

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 682**

51 Int. Cl.:

**C04B 28/14** (2006.01)

**E04C 2/04** (2006.01)

**C08B 30/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2013 PCT/US2013/064776**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO14066079**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2013 E 13783185 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2912071**

54 Título: **Suspensión acuosa que comprende estuco y almidón pregelatinado con viscosidad de intervalo medio, tablero de yeso preparado a partir de esta suspensión acuosa y método para fabricar el tablero**

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:

**18.02.2021**

73 Titular/es:

**UNITED STATES GYPSUM COMPANY (100.0%)  
550 West Adams Street  
Chicago, IL 60661-3676, US**

72 Inventor/es:

**SANG, YIJUN;  
LEE, CHRIS C.;  
CHAN, CESAR y  
SONG, WEIXIN D.**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 806 682 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**

Suspensión acuosa que comprende estuco y almidón pregelatinado con viscosidad de intervalo medio, tablero de yeso preparado a partir de esta suspensión acuosa y método para fabricar el tablero

5 Antecedentes de la invención

10 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.

15 Durante la fabricación de la placa, se mezclan estuco (es decir, yeso calcinado en forma de sulfato de calcio hemihidratado y/o anhídrita 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,

20 una 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.

30 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.

35 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.

40 El documento US 2008/070026 A1 describe una suspensión acuosa que comprende agua, estuco y almidón pregelatinizado que requiere una cantidad reducida de agua para producir suficiente fluidez. El documento US 2010/075167 A1 describe una composición para la fabricación de un panel de yeso que comprende almidón y estuco, en donde un almidón pregelatinizado o un almidón no pregelatinizado. El documento US 2005/223949 A1 describe una composición aglutinante de almidón molido seco modificado con ácido en donde esta composición es útil, entre otras cosas, para su incorporación en suspensiones acuosas de yeso usadas en la formación de paneles de yeso.

45

**Breve resumen de la invención**

50 En un aspecto, la presente invención proporciona una placa 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 0,5 Pa.s

55 (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise)) cuando el almidón se somete a condiciones de acuerdo con 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

60 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.

65 En otro aspecto, la presente invención 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 0,5 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise) en donde la viscosidad se mide de acuerdo con 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, la presente invención proporciona un método de fabricación de tableros. 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) de acuerdo con algunas modalidades antes de su inclusión en la suspensión acuosa. En algunas modalidades, el almidón pregelatinizado se gelatiniza parcialmente cuando se añade a la suspensión acuosa, y la gelatinización restante tiene lugar en la etapa de secado (por ejemplo, en un horno). El almidón se gelatiniza completamente en el horno en algunas modalidades.

En otro aspecto, una modalidad ilustrativa, no reivindicada, 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 0,5 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise), y en donde la viscosidad se mide de acuerdo con el método VMA. En algunas modalidades, el compuesto para juntas comprende además yeso calcinado, agua y/o retardador de fraguado.

En otro aspecto, una modalidad ilustrativa, no reivindicada, 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 0,5 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise, en donde la viscosidad se mide de acuerdo con el método VMA, y en donde el panel tiene un coeficiente de reducción de ruido de al menos aproximadamente 0,5 de acuerdo con ASTM C 423-02. En algunas modalidades, las fibras comprenden lana mineral.

En otro aspecto, una modalidad ilustrativa que no está de acuerdo con 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, una modalidad ilustrativa que no está de acuerdo con 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 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 %.

En otro aspecto, una modalidad ilustrativa que no está de acuerdo con la presente invención proporciona 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.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un tablero de acuerdo con la reivindicación 1, una suspensión acuosa de acuerdo con la reivindicación 13 y a un método para fabricar un tablero de acuerdo con la reivindicación 14. Todas las modalidades descritas que no están dentro del alcance de las reivindicaciones independientes se indican como modalidades ilustrativas que no están de acuerdo con la presente invención.

