al menos aproximadamente 0,5 (p. ej., al menos aproximadamente 0,7 o al menos aproximadamente 1) según ASTM C423-02. Véanse, p. ej., las patentes de Estados Unidos N.º 1.769.519; 6.443.258; 7.364.015; 7.851.057; y 7.862.687 para el análisis de ingredientes y métodos para hacer baldosas acústicas.

Según la invención, el tablero comprende un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas de cubierta, el núcleo formado por una suspensión acuosa que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado extruido; teniendo el almidón pregelatinizado una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %; teniendo el núcleo de yeso fraguado una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón que tiene una solubilidad en agua fría menor que aproximadamente 30 %.

En otra modalidad, el núcleo tiene una resistencia compresiva mayor que un núcleo hecho sin almidón.

En otra modalidad, el almidón tiene una solubilidad en agua fría de aproximadamente 30 % a aproximadamente 75 %.

En otra modalidad, el almidón tiene una solubilidad en agua fría de aproximadamente 50 % a aproximadamente 75 %.

El almidón tiene una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,3 Pa.s (aproximadamente 300 centipoise).

En otra modalidad, el almidón tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 100 micrómetros a 400 micrómetros.

En otra modalidad, el almidón está en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 % en peso basado en el peso del estuco.

En otra modalidad, el almidón está en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 3 % en peso basado en el peso del estuco.

En otra modalidad, la suspensión acuosa comprende además trimetafosfato de sodio.

En otra modalidad, la suspensión acuosa comprende además dispersante de naftalenosulfonato.

En otra modalidad, el tablero tiene una densidad de aproximadamente 24 pcf (384 kg/m³) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m³).

Según la invención, el método para hacer un tablero que comprende (a) mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado extruido para formar una suspensión acuosa, (b) colocar la suspensión acuosa entre una primera lámina de cubierta y una segunda lámina de cubierta para formar un ensamblaje húmedo, (c) cortar el ensamblaje húmedo en un tablero y (d) secar el tablero; teniendo el almidón pregelatinizado una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %; teniendo el núcleo de yeso fraguado una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón que tiene una solubilidad en agua fría menor que aproximadamente 30 %.

En algunas modalidades, el método para hacer un almidón pregelatinizado comprende (a) mezclar al menos agua y almidón no pregelatinizado para hacer un almidón húmedo, (b) disponer el almidón húmedo en un extrusor que tiene un troquel a una temperatura de aproximadamente 90 °C o más, y (c) secar el almidón; teniendo el almidón pregelatinizado una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %.

5 En otra modalidad, el troquel del extrusor está a una temperatura de aproximadamente 150 °C o más.
El almidón húmedo tiene un contenido de agua inferior a aproximadamente 25 % en peso de almidón.

10 La suspensión acuosa comprende agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado extruido; teniendo el almidón una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 %.

En otra modalidad, la suspensión acuosa tiene un asentamiento superior a aproximadamente 6 pulgadas (15,24 cm).

15 Debe notarse que lo anterior son meramente ejemplos de modalidades. Otras realizaciones ilustrativas son evidentes a partir de la totalidad de la descripción en la presente. Un experto en la técnica entenderá además que cada una de estas realizaciones puede usarse en diversas combinaciones con las otras realizaciones proporcionadas en la presente descripción.

20 Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente la invención, pero, por supuesto, no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes de su alcance.

Ejemplo 1 - método de medición de la viscosidad (no según la invención)

25 Este ejemplo expone el método de ensayo de medición de viscosidad, denominado en el presente documento "método VMA". Cuando se hace referencia en este documento a la viscosidad, está de acuerdo con el método VMA, a menos que se indique lo contrario. La viscosidad se mide mediante el uso de un reómetro híbrido Discovery HR-2 (TA Instruments Ltd) con un cilindro concéntrico, un vaso estándar (diámetro de 30 mm) con geometría de paleta (diámetro de 28 mm y longitud de 42,05 mm).

30 Cuando se obtiene el almidón, se usan técnicas de calorimetría diferencial de barrido (DSC) para determinar si el almidón está completamente gelatinizado. Debe observarse que incluso si el fabricante del almidón identifica el almidón como "completamente gelatinizado", la etapa de DSC debe utilizarse para garantizar que el almidón esté completamente gelatinizado, por ejemplo, para confirmar que no ha ocurrido ninguna retrogradación. Se adopta uno de los dos procedimientos, en dependencia de la temperatura requerida para gelatinizar completamente el almidón, que puede determinarse además por DSC como apreciará un experto en la técnica.

35 El procedimiento 1 se utiliza cuando la DSC revela que el almidón está completamente gelatinizado o tiene una temperatura de gelatinización igual o inferior a 90 °C. El procedimiento 2 se utiliza cuando la temperatura de gelatinización es superior a 90 °C. Dado que la viscosidad se mide mientras el almidón está en agua, el procedimiento 2 utiliza cocción a presión en un recipiente sellado para permitir el sobrecalentamiento a temperaturas superiores a 100 °C sin hacer que el agua se evapore apreciablemente. El procedimiento 1 está reservado para los almidones que ya están completamente gelatinizados o para los almidones que tienen una temperatura de gelatinización de hasta 90 °C, porque, como se discute más abajo, la gelatinización tiene lugar en el reómetro, que es un sistema abierto y no puede crear condiciones presurizadas para la gelatinización. Por lo tanto, se sigue el procedimiento 2 para los almidones que tienen temperaturas de gelatinización más altas. De cualquier manera, el almidón (7,5 g, base seca) se añade al agua por un peso total de 50 g cuando se mide la viscosidad.

40 En el procedimiento 1, el almidón se dispersa en el agua (15 % de almidón del peso total de almidón y agua) y la muestra se transfiere inmediatamente a una celda cilíndrica. La celda está cubierta con papel de aluminio. La muestra se calienta de 25 °C a 90 °C a 5 °C/min y una velocidad de corte de 200 s⁻¹. La muestra se mantiene a 90 °C durante 10 min a una velocidad de corte de 200 s⁻¹. La muestra se enfría de 90 °C a 80 °C a 5 °C/min y una velocidad de corte de 200 s⁻¹. La muestra se mantiene a 80 °C durante 10 min a una velocidad de corte de 0 s⁻¹. La viscosidad de la muestra se mide a 80 °C y una velocidad de corte de 100 s⁻¹ durante 2 min. La viscosidad es el promedio de la medición de 30 segundos a 60 segundos.

45 El procedimiento 2 se usa para almidones que tienen una temperatura de gelatinización superior a 90 °C. El almidón se gelatiniza de acuerdo con los métodos bien conocidos en la industria del almidón (por ejemplo, mediante cocción a presión). La solución de agua de almidón gelatinizado (15 % del peso total) se transfiere inmediatamente al vaso medidor del reómetro y se equilibra a 80 °C durante 10 minutos. La viscosidad de la muestra se mide a 80 °C y una velocidad de corte de 100 s⁻¹ durante 2 minutos. La viscosidad es el promedio de la medición de 30 segundos a 60 segundos.