Las modalidades de la presente invención 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" (por ejemplo, de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,5 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 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 (por ejemplo, para que pueda usarse menos almidón), mejoras en la resistencia del producto y demanda de agua, por ejemplo, al unísono en algunas modalidades. De acuerdo con las modalidades de la invención, 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 cocinar) o almidones pregelatinizados (cocidos) que tienen una viscosidad inferior a 0,02 Pa.s (20 centipoise), o superior a 0,5 Pa.s (500 centipoise), medido de acuerdo con 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 de acuerdo con las modalidades de la invención, la molécula de almidón se modifica para hidrolizar enlaces glicosídicos entre unidades de glucosa para lograr el peso molecular deseado. Las modificaciones incluyen modificaciones ácidas y/o modificaciones enzimáticas. Otros enfoques no reivindicados 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 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  $\alpha$ -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 de acuerdo con la invención proporcionan beneficios significativos a la resistencia del producto (por ejemplo, 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 de acuerdo con la presente invención 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 de la invención 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 700 centipoise (por ejemplo, aproximadamente 773 centipoise).

Puede seleccionarse cualquier almidón adecuado siempre que pueda cumplir con la viscosidad de intervalo medio característica de la invención. 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, como, por ejemplo, Clinton® 260 (ADM), Supercore® S23F (GPC), Amidon MB 065R (Roquette); un almidón de guisantes, 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, 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 viscosidad de intervalo medio característico de la invención 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 de las modalidades de la invención y para permitir la comparación de la viscosidad característica de diferentes almidones en circunstancias normales.

5 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. En algunas modalidades, el almidón pregelatinizado puede gelatinizarse parcialmente cuando se incluye en la suspensión acuosa, pero se vuelve completamente gelatinizado cuando se expone a temperatura elevada, por ejemplo, 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.

15 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.

30 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 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.

45 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.

60 La viscosidad de intervalo medio del almidón pregelatinizado es de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,5 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise), o de aproximadamente 0,03 Pa.s a aproximadamente 0,2 Pa.s (aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 200 centipoise). En modalidades de la invención, la viscosidad del almidón pregelatinizado cuando se prueba bajo el método VMA puede ser, por ejemplo, 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.

5

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)
Punto final para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)	0,025 (25)	X											
	0,03 (30)	X	X										
	0,035 (35)	X	X	X									
	0,04 (40)	X	X	X	X								
	0,045 (45)	X	X	X	X	X							
	0,05 (50)	X	X	X	X	X	X						
	0,055 (55)	X	X	X	X	X	X	X					
	0,06 (60)	X	X	X	X	X	X	X	X				
	0,065 (65)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	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	

ES 2 806 682 T3

Tabla 1A (continuación)

		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)
Punto final para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)	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
	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
	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
	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
	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
	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



Tabla 1B

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)
Punto final para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)	0,125 (125)	X											
	0,15 (150)	X	X										
	0,175 (175)	X	X	X									
	0,2 (200)	X	X	X	X								
	0,225 (225)	X	X	X	X	X							
	0,25 (250)	X	X	X	X	X	X						
	0,275 (275)	X	X	X	X	X	X	X					
	0,3 (300)	X	X	X	X	X	X	X	X				
	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		
	0,375 (375)	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
	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
	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	

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)						
5	Punto final para el intervalo de viscosidad en Pa.s (centipoise)											
10		0,425 (425)	X									
15		0,45 (450)	X	X								
20		0,475 (475)	X	X	X							
		0,5 (500)	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, 1 B o 1C.

El almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad de intervalo medio de acuerdo con las modalidades de la presente invención se incluye de manera sorprendente e inesperada 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 de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 %, a aproximadamente 2 %, a aproximadamente 1,5 %. Se ha encontrado que aumentar la cantidad de almidón de viscosidad de intervalo medio en la suspensión acuosa más allá de estos intervalos no mejora la resistencia de manera tan eficazmente ya que los niveles de resistencia pueden estabilizarse en cierta medida tras la adición de incluso más almidón en algunas modalidades.