50 Ejemplo 2 - viscosidad del almidón en diferentes estados (no según la invención)

65

Este ejemplo ilustra la viscosidad del almidón (en una solución al 15 % en agua) en diferentes estados. El almidón representativo probado fue el almidón de maíz hidroxietil (Clineo 706, disponible de ADM). En referencia a la figura 1, el eje X refleja el tiempo, mientras que el eje Y superpone la fuerza de torsión y la temperatura. El gráfico demuestra cómo cambia la viscosidad a medida que se cocina el almidón y finalmente se gelatiniza. La fuerza de torsión mide la fuerza para girar el rotor y, por lo tanto, es una medida de la viscosidad. La fuerza de torsión está en unidades Brabender.

Un experto en la técnica reconocerá fácilmente las unidades Brabender. Por ejemplo, brevemente, puede usarse un C.W. Brabender Viscograph, p. ej., un Viscograph-E que utiliza el par de reacción para la medición dinámica. El Viscograph-E está disponible en el comercio en C.W. Brabender Instruments, Inc., Hackensack, NJ. Cabe señalar que, como se define en la presente descripción, las unidades Brabender se miden mediante el uso de un tamaño de vaso de muestra de 16 fl. oz (≈ 500 cc), con un cartucho de 700 cmg a una RPM de 75. Un experto habitual en la técnica además reconocerá fácilmente que las unidades Brabender pueden convertirse a otras medidas de viscosidad, como centipoise (por ejemplo, cP = BU X 2,1, cuando el cartucho de medición es de 700 cmg) o unidades Krebs, como se describe en la misma.

Las curvas de fuerza de torsión (viscosidad) y temperatura, respectivamente, están marcadas en la figura 1. Con respecto a la temperatura, las temperaturas objetivo y real se superponen entre sí, pero no hay una diferencia apreciable.

Como se ve a partir del viscograma de la figura 1, el gránulo, es decir, la estructura física del almidón nativo, se identifica como “frío” a baja temperatura y “caliente” por encima de 80 °C. A baja temperatura, antes de la gelatinización, la viscosidad no cambia apreciablemente. A medida que el gránulo se calienta, absorberá agua y se hinchará. Al comienzo en el pico de la curva de fuerza de torsión, el gránulo está lo suficientemente caliente e hinchado como para que la estructura granular comience a romperse y separarse en moléculas sueltas. A medida que la estructura granular se rompe, la viscosidad disminuye hasta que el almidón se gelatiniza por completo como se muestra en la depresión de la curva. A medida que la curva se nivela en la depresión, la solución se enfría. Como resultado, la retrogradación ocurre cuando la molécula gelatinizada comienza a reasociarse y la viscosidad comienza a aumentar nuevamente.

Ejemplo 3 - formulación de cubos y prueba de resistencia compresiva (no según la invención)

Este ejemplo describe la prueba de compresión de cubos mediante el uso de un cubo de 2 pulgadas (5,08 centímetros). En algunas modalidades, la prueba de compresión del cubo mide una formulación de yeso donde el almidón y su cantidad pueden variar como se describe en la presente descripción. La formulación se forma a partir de una suspensión de yeso que se establece con una entrada para la relación agua/estuco en 1,0, con la cantidad de almidón establecida en 2 % en peso de estuco a menos que se indique lo contrario.

Para el almidón que requiere gelatinización en el laboratorio (por ejemplo, todas las series Clinton, series Clineo, S23F, LC211, identificadas más abajo): el almidón se dispersó en agua y se calentó a ebullición durante 10 minutos con agitación continua. La solución de almidón se enfrió después a 78 °F (25,6 °C) y se transfirió a un vaso de mezcla de un mezclador Waring. La solución de trimetafosfato de sodio (“STMP”) al 10 %, el dispersante y el retardador se pesaron en una solución de almidón y se mezclaron. El estuco y el HRA se pesaron y se mezclaron como mezcla seca. La mezcla seca de estuco y HRA se vertió en la solución de almidón, se remojó durante 10 segundos y se mezcló a alta velocidad durante 10 segundos. Se llenaron moldes de cubos de 2 pulgadas (5,08 centímetros) hasta un punto ligeramente por encima de la parte superior de los moldes. El exceso se raspó tan pronto como el yeso se fraguó. Los cubos se retiraron de los moldes después de que se endurecieron. Los cubos se secaron a 110 °F (43,3 °C) durante 48 horas.

Para almidones solubles en agua (por ejemplo, almidón de guisante con hidroxipropilo extruido, Maltrin M040, Maltrin M100, identificado más abajo): el almidón se disolvió en agua a temperatura ambiente. Seguir el mismo procedimiento para el almidón que requiere gelatinización en el laboratorio, excepto omitir las etapas de calentamiento y enfriamiento. Como alternativa, el almidón soluble puede prepararse en una mezcla seca con estuco y acelerador resistente al calor, después puede mezclarse con ingredientes líquidos (agua, STMP, dispersante y retardador).

Para almidón granular: el almidón se pesó en una mezcla seca (estuco y HRA). Se pesaron agua, solución de trimetafosfato de sodio al 10 %, dispersante y retardador en el vaso de mezcla. La mezcla seca se vertió en agua, se remojó durante 10 segundos, se mezcló a alta velocidad durante 10 segundos y la suspensión se vertió inmediatamente en el molde. El cubo húmedo se envolvió con papel de aluminio tan pronto como se endureció. El cubo envuelto se calentó a 190 °F (87,8 °C) durante 90 min. El cubo se desenvolvió y se secó a 110 °F (43,3 °C) durante 48 horas

La formulación de la suspensión acuosa de yeso para formar el cubo se expone en la Tabla 3 más abajo.

Tabla 3 Formulación de suspensión acuosa de yeso con 2 % de almidón, 1,0 WSR

Ingrediente	Peso (gramos)
Estuco	1550
Agua	1522
Almidón	31
Dispersante	7,75
Solución de trimetafosfato de sodio (STMP) al 10 % (p/p)	31
Acelerador resistente al calor (HRA)	13,2
Retardador	0,4

Los cubos secos se retiraron del horno y se enfriaron a temperatura ambiente durante 1 hora. La resistencia compresiva se midió mediante el uso de un sistema MTS (Modelo # SATEC). La carga se aplica continuamente y sin golpes a una velocidad de 0,04 pulgadas/min (1,02 mm/min) (con una tasa constante entre 15 a 40 psi/s (103,4 a 275,8 kPa/s)).

Se produjo un cubo mediante el uso de almidón de guisante con hidroxipropilo extruido (Tackidex®K720 (Roquette)) mediante disolución del almidón en agua a temperatura ambiente, donde el cubo tenía una resistencia de 2106 psi (14,52 MPa). Se produjo un cubo mediante el uso de almidón de guisante con hidroxipropilo extruido (Tackidex®K720 (Roquette)) mediante preparación del almidón en una mezcla seca con estuco y acelerador resistente al calor, que después se mezcló con ingredientes líquidos (agua, STMP, dispersante y retardador), donde el cubo tenía una resistencia de 2084 psi (14,37 MPa).

Ejemplo 4 - efecto de añadir almidón gelatinizado a la suspensión acuosa de estuco en la resistencia (no según la invención)

Este ejemplo compara el efecto de añadir almidón granular (es decir, no gelatinizado) a la suspensión acuosa de estuco con la adición de almidones gelatinizados a la suspensión acuosa de estuco en las respectivas resistencias a la compresión de las formulaciones de yeso. Cada almidón se puso en una suspensión de yeso para la prueba de cubos como se describió en el Ejemplo 3.

Los almidones adicionales se muestran en la Tabla 4. Uno de los almidones no fue modificado con ácido, mientras que los otros fueron como se indica en la Tabla 4, más abajo.

Tabla 4: Efecto del estado del almidón (granular o pregelatinizado) sobre la resistencia

Almidón	Nombre comercial (fabricante)	Modificación con ácido	Granular (psi)	Pregelatinizado (PSI)
Almidón de maíz nativo	Clinton 106 (ADM)	No	1437 (9,91 MPa)	1642 (11,32 MPa)
Almidón modificado con ácido	Clinton 240 (ADM)	Sí	1768 (12,19 MPa)	2121 (14,62 MPa)
Almidón modificado con ácido	Supercore® S22F (Grain Processing Corporation)	Sí	1844 (12,71 MPa)	2014 (13,89 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	LC211 (ADM)	Sí	1836 (12,66 MPa)	1905 (13,13 MPa)

Este ejemplo ilustra la resistencia mejorada lograda con la entrada de almidón pregelatinizado en una suspensión acuosa de yeso en lugar de un almidón granular de acuerdo con las modalidades de la invención. La forma granular proporciona una buena fluidez a la suspensión acuosa de estuco debido a la muy baja viscosidad del almidón granular. Sin embargo, la forma granular no imparte una resistencia tan buena. Por lo tanto, la forma pregelatinizada es conveniente.

Ejemplo 5 - viscosidad y resistencia compresiva para almidón gelatinizado (no según la invención)

Este ejemplo ilustra diferentes almidones gelatinizados que representan un intervalo de viscosidades medido de acuerdo con el método VMA. Se evaluó el efecto sobre la resistencia compresiva en una formulación de yeso de cada uno de los almidones, de acuerdo con la formulación y el ensayo de cubos establecidos en el Ejemplo 3. Los resultados que muestran la viscosidad de los almidones gelatinizados y las resistencias a la compresión de los cubos de yeso formados a partir de las suspensiones acuosas que comprenden los almidones se exponen en la Tabla 5 más abajo.

Tabla 5: Viscosidad y resistencia para el almidón gelatinizado

Almidón	Nombre comercial (fabricante)	Modificación física (gelatinización)	Modificación Química	Viscosidad (centipoise)	Resistencia (PSI)
Almidón de maíz nativo	Clinton 106 (ADM)	En el laboratorio	NA	5140	1642 (11,32 MPa)
Almidón de maíz pregelatinizado	NA	Durante la fabricación	NA	773	2039 (14,06 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 240 (ADM)	En el laboratorio	Sí	660	2121 (14,62 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 260 (ADM)	En el laboratorio	Sí	430	2413 (16,64 MPa)
Almidón de guisante de hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	Durante la fabricación	Sí	170	2254 (15,54 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 277 (ADM)	En el laboratorio	Sí	129	2252 (15,53 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 290 (ADM)	En el laboratorio	Sí	37	2282 (15,73 MPa)
Almidón modificado con ácido	Supercore® S23F (Grain Processing Corporation)	En el laboratorio	Sí	34	2290 (15,79 MPa)
Maltodextrina	Maltrin M040 (Grain Processing Corporation)	Durante la fabricación	Sí	6	1970 (13,58 MPa)
Maltodextrina	Maltrin M100 (Grain Processing Corporation)	Durante la fabricación	Sí	4	1983 (13,67 MPa)

Algunos de los almidones se suministraron comercialmente en una forma ya gelatinizada, y esos almidones se marcan como gelatinizados “durante la fabricación” en la Tabla 5. Se suministraron otros almidones sin gelatinización, pero después se gelatinizaron en el laboratorio, como se marca “en el laboratorio” en la Tabla 5. Además, algunos de los almidones se modificaron químicamente para lograr la viscosidad indicada como se señala. Con respecto al almidón de guisante con hidroxipropilo extruido, aunque no se desea vincularse a ninguna teoría en particular, la baja viscosidad puede deberse a la hidrólisis del almidón por extrusión de alta cizallamiento a alta presión combinada con hidroxipropilación y el alto contenido de amilosa (35 %). Cada viscosidad indicada es después de la gelatinización del almidón.

Este ejemplo demuestra la conveniencia de incluir almidones gelatinizados que tienen una viscosidad de intervalo medio, como se establece en la presente descripción, en una suspensión cementosa (por ejemplo, yeso), de acuerdo con modalidades de la invención. Los almidones de viscosidad de intervalo medio proporcionan una buena fluidez, como lo refleja la viscosidad del almidón, al tiempo que logran propiedades de resistencia convenientes. La buena fluidez resulta en una menor demanda de agua en la suspensión acuosa de yeso. Al incluir menos agua en la suspensión acuosa de yeso, se debe secar menos exceso de agua durante la fabricación, lo que da como resultado una mayor eficiencia del proceso y menores costos de fabricación.

Ejemplo 6 - gelatinización y viscosidad de almidones etilados (no según la invención)

Este ejemplo compara los almidones etilados que exhiben un intervalo de viscosidades después de la gelatinización. El efecto sobre la resistencia de una formulación de yeso, en vista de la adición de almidón granular (almidón no gelatinizado) y almidón gelatinizado, respectivamente, a la suspensión acuosa de estuco también se evaluó de acuerdo con la formulación y el ensayo de cubos establecidos en el Ejemplo 3. Los resultados que muestran la viscosidad de los almidones gelatinizados y las resistencias a la compresión de los cubos de yeso formados a partir de las suspensiones acuosas que comprenden los almidones se exponen en la Tabla 6 más abajo. Cada viscosidad indicada es posterior a la gelatinización del almidón, pero la resistencia en vista de añadir almidón granular (almidón no gelatinizado) a la suspensión acuosa de estuco también se incluye en los datos.

Tabla 6: Viscosidad y resistencia de los almidones etilados

Almidón	Nombre comercial	Viscosidad (cP)	Granular (PSI)	Pregelatinizado (PSI)
Almidón de maíz hidroxietil	Clineo 706 (ADM)	495	1999 (13,78 MPa)	2122 (14,63 MPa)
Almidón de maíz hidroxietil	Clineo 714 (ADM)	135	2166 (14,93 MPa)	2158 (14,87 MPa)
Almidón de maíz hidroxietil	Clineo 716 (ADM)	34	2091 (14,42 MPa)	2137 (14,73 MPa)

Aunque no desea estar vinculado a ninguna teoría en particular, la etilación disminuye la temperatura de gelatinización del almidón. Estos almidones etilados pueden hidrolizarse parcialmente a la viscosidad apropiada.