En modalidades de la invención, 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. Los intervalos de la tabla entre 0,5 % y 3 % están de acuerdo con la invención. Todos los demás intervalos no están de acuerdo con la invención reivindicada.

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	4,5	X										
	15	5,0	X	X									
	20	5,5	X	X	X								
	25	6,0	X	X	X	X							
	30	6,5	X	X	X	X	X						
	35	7,0	X	X	X	X	X	X					
	40	7,5	X	X	X	X	X	X	X				
	45	8,0	X	X	X	X	X	X	X	X			
	50	8,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	55	9,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	60	9,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
65	10,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Los almidones pregelatinizados que tienen la característica de viscosidad de intervalo medio deseada pueden combinarse con otros almidones de acuerdo con las modalidades de la invención. 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, en algunas modalidades de la invención, 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 (por ejemplo, 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.

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 anhídrido 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. Ver, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos núms. 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 (por ejemplo, por debajo de aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>)). Ver, por ejemplo, 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 (por ejemplo, acelerador de yeso húmedo, acelerador resistente al calor, acelerador estabilizado con el clima) y retardador. Ver, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos núms. 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, PCE211, PCE111, 1641, 1641F o dispersantes de tipo PCE 2641, por ejemplo, MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651F, MELFLUX 1641F, dispersantes MELFLUX 2500L (BASF), y COAThac y Etacrílico M, disponible de 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 de 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, 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.

5 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, específicamente, 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 también sal de polifosfato acíclico soluble en agua. Ver, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos núms. 6,342,284; 6,632,550; 6,815,049; y 6,822,033.

15 Las composiciones de fosfato de acuerdo con algunas modalidades de la invención, pueden mejorar la resistencia en verde, la resistencia a la deformación permanente (por ejemplo, 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  $\text{Na}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$  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.

25 El fosfato puede incluirse en forma seca o en una forma en agua (por ejemplo, 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.

35 Los aditivos adecuados para productos resistentes al fuego y/o al agua además pueden incluirse, opcionalmente, que incluyen, por ejemplo, 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 (por ejemplo, expandible a aproximadamente 300 % o más del volumen original cuando se calienta durante aproximadamente una hora a 1560 °F (849 °C)). Ver, por ejemplo, la solicitud de Estados Unidos cedida de forma mancomunada 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 de acuerdo con la invención puede tener un Índice de aislamiento térmico (TI) de aproximadamente 17 minutos o más, por ejemplo, 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 de alta temperatura (a temperaturas de aproximadamente 1560 °F (849 °C)) de menos de aproximadamente 10 % en las direcciones x-y y expansión en la dirección z mayor que 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.

55 Si se incluye, el siloxano, preferentemente, 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.

65 La formulación de la suspensión acuosa puede hacerse con cualquier relación adecuada de agua/estuco, por ejemplo, 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, 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/m<sup>2</sup>) (por ejemplo, aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m<sup>2</sup>) a 45 lbs/MSF (219,7 g/m<sup>2</sup>)) incluso para tableros de menor peso (por ejemplo, que tienen una densidad de aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>) 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 (por ejemplo, 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/m<sup>2</sup>) (por ejemplo, de aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m<sup>2</sup>) a aproximadamente 65 lbs/MSF (317 g/m<sup>2</sup>), aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m<sup>2</sup>) a aproximadamente 60 lbs/MSF (293 g/m<sup>2</sup>), aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m<sup>2</sup>) a aproximadamente 55 lbs/MSF (268 g/m<sup>2</sup>), aproximadamente 50 lbs/MSF (224 g/m<sup>2</sup>) a aproximadamente 65 lbs/MSF (317 g/m<sup>2</sup>), aproximadamente 50 lbs/MSF (224 g/m<sup>2</sup>) a aproximadamente 60 lbs/MSF (293 g/m<sup>2</sup>), etc.). Si se desea, en algunas modalidades, una lámina de cubierta (por ejemplo, el lado del papel "frontal" cuando está instalada) puede tener un peso base mayor que el mencionado anteriormente, por ejemplo, para mejorar la resistencia al desgarro con clavos y el manejo, mientras que la otra lámina de cubierta (por ejemplo, la lámina "posterior" cuando la placa está instalada) puede tener un peso base algo menor si se desea (por ejemplo, un peso base de menos de 45 lbs/MSF (220 g/m<sup>2</sup>), por ejemplo, de aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m<sup>2</sup>) a 45 lbs/MSF (220 g/m<sup>2</sup>), por ejemplo, aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m<sup>2</sup>) a aproximadamente 40 lbs/MSF (195 g/m<sup>2</sup>)).

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, por ejemplo, aproximadamente 40 pcf (641 kg/m<sup>3</sup>) o menos, tal como de aproximadamente 20 pcf (320 kg/m<sup>3</sup>) hasta aproximadamente 40 pcf (641 kg/m<sup>3</sup>), desde aproximadamente 24 pcf (384 kg/m<sup>3</sup>) hasta aproximadamente 37 pcf (593 kg/m<sup>3</sup>), 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/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>), por ejemplo, aproximadamente 24 pcf (384 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>), aproximadamente 24 pcf (384 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m<sup>3</sup>), aproximadamente 27 pcf (432 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>), aproximadamente 27 pcf (432 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m<sup>3</sup>), aproximadamente 30 pcf (481 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m<sup>3</sup>), aproximadamente 27 pcf (432 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 30 pcf (481 kg/m<sup>3</sup>), etc.

Los almidones de la invención en la presente descripción proporcionan una mejora de la resistencia al producto de acuerdo con 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 de acuerdo con la prueba de cubo de 2 pulgadas (sin espuma) descrita en la presente descripción, exhibe preferentemente, una resistencia compresiva de al menos aproximadamente 1650 psi (11,38 MPa), por ejemplo, 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.

El tablero de acuerdo con la invención cumple con los protocolos de prueba de acuerdo con la norma ASTM C473-10 (por ejemplo, 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 tracción del clavo de al menos aproximadamente 65 lb (29,5 kg) según se determina de acuerdo con ASTM C473 (por ejemplo, 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

5 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, el tablero tiene una dureza de núcleo promedio de al menos aproximadamente 11 libras (5 kg) según se determina de acuerdo con 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/m<sup>3</sup>) o menos) como se describe en la presente descripción.

10 Puede fabricarse el producto de acuerdo con 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 núm. 7,364,676 y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. 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.

15 Los componentes secos y/o húmedos de la suspensión acuosa de yeso se alimentan a un mezclador (por ejemplo, mezclador de varilla), donde se agitan para formar la suspensión acuosa de yeso. El mezclador comprende un cuerpo principal y un conducto de descarga (por ejemplo, una disposición de compuerta-depósito-arranque como se conoce en la técnica, o una disposición como se describe en las patentes de Estados Unidos núms. 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 núm. 2012/0168527 A1 (solicitud núm. 13/341,016) y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2012/0170403 A1 (solicitud núm. 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 núm. 2012/0170403 A1. Puede añadirse agente espumante en el conducto de descarga del mezclador (por ejemplo, en la compuerta como se describe, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos núms. 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.

20 La lámina de cubierta frontal puede llevar una 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.).

25 El ensamblaje húmedo de este modo que se proporciona se transporta a una estación de formación donde el producto se dimensiona al grosor deseado (por ejemplo, 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.

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

35 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, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos núm. 8,070,895, así como también en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. 2009/0247937.