Este ejemplo muestra que estos almidones etilados que tienen un intervalo medio de viscosidad después de la gelatinización, como se describe en la presente descripción, proporcionan fluidez y resistencia convenientes cuando se incluyen en una formulación de yeso, de acuerdo con modalidades de la invención.

5

Ejemplo 7 - variación en la cantidad de almidón en la resistencia (no según la invención)

Este ejemplo compara el efecto de los almidones gelatinizados sobre la resistencia de una formulación de yeso, a través de un intervalo de cantidades de almidón para poner en la suspensión acuosa de yeso. Se usaron la formulación y el ensayo de cubos establecidos en el Ejemplo 3, excepto que se varió la cantidad de almidón. Los resultados se exponen en la Tabla 7.

10

Tabla 7: Resistencia (PSI) frente al contenido de almidón en la formulación de yeso (% en peso en estuco)

15

Almidón	Nombre comercial	0,50 %	1,00 %	2,00 %	3,00 %
Maltodextrina	Maltrin M100 (Grain Processing Corporation)	1959 (13,51 MPa)	1981 (13,66 MPa)	1885 (13 MPa)	1810 (12,48 MPa)
Almidón de guisante de hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	2042 (14,08 MPa)	2195 (15,13 MPa)	2195 (15,13 MPa)	2334 (16,09 MPa)

20

Este ejemplo demuestra que incluso cantidades relativamente bajas de almidón gelatinizado proporcionan propiedades de resistencia deseables en la formulación de yeso, de acuerdo con las modalidades de la invención.

25

Ejemplo 8 - fluidez de la suspensión acuosa de yeso (no según la invención)

Este ejemplo ilustra el efecto sobre la fluidez de la suspensión acuosa de yeso por diversos almidones gelatinizados. Cada almidón se puso en una formulación de yeso de acuerdo con el Ejemplo 3, excepto que se varió la relación agua/estuco y la cantidad de almidón. Se usó una prueba de asentamiento para medir la fluidez de la siguiente manera. El asentamiento se midió al verter la suspensión acuosa en un cilindro de 2 pulgadas (5,08 cm) de diámetro que tiene 4" de altura (10,2 cm) (abierto en cada extremo y colocado sobre una superficie plana y lisa) y nivelar la parte superior de la suspensión acuosa. Esto proporciona un volumen establecido de suspensión acuosa para cada prueba. Después, el cilindro se levantó inmediatamente y la suspensión acuosa salió rápidamente del extremo inferior abierto del cilindro. El diámetro de esta empanada se mide en centímetros y se registra. Una suspensión acuosa más fluida, típicamente, dará como resultado una empanada de mayor diámetro. Los resultados se exponen en la Tabla 8.

30

35

Tabla 8: Resistencia (PSI) frente al contenido de almidón en la formulación de yeso (% en peso de estuco)

40

Almidón	Nombre comercial	Almidón (%)	WSR	Asentamiento (cm)
Almidón de maíz pregelatinizado	NA	2	1	14,2, 16 (2 lotes)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 240 (ADM)	2	1	20
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 260 (ADM)	2	1	18
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 277 (ADM)	2	1	22,5
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 290 (ADM)	2	1	22
Almidón de guisante de hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	2	1	19
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 277 (ADM)	2	0,85	14,5
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 290 (ADM)	2	0,85	15
Almidón de guisante de hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	2	0,85	12
Almidón de guisante de hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	0,5	1	19,5
Almidón de guisante de hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	0,5	0,85	13,5

50

55

Este ejemplo demuestra la fluidez mejorada y la menor demanda de agua de las formulaciones de yeso, de acuerdo con las modalidades de la invención.

60

Ejemplo 9 - modificación con ácido de harina de maíz pregelatinizada en el estado seco (no según la invención)

Este ejemplo demuestra la reducción de la viscosidad de la harina de maíz pregelatinizada mediante modificación con ácido en estado seco. La harina de maíz pregelatinizada (125 g, Bunge Milling) se pesó en un recipiente mezclador de un mezclador Hobart. La parte superior de la harina de maíz se roció con ácido sulfúrico 1 M (6,2 a 18 g) mientras

65

se mezclaba a velocidad 2. La muestra se mezcló durante otros 10 min. La muestra se transfirió a una botella de plástico con tapa y luego se calentó a 80 °C durante 3 h. Se añadió un mol igual de hidróxido de calcio, y la muestra se mezcló durante 2 minutos. La muestra se secó a temperatura ambiente durante la noche.

5 Las viscosidades de la harina de maíz pregelatinizada modificada con ácido se midieron de acuerdo con el método VMA como se describió en el Ejemplo 1. Los datos se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9

Almidón	Viscosidad de almidón en Pa.s (cP)
6,2 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	0,308 (308)
9,4 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	0,236 (236)
15 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	0,179 (179)
18 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	0,054 (54)

20 Ejemplo 10 - formulación de suspensión acuosa de yeso, prueba de resistencia compresiva de cubos y de asentamiento de suspensión acuosa (no según la invención)

Este ejemplo describe la resistencia compresiva del cubo y el asentamiento mediante el uso de almidones que han sido modificados con ácido con el uso de cantidades variables de ácido. La formulación de la suspensión acuosa de yeso usada se muestra en la Tabla 3. La relación de estuco con agua (WSR) fue de 1,0. Se prepararon cubos de yeso de muestra de acuerdo con el método del Ejemplo 3. La prueba de asentamiento se siguió como se describió en el Ejemplo 8. Los resultados de la prueba de resistencia compresiva y la prueba de asentamiento se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Almidón	Asentamiento (cm)	Resistencia compresiva (PSI)
Control de harina de maíz pregelatinizada	13,5	2064 (14,23 MPa)
6,2 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	14,5	2066 (14,24 MPa)
9,4 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	15	2033 (14,02 MPa)
15 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	15	2296 (15,83 MPa)
18 g modificado con ácido sulfúrico 1 M	16	2257 (15,56 MPa)

Este ejemplo demuestra que la reducción de la viscosidad de la harina de maíz pregelatinizada a un intervalo medio no solo aumenta en general la fluidez de la suspensión acuosa de yeso, sino que también aumenta en general la resistencia compresiva. La combinación de los ejemplos 9 y 10 demuestra la relación inversa entre la viscosidad del almidón y la fluidez de la suspensión acuosa.