Además, el producto celulósico de yeso puede estar en forma de partículas huésped celulósicas (por ejemplo, fibras de madera), yeso, almidón pregelatinizado de viscosidad de intervalo medio y otros ingredientes (por ejemplo, aditivos resistentes al agua como los siloxanos) según se desee. Otros ingredientes y métodos de fabricación se discuten, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos núms. 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 de acuerdo con algunas modalidades puede tener una buena unión y puede mejorar la resistencia con otros componentes, por ejemplo, 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 núms. 4,661,161; 5,746,822; y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. 2011/0100844 describe retardador de fraguado (por ejemplo, fosfato tal como pirofosfato de tetrasodio (TSPP), ácido poliacrílico y/o sal del mismo, o similares), y otros ingredientes (por ejemplo, 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 discuten, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos núms. 6,406,537 y 6,805,741; así como la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. 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 de acuerdo con algunas modalidades 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 (por ejemplo, al menos aproximadamente 0,7 o al menos aproximadamente 1) de acuerdo con ASTM C423-02. Ver, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos núms. 1,769,519; 6,443,258; 7,364,015; 7,851,057; y 7,862,687 para la discusión de ingredientes y métodos para hacer baldosas acústicas.

Por lo tanto, en una modalidad, 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, en donde el almidón tiene la característica de una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s a aproximadamente 0,5 Pa.s (aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise) cuando la viscosidad se mide con el almidón en las condiciones de acuerdo con el método VMA (ver Ejemplo 1). Tener la característica no significa que el almidón se añade bajo las condiciones de la prueba de VMA, sino que cuando el almidón se somete a la prueba de VMA, se cumple la característica.

En otra modalidad, la característica de viscosidad del almidón es de aproximadamente 0,03 Pa.s a aproximadamente 0,3 Pa.s (aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 300 centipoise) bajo las condiciones de acuerdo con el método VMA.

En otra modalidad, la viscosidad característica del almidón es de aproximadamente 0,03 Pa.s a aproximadamente 0,2 Pa.s (aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 200 centipoise) en las condiciones de acuerdo con el método VMA.

En otra modalidad, el almidón es efectivo para aumentar la dureza del núcleo de yeso fraguado en relación con el núcleo de yeso fraguado sin el almidón.

En otra modalidad ilustrativa que no está de acuerdo con la presente invención, el almidón requiere un aumento en la cantidad del exceso de agua que se debía añadir a la suspensión acuosa para mantener la fluidez de la suspensión acuosa, al mismo nivel que sería sin el almidón que es menor que el aumento en la cantidad de exceso de agua que necesita un almidón que tiene una viscosidad mayor que 0,7 Pa.s (700 centipoise) (por ejemplo, 0,773 Pa.s (773 centipoise)), de acuerdo con el método VMA.

El almidón está en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 % en peso del estuco.

## ES 2 806 682 T3

En otra modalidad, el almidón es almidón modificado con ácido.

En otra modalidad, el almidón modificado con ácido es modificado con ácido por ácido sulfúrico.

5 En otra modalidad, el núcleo del tablero se caracteriza por tener una resistencia compresiva de al menos aproximadamente 1900 psi (13,1 MPa) (por ejemplo, al menos aproximadamente 1950 psi (13,45 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), etc.) cuando la suspensión acuosa se moldea de acuerdo con la prueba del cubo de 2 pulgadas (en ausencia de espuma).

En otra modalidad, la relación agua/estuco es de aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,8.

15 En otra modalidad, el tablero tiene una densidad de aproximadamente 24 pcf (384 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>).

En otra modalidad, el tablero tiene una densidad de aproximadamente 27 pcf (432 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m<sup>3</sup>).

20 En otra modalidad, el tablero tiene una densidad de aproximadamente 30 pcf (481 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 34 pcf (545 kg/m<sup>3</sup>).

25 En otra modalidad, la suspensión acuosa comprende un segundo tipo de almidón que (a) no está gelatinizado, (b) es un almidón pregelatinizado que tiene la característica de una viscosidad inferior a 0,02 Pa.s (20 centipoise) de acuerdo con el método VMA, o (c) es un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise) de acuerdo con el método VMA.

En otra modalidad, el tablero tiene un segundo tipo de almidón que comprende almidón alquilado.