45 Ejemplo 11 - modificación con ácido de harina de maíz pregelatinizada en 0,25 n de solución de ácido sulfúrico (no según la invención)

Este ejemplo describe la resistencia compresiva del cubo y el asentamiento mediante el uso de almidones que han sido modificados con ácido con el uso de un tiempo de exposición variable al ácido. La harina de maíz pregelatinizada (31 g) se pesó en un mezclador Warren que contenía agua (200 g) mientras se mezclaba. La solución de almidón se transfirió a un matraz. El mezclador se enjuagó con agua (77 g) y el agua se transfirió al matraz. Se añadió ácido sulfúrico concentrado (1,94 ml, 95-98 %) a la solución de almidón mientras se agitaba. La solución se incubó a 70 °C durante 60 a 100 min. Después se añadió un mol igual de hidróxido de calcio (2,58 g) a la solución de almidón y se agitó durante 10 minutos. La formulación de la suspensión acuosa de yeso usada se muestra en la Tabla 3. Se prepararon cubos de yeso de muestra de acuerdo con el método del Ejemplo 3. La prueba de asentamiento se siguió como se describió en el Ejemplo 8. Los resultados de la prueba de resistencia compresiva y la prueba de asentamiento se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

Almidón	Asentamiento (cm)	Resistencia compresiva (PSI)
Control de harina de maíz pregelatinizada	13,5	2064 (14,23 MPa)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 60 minutos	16	2186 (15,07 MPa)

Almidón	Asentamiento (cm)	Resistencia compresiva (PSI)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 70 minutos	16,3	2159 (14,89 MPa)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 80 minutos	17	2381 (16,42 MPa)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 90 minutos	18	2293 (15,81 MPa)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 100 minutos	18	2093 (14,43 MPa)

Este ejemplo muestra que la modificación con ácido de la harina de maíz pregelatinizada en solución de ácido sulfúrico puede mejorar la fluidez y la resistencia.

Ejemplo 12 - fluidez de la suspensión acuosa de yeso en diferentes relaciones de estuco con agua (WSR) (no según la invención)

Este ejemplo ilustra el efecto sobre la fluidez de la suspensión acuosa de yeso mediante modificación con ácido de harina de maíz pregelatinizada. Se usó una prueba de asentamiento para medir la fluidez como se describió en el Ejemplo 8. La formulación de suspensión de yeso usada se muestra en la Tabla 3, excepto que la cantidad de agua se ajustó de acuerdo con WSR. Los resultados de la prueba de asentamiento se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12

Almidón	Prueba de asentamiento (cm)	
	WSR de 1,0	WSR de 0,85
Control de harina de maíz pregelatinizada	12,7	9,0
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 90 minutos	18	12,5

Este ejemplo demuestra que la harina de maíz pregelatinizada modificada con ácido puede mantener la fluidez de la suspensión acuosa de yeso incluso después de que el agua se redujo en un 15 %.

Ejemplo 13 - formulación de cubos y prueba de resistencia compresiva (no según la invención)

Este ejemplo describe la prueba de resistencia compresiva de cubos que comprenden un almidón modificado con ácido cocido en laboratorio. La formulación se forma a partir de una suspensión acuosa de yeso que tiene una relación agua/estuco de 1,0 para el control de almidón de maíz pregelatinizado y 0,9 para almidón de maíz modificado con ácido cocido en laboratorio (Clinton 277), con la cantidad de almidón establecida en 2 % en peso de estuco. La formulación usada para el control y el almidón de maíz modificado con ácido cocido en laboratorio se describe en la Tabla 13. La densidad del cubo se estableció entre 25 y 45 libras pies cúbicos (400 kg/m³ y 721 kg/m³) mediante la adición de espuma a diferentes velocidades.

Para el experimento de control, el almidón de maíz pregelatinizado se pesó en una mezcla seca que comprende estuco y HRA. Se pesaron agua, solución de trimetafosfato de sodio al 10 %, dispersante y retardador en el recipiente de mezcla de un mezclador Hobart. La mezcla seca se vertió en el recipiente de mezcla del mezclador Hobart, se remojó durante 15 segundos y se mezcló a velocidad II durante 30 segundos. Para la preparación de la espuma, se formó una solución al 0,5 % de jabón PFM 33, y luego se mezcló con aire para hacer que el aire formara espuma. La espuma de aire se añadió a la suspensión acuosa mediante el uso de un generador de espuma. El generador de espuma se ejecutó a una velocidad suficiente para obtener la densidad deseada del tablero. Después de la adición de espuma, la suspensión se vertió inmediatamente en un punto ligeramente por encima de la parte superior de los moldes. El exceso se raspó tan pronto como el yeso se fraguó. Los moldes habían sido rociados con liberador de molde (DW40).

Para hacer que el laboratorio cocinara almidón de maíz modificado con ácido (Clinton 277), el almidón de maíz modificado con ácido se dispersó en agua y se calentó a ebullición durante 10 minutos con agitación continua. La solución de almidón se enfrió después a 78 °F (25 °C) y se transfirió al recipiente de mezcla de un mezclador Hobart. Se añadieron solución de trimetafosfato de sodio al 10 %, dispersante y retardador al recipiente de mezcla del mezclador Hobart y se mezclaron. Se vertió una mezcla seca de estuco y HRA en la solución de almidón, se remojó durante 15 segundos y se mezcló a velocidad II durante 30 segundos. Para la preparación de la espuma, se formó una solución al 0,5 % de jabón PFM 33, y luego se mezcló con aire para hacer que el aire formara espuma. La espuma de aire se añadió a la suspensión acuosa mediante el uso de un generador de espuma. El generador de espuma se ejecutó a una velocidad suficiente para obtener la densidad deseada del tablero. Después de la adición de espuma, la suspensión se vertió inmediatamente en un punto ligeramente por encima de la parte superior de los moldes. El exceso se raspó tan pronto como el yeso se fraguó. Los moldes habían sido rociados con liberador de molde (DW40).

Después de los cubos haberse endurecido, los cubos se retiraron del molde y después se secaron a 110 °F (43 °C) durante 48 horas. Después de retirar del horno, los cubos se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora.

ES 2 985 976 T3

La resistencia compresiva se midió mediante el uso de un sistema MTS (Modelo # SATEC). La carga se aplicó continuamente y sin golpes a una velocidad de 0,04 pulgadas/min (1,02 mm/min) (con una tasa constante entre 15 a 40 psi/s (103,4 a 275,8 kPa/s)).

5 Tabla 13

Ingrediente	Peso (gramos)
Estuco	700
Agua (WSR de 1,0)	627
O agua (WSR de 0,9)	553
Almidón	14
Dispersante	3,5
Solución de trimetafosfato de sodio (STMP) al 10 % (p/p)	14
Acelerador resistente al calor (HRA)	5,25
Espuma PFM 33 (solución al 0,5 %)	según sea necesario
Retardador	0,35

Las trazas para los dos tipos de almidón se muestran en la figura 2, donde la densidad se representa a lo largo del eje horizontal y la resistencia se representa a lo largo del eje vertical. La figura 2 muestra que el almidón de maíz modificado con ácido hervido en laboratorio (Clinton 277) con un WSR de 0,9 proporciona cubos de mayor resistencia compresiva que el almidón de maíz pregelatinizado que tiene un WSR de 1,0. Este aumento de la resistencia se observó para densidades de cubos de 25 lb/pie³ a 40 lb/pie³ (400 kg/m³ a 721 kg/m³). Este ejemplo sugiere que las composiciones que comprenden almidón de maíz modificado con ácido, hervido en laboratorio (Clinton 277) tienen mayores resistencias compresivas a baja densidad y requieren menos agua.