30 En otra modalidad, el tablero tiene un segundo tipo de almidón que comprende almidón etilado.

En otra modalidad, la suspensión acuosa comprende además al menos un agente espumante que comprende una porción en peso mayor de componente inestable y una porción en peso menor de componente estable, la cantidad de agente espumante y la relación eficaz en peso del componente inestable con el componente estable para formar una distribución de huecos dentro del núcleo de yeso fraguado.

35 En otra modalidad, el agente espumante está en una cantidad de aproximadamente 0,1 % o menos en peso basado en el peso del estuco.

40 En otra modalidad, la suspensión acuosa comprende además al menos un dispersante.

En otra modalidad, el dispersante es naftalenosulfonato.

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

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

50 En otra modalidad, la suspensión comprende además un polifosfato.

En otra modalidad, el fosfato es trimetafosfato de sodio.

55 En otra modalidad, el fosfato está en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 5 % en peso del estuco.

En otra modalidad, el trimetafosfato de sodio está en una cantidad de aproximadamente 0,12 % a aproximadamente 0,4 % en peso del estuco.

60 En otra modalidad, el fosfato es soluble en agua y está presente en una cantidad de aproximadamente 0,12 % a aproximadamente 0,4 % en peso del estuco.

65 En otra modalidad, al menos una lámina de cubierta tiene un peso base de al menos aproximadamente 45 lbs/MSF (219,7 g/m<sup>2</sup>).

En otra modalidad, el almidón pregelatinizado es una harina que contiene un almidón.

En otra modalidad, el almidón pregelatinizado es una harina que contiene almidón (por ejemplo, harina de maíz), tal como una harina que contiene al menos aproximadamente 75 % de almidón en peso de la harina.

5 En otra modalidad, el almidón pregelatinizado está parcialmente pregelatinizado.

10 En otra modalidad, cuando el tablero se moldea a un grosor de aproximadamente ½ pulgada (1,27 centímetros), el tablero tiene una resistencia a la tracción del clavo de al menos aproximadamente 65 libras (29,5 kg), según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10.

15 En otra modalidad, cuando el tablero se moldea a un grosor de aproximadamente ½ pulgada (1,27 centímetros), el tablero tiene una resistencia a la tracción del clavo de al menos aproximadamente 65 libras (29,5 kg) y una dureza del núcleo de al menos 11 libras (5 kg), según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10.

En otra modalidad, cuando el tablero se moldea con un grosor de aproximadamente ½ pulgada (1,27 centímetros), el tablero tiene una resistencia a la tracción del clavo de al menos aproximadamente 72 libras (32,7 kg), según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10.

20 En otra modalidad, cuando el tablero se moldea a un grosor de aproximadamente ½ pulgada (1,27 centímetros), el tablero tiene una resistencia al estiramiento de clavos de al menos aproximadamente 77 libras (34,9 kg), según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10.

25 En otra modalidad, la placa tiene una dureza de núcleo de al menos aproximadamente 11 lb (5 kg), según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10.

30 En otra modalidad, una suspensión de acuerdo con la reivindicación 13 comprende agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado, en donde el almidón tiene una característica de una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,5 Pa.s (500 centipoise) cuando la viscosidad se mide cuando el almidón está sujeto a las condiciones de acuerdo con el método VMA.

35 Los productos hechos a partir de la suspensión acuosa pueden incluir (pero no se reivindica) baldosas acústicas (por ejemplo, para techos), compuestos para juntas, productos de fibra celulósica-yeso, tales como paneles de yeso y fibra de madera, y similares.

40 En otra modalidad, un método de fabricación de tableros comprende (a) mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado para formar una suspensión acuosa, en donde el almidón tiene una característica de una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,5 Pa.s (500 centipoise) cuando la viscosidad se mide con el almidón en las condiciones de acuerdo con el método VMA; (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.