Ejemplo 14 - almidón pregelatinizado soluble en agua fría y resistencia compresiva

Este Ejemplo describe un método para formar el almidón pregelatinizado soluble en agua fría (Clinton 277) mediante el uso de extrusión a escala piloto y resistencia compresiva de cubos que comprenden el almidón pregelatinizado extruido.

En consecuencia, el almidón modificado con ácido Clinton 277 (contenido de humedad de 9 %, 100 kg) y agua (4,4 kg) se mezclaron en un cilindro. La mezcla de almidón modificado con ácido se añadió a un extrusor de tornillo doble Wenger TX 52. Se añadió agua adicional (8,1 kg) al extrusor. El contenido total de humedad en el barril del extrusor fue del 20 %. Las condiciones de extrusión se exponen en la Tabla 15 más abajo. El almidón pregelatinizado se retiró del extrusor como un material expandido relativamente seco. El almidón se secó hasta que tuvo un contenido de humedad de aproximadamente 10 %, y después se molió en polvo. Cuando se usa para hacer productos de yeso, el polvo seco se puede añadir a los ingredientes secos durante la fabricación.

45 Tabla 14

Velocidad de alimentación (kg/h)	100
Velocidad del cilindro (RPM)	355
Flujo de agua al cilindro (kg / h)	4,4
Velocidad del eje del extrusor (RPM)	356
Flujo de agua al extrusor (kg/h)	8,1
Velocidad de la cuchilla (RPM)	1701
1ra temperatura del cabezal (°C)	50
2da temperatura del cabezal (°C)	70
3ra temperatura del cabezal (°C)	90
4ta temperatura del cabezal (°C)	105
5ta temperatura del cabezal (°C)	120
Temperatura (°C) en el troquel	156

La solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado se mide mediante el siguiente método. Se formó un almidón húmedo al añadir agua (80 ml, temperatura ambiente (25 °C)) y almidón seco (4000 g) a un vaso de precipitados con agitación. El almidón húmedo se agitó durante 20 minutos y después se transfirió a un cilindro graduado de 100 ml. Se añadió agua a la línea de 100 ml, y después el cilindro se invirtió tres veces para mezclar la suspensión acuosa. Se dejó reposar el almidón húmedo durante 30 minutos a temperatura ambiente. El sobrenadante (10 g) se transfirió desde la parte superior de la suspensión a un recipiente tarado. Después de calentar el recipiente durante la noche (43 °C), se pesaron los sólidos restantes. La solubilidad (%) del almidón se establece en la siguiente ecuación.

$$\text{Solubilidad (\%)} = \text{Peso del sólido soluble} / (0,4 \times 100)$$

El almidón pregelatinizado extruido soluble en agua fría se usó para preparar cubos de acuerdo con el procedimiento del Ejemplo 13. Los cubos tenían una densidad de 54 lb/pie³ (865 kg/m³). La solubilidad en agua fría del almidón extruido (Clinton 277) mostró un impacto significativo en la resistencia del cubo (Tabla 15). El almidón granular es insoluble en agua y produce un cubo con una resistencia compresiva de 1561 psi (10,76 MPa). Sin embargo, los almidones pregelatinizados preparados por extrusión fueron solubles en agua y produjeron cubos con mayor resistencia. La resistencia compresiva de los cubos aumentó a medida que aumentó la solubilidad en agua fría del almidón. Además, comenzar con un almidón con un contenido de humedad más bajo (aproximadamente 10 %) resultó en una mayor solubilidad en agua (hasta 71 %) y produjo un cubo con mayor resistencia compresiva (1844 psi (12,71 MPa)).

Tabla 15

Almidón	Estado	Solubilidad (%) en agua	Resistencia (PSI)
Clinton 277	Gránulo	0	1561 (10,76 MPa)
Clinton 277	Extrusión	30,5	1693 (11,67 MPa)
Clinton 277	Extrusión con almidón de menor contenido de humedad	71,0	1844 (12,71 MPa)

El almidón pregelatinizado modificado con ácido soluble en agua fría y el almidón de maíz pregelatinizado se usaron para preparar cubos de acuerdo con el procedimiento del Ejemplo 13. Los cubos tenían una densidad de 29 lb/pie³ (465 kg/m³). El almidón extruido impartió una mayor resistencia del cubo que el almidón convencional (Tabla 16). La fluidez de la suspensión acuosa de espuma de yeso que contiene Clinton 277 extruido se incrementó en un 26 % y la resistencia compresiva del cubo de espuma que contiene almidón extruido se incrementó en un 19 %.

Tabla 16

	Resistencia compresiva del cubo (PSI)*	Asentamiento (")
Clinton extruido 277	301 (2,08 MPa)	6,63 (16,8 cm)
Almidón de maíz pregelatinizado convencional	254 (1,75 MPa)	5,25 (13,3 cm)

Ejemplo 15 - preparación de sobremesa de almidón pregelatinizado soluble en agua fría

Este Ejemplo ilustra la solubilidad en agua fría del almidón modificado con ácido pregelatinizado (Clinton 277) hecho por extrusión a escala mesa de trabajo bajo diversas condiciones.

En consecuencia, el almidón modificado con ácido se sometió a extrusión mediante el uso de un extrusor a escala de mesa de trabajo (Micro 18, Leistritz MIC). El almidón y el agua requerida para el contenido de humedad designado se mezclaron, sellaron en una bolsa de plástico y se equilibraron durante la noche. Después de equilibrar durante la noche, el almidón húmedo se alimentó al extrusor. Se examinó el efecto de la temperatura del extrusor, el contenido de humedad del almidón (antes de la gelatinización), el tamaño de la abertura del troquel y la cantidad de fosfato tricálcico sobre la solubilidad a 25 °C (ver Tabla 17). A pequeña escala, el aditivo (fosfato tricálcico) no afectó la solubilidad del almidón. Los factores que aumentan la fluidez del material (como el alto contenido de humedad y la gran abertura de la matriz) se relacionaron negativamente con la solubilidad del almidón. Se descubrió que las pruebas a gran escala pueden requerir un contenido de humedad más bajo y temperaturas de extrusión más altas (por ejemplo, Ejemplo 14).

Tabla 17

Almidón	Condiciones de extrusión				Solubilidad (%)	
	Temp (°C)	Contenido de humedad (%)	Tamaño de apertura del troquel	Fosfato tricálcico (%)		
5	1	110	24	pequeña	0	30,3
	2	110	24	pequeña	1	30,0
	3	110	30	grande	1	8,5
10	4	120	30	grande	1	7,8
	5	150	30	grande	2	7,3

Ejemplo 16 - método de ensayo de viscosidad en agua fría

Este ejemplo expone el método de ensayo de mediciones de viscosidad de agua fría, denominado en este documento "método CWVA". Cuando se hace referencia en este documento a la viscosidad del agua fría, está de acuerdo con el método CWVA, a menos que se indique lo contrario.

El almidón seco (40 g) se pesa en agua (25 °C) para obtener un peso total de 400 g mientras se agita a 500 RPM durante 10 min. La viscosidad se mide mediante el uso de un reómetro híbrido Discovery HR-2 (TA Instruments Ltd) con un cilindro concéntrico y un vaso estándar (diámetro de 30 mm) con geometría de paleta (diámetro de 28 mm y longitud de 42,05 mm). Se transfiere una solución de 50 g a la celda del cilindro. La viscosidad de la muestra se mide a 25 °C y a una velocidad de corte de 100 s⁻¹ durante 1 min.

El uso de los términos "un" y "una" y "el/la" y "al menos uno" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse para cubrir tanto el singular y plural, a menos que se indique lo contrario en la presente descripción o que el contexto lo contradiga claramente. El uso del término "al menos uno" seguido de una lista de uno o más elementos (por ejemplo, "al menos uno de A y B") debe interpretarse como un elemento seleccionado de los elementos enumerados (A o B) o cualquier combinación de dos o más de los elementos enumerados (A y B), a menos que se indique lo contrario en este documento o que el contexto lo contradiga claramente. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significa "que incluye, pero sin limitarse a"), a menos que se indique lo contrario. Todos los procedimientos descritos en la presente descripción pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario en la presente o que el contexto lo contradiga claramente. El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o lenguaje ilustrativo (por ejemplo, "tal como") proporcionado en la presente descripción, pretende simplemente iluminar mejor la invención y no plantea una limitación en el alcance de la invención a menos que se indique lo contrario. Ningún lenguaje en la especificación debe interpretarse como indicativo de ningún elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un tablero que comprende:
 - 5 un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas de cubierta, el núcleo formado de una suspensión acuosa que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado extruido formado a partir de un almidón húmedo que tiene un contenido de agua inferior a aproximadamente 25 %;
 - 10 teniendo el almidón pregelatinizado extruido una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 % cuando se mide a 25 °C, según el método expuesto en la descripción, y una viscosidad en agua fría de una suspensión acuosa al 10 % del almidón en agua cuando se mide a 25 °C y a una velocidad de corte de 100 s⁻¹ durante 1 min, según lo medido con el método de ensayo de viscosidad en agua fría (CWVA), como se expone en la descripción, siendo de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,3 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 300 centipoise);
 - 15 teniendo el núcleo de yeso fraguado una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón que tiene una solubilidad en agua fría menor que aproximadamente 30 % cuando se mide a 25 °C.
 2. El tablero según la reivindicación 1, en donde el almidón pregelatinizado extruido tiene una solubilidad en agua fría de aproximadamente 30 % a aproximadamente 75 %.
 3. El tablero según la reivindicación 1 o 2, en donde el almidón tiene una viscosidad en agua fría de aproximadamente 0,12 Pa.s a aproximadamente 0,2 Pa.s (de aproximadamente 120 centipoise a aproximadamente 200 centipoise).
 - 25 4. El tablero según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el almidón pregelatinizado extruido tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 100 micrómetros a aproximadamente 400 micrómetros.
 5. El tablero según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el almidón pregelatinizado extruido está en la suspensión acuosa en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 % en peso basado en el peso del estuco.
 - 30 6. El tablero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3-5, en donde el almidón pregelatinizado extruido tiene una solubilidad en agua fría de aproximadamente 30 % a aproximadamente 75 %, una viscosidad en agua fría de aproximadamente 0,12 Pa.s a aproximadamente 0,3 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 300 centipoise) y un tamaño de partícula de aproximadamente 100 micrómetros a aproximadamente 400 micrómetros; y el tablero tiene una densidad de 384 kg/m³ (aproximadamente 24 pcf) a 561 kg/m³ (aproximadamente 35 pcf).
 - 40 7. El tablero según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la suspensión acuosa comprende además trimetafosfato de sodio.
 8. El tablero según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 y 7, en donde el tablero tiene una densidad de 384 kg/m³ (aproximadamente 24 pcf) a 561 kg/m³ (aproximadamente 35 pcf).
 - 45 9. El tablero según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el almidón pregelatinizado extruido se forma por modificación química y extrusión de un almidón húmedo.
 - 50 10. Un método para fabricar un tablero que comprende:
 - (a) mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado extruido para formar una suspensión acuosa, formándose el almidón pregelatinizado extruido a partir de un almidón húmedo que tiene un contenido de agua inferior a aproximadamente 25 %,
 - 55 (b) disponer la suspensión acuosa entre una primera lámina de cubierta y una segunda lámina de cubierta para formar un ensamblaje húmedo,
 - (c) cortar el ensamblaje húmedo en un tablero, y
 - (d) secar el tablero;
 - 60 teniendo el almidón pregelatinizado extruido una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente 30 % cuando se mide a 25 °C, según el método expuesto en la descripción, y una viscosidad en agua fría de una suspensión acuosa al 10 % del almidón pregelatinizado extruido en agua cuando se mide a 25 °C y a una velocidad de corte de 100 s⁻¹ durante 1 min, según lo medido con el método de ensayo de viscosidad en agua fría (CWVA), como se expone en la descripción, que es de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,3 Pa.s (de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 300 centipoise);
 - 65

un núcleo de yeso fraguado formado a partir de la suspensión acuosa que tiene una resistencia compresiva mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón que tiene una solubilidad en agua fría menor que aproximadamente 30 % cuando se mide a 25 °C.

- 5 11. El método según la reivindicación 10, en donde el almidón pregelatinizado extruido tiene una solubilidad en agua fría de aproximadamente 30 % a aproximadamente 75 % y una viscosidad en agua fría de aproximadamente 0,12 Pa.s a aproximadamente 0,2 Pa.s (de aproximadamente 120 centipoise a aproximadamente 200 centipoise).
- 10 12. El método según la reivindicación 10 u 11, en donde el almidón pregelatinizado extruido tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 100 micrómetros a aproximadamente 400 micrómetros.
- 15 13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde el almidón pregelatinizado extruido está en la suspensión acuosa en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 % en peso basado en el peso del estuco, la suspensión acuosa comprende además un compuesto que contiene fosfato, y el tablero tiene una densidad de 384 kg/m³ (aproximadamente 24 pcf) a 561 kg/m³ (aproximadamente 35 pcf).
- 20 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en donde el almidón pregelatinizado extruido se forma por modificación química y extrusión de un almidón húmedo.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Viscosidad del almidón en diferentes estados