45 En algunas modalidades ilustrativas que no están de acuerdo con la presente invención, el método comprende añadir una cantidad de agua para mantener la fluidez de la suspensión acuosa al mismo nivel que estaría sin el almidón, donde la cantidad de agua añadida es menor que la cantidad de agua necesaria cuando se usa un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise) en la misma suspensión acuosa.

50 En otra modalidad, el almidón pregelatinizado se gelatiniza parcialmente cuando se añade a la suspensión acuosa, mientras tiene lugar una gelatinización adicional en la etapa de secado.

En otra modalidad, el almidón pregelatinizado se gelatiniza completamente en la etapa de secado.

55 En otra modalidad, el almidón pregelatinizado se gelatiniza completamente cuando se añade a la suspensión acuosa o en la formulación del producto.

60 En otra modalidad, el método de fabricación de tableros comprende además gelatinizar el almidón a una temperatura igual o superior a la temperatura de gelatinización del almidón (al menos aproximadamente 90 °C tal como aproximadamente 95 °C) durante al menos 10 minutos antes de añadirlo a la suspensión acuosa o en la formulación del producto.

En otra modalidad, el almidón se cocina a presión (por ejemplo, por sobrecalentamiento a temperaturas superiores a aproximadamente 100 °C) para efectuar la gelatinización del almidón antes de su inclusión en la suspensión acuosa de yeso o en la formulación del producto.

En otra modalidad, la cantidad de agua añadida que se requiere secar es menor que la cantidad de agua secada cuando se usa un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad superior a 700 centipoises en la misma suspensión acuosa u otro medio para la formulación del producto.

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

En otra modalidad, el almidón tiene una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,3 Pa.s (300 centipoise)

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

El almidón está en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 % en peso basado en el peso de estuco.

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

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

20 En otra modalidad, el tablero tiene una densidad de aproximadamente 24 pcf (384 kg/m<sup>3</sup>) a aproximadamente 35 pcf (561 kg/m<sup>3</sup>).

25 Debe notarse que lo anterior son meramente ejemplos de modalidades. Otras modalidades 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 modalidades puede usarse en diversas combinaciones con las otras modalidades proporcionadas en la presente descripción.

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

30 Ejemplo 1 - método de medición de viscosidad

35 Este ejemplo expone el método de ensayo de medición de viscosidad, denominado en la presente descripción "método VMA". Cuando se hace referencia en la presente descripción a la viscosidad, esto 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).

40 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.

45 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.

55 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<sup>-1</sup>. La muestra se mantiene a 90 °C durante 10 min a una velocidad de corte de 200 s<sup>-1</sup>. La muestra se enfría de 90 °C a 80 °C a 5 °C/min y una velocidad de corte de 200 s<sup>-1</sup>. La muestra se mantiene a 80 °C durante 10 min a una velocidad de corte de 0 s<sup>-1</sup>. La viscosidad de la muestra se mide a 80 °C y una velocidad de corte de 100 s<sup>-1</sup> durante 2 min. La viscosidad es el promedio de la medición de 30 segundos a 60 segundos.

65 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 gelatinizada (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<sup>-1</sup> durante 2 minutos. La viscosidad es el promedio de la medición de 30 segundos a 60 segundos.

5 Ejemplo 2 - viscosidad del almidón en diferentes estados

10 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.

15 Un experto en la técnica reconocerá fácilmente las unidades Brabender. Por ejemplo, brevemente, puede usarse un Viscógrafo CW Brabender, por ejemplo, un Viscógrafo-E que usa la fuerza de torsión de reacción para la medición dinámica. El Viscógrafo-E está disponible comercialmente en CW 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.

20 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.

25 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 del cubo y prueba de resistencia compresiva

40 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.

45 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.

50 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).