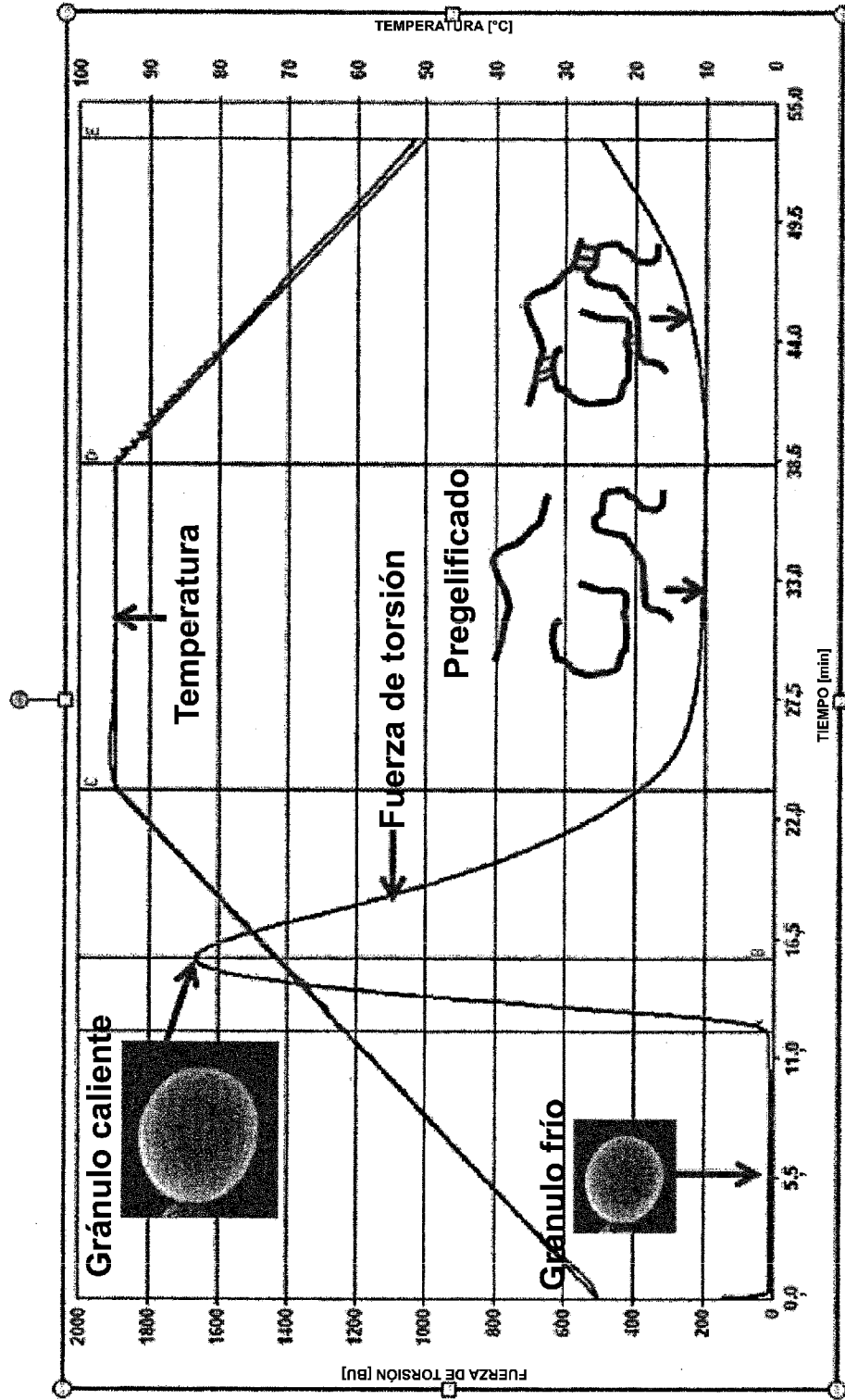


Figura 1

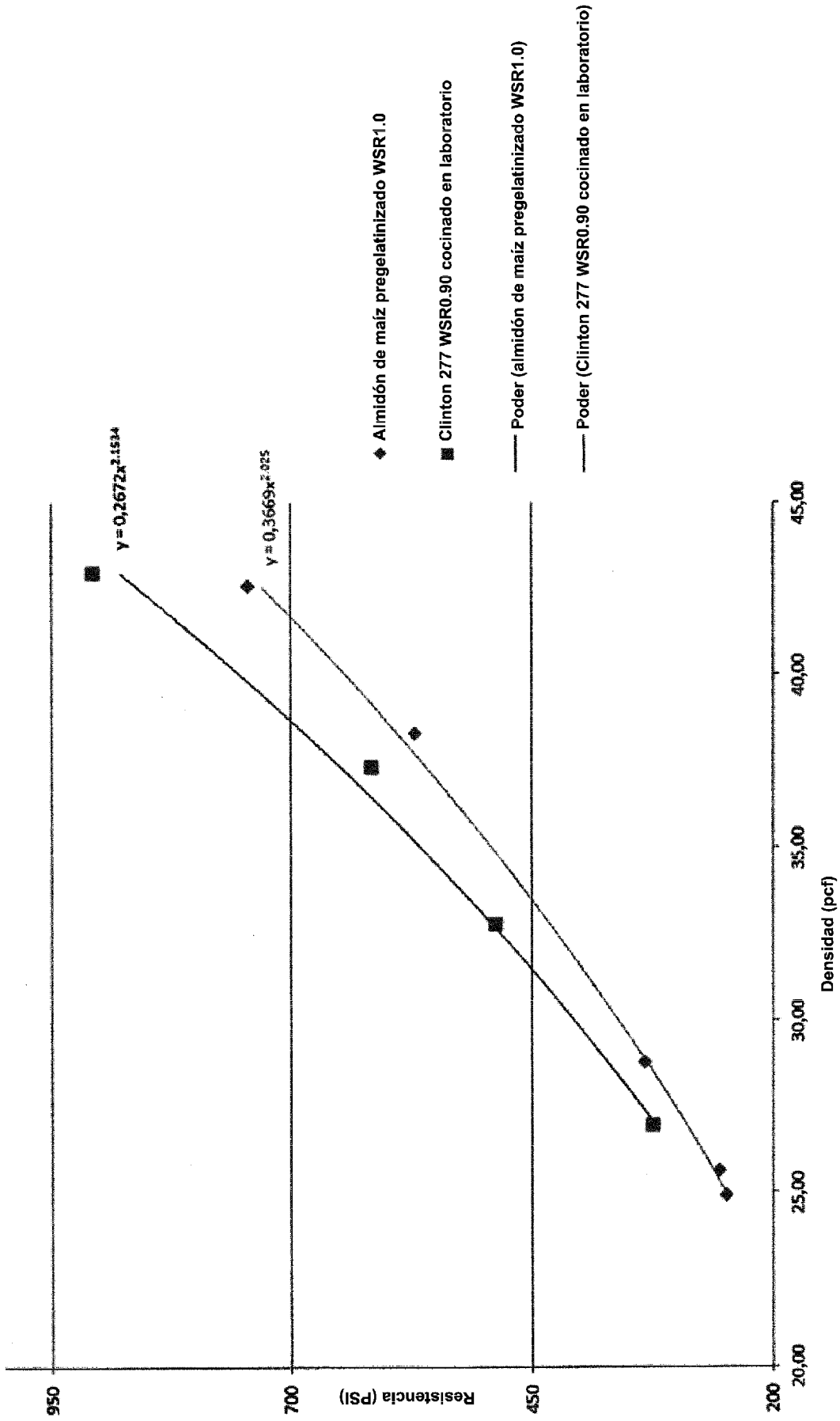


Figura 2