55 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

## ES 2 806 682 T3

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

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)	Si	1768 (12,19 MPa)	2121 (14,62 MPa)
Almidón modificado con ácido	Supercore® S22F (Corporación de procesamiento de granos)	Si	1844 (12,71 MPa)	2014 (13,89 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	LC211 (ADM)	Si	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

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 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	Si	660	2121 (14,62 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 260 (ADM)	En el laboratorio	Si	430	2413 (16,64 MPa)
Almidón de guisante con hidroxipropilo extruido	Tackidex®K720 (Roquette)	Durante la fabricación	Si	170	2254 (15,54 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 277 (ADM)	En el laboratorio	Si	129	2252 (15,53 MPa)
Almidón de maíz modificado con ácido	Clinton 290 (ADM)	En el laboratorio	Si	37	2282 (15,73 MPa)
Almidón modificado con ácido	Supercore® S23F (Grain Processing Corporation)	En el laboratorio	Si	34	2290 (15,79 MPa)
Maltodextrina	Maltrin M040 Processing Corporation)	Durante la fabricación	Si	6	1970 (13,58 MPa)
Maltodextrina	Maltrin M100 Processing Corporation)	Durante la fabricación	Si	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

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.

Ejemplo 7 - variación en la cantidad de almidón en la resistencia

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.

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

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)



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.

5 Ejemplo 8 - fluidez de la suspensión acuosa de yeso

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 colocar 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.

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

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

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.

Ejemplo 9 - modificación de ácidos de harina de maíz pregelatinizada en el estado seco

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 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.

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)

Ejemplo 10 - formulación de suspensión acuosa de yeso, resistencia compresiva de cubo y prueba de asentamiento de la suspensión acuosa

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.

Ejemplo 11 - modificación con ácido de harina de maíz pregelatinada en 0.25n de solución de ácido sulfúrico

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)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 70 minutos	16,3	2159 (14,89 MPa)
Ácido sulfúrico 0,25 N incubado durante 80 min	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)

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 ensayo de resistencia compresiva

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/m<sup>3</sup> y 721 kg/m<sup>3</sup>) 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. 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 velocidad constante entre 15 a 40 psi/s (103,4 a 275,8 kPa/s)).

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/pie<sup>3</sup> a 40 lb/pie<sup>3</sup> (400 kg/m<sup>3</sup> a 721 kg/m<sup>3</sup>). 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 ilustrativo que no está de acuerdo con la invención 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.

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/pie<sup>3</sup> (865 kg/m<sup>3</sup>). 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/pie<sup>3</sup> (465 kg/m<sup>3</sup>). 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 ilustrativo que no está de acuerdo con la invención 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 (%)	
1	110	24	pequeña	0	30,3
2	110	24	pequeña	1	30,0
3	110	30	grande	1	8,5
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 ilustrativo que no está de acuerdo con la invención 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<sup>-1</sup> 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. La recitación de los intervalos de valores en la presente descripción solo pretende servir como un método abreviado de referirse individualmente a cada valor separado que cae dentro del intervalo, a menos que se indique lo contrario en la presente descripción, y cada valor por separado se incorpora a la especificación como si se mencionara individualmente en la presente. Todos los métodos 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. Tablero que comprende:  
 un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas de cubierta, el núcleo se forma a partir de una suspensión acuosa que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado, en donde la hidrólisis despolimeriza al menos parcialmente el almidón mediante modificación con ácido y/o enzimática, en donde el almidón parcialmente hidrolizado tiene una característica de una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,5 Pa.s (500 centipoise) cuando se mide la viscosidad mientras el almidón se somete a las condiciones de acuerdo con el método VMA como se expone en la presente descripción; en donde el almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado está en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 % en peso del estuco, la suspensión acuosa requiere un aumento en la demanda de agua para mantener una fluidez de la suspensión acuosa al mismo nivel que estaría sin el almidón que es menor que el aumento en la demanda de agua requerida por una suspensión acuosa idéntica que contiene un almidón que tiene una viscosidad superior a 0,5 Pa.s (500 centipoise) de acuerdo con el método VMA;  
 el tablero tiene una dureza del núcleo de al menos aproximadamente 5 kg (11 lb), según se determina de acuerdo con ASTM C473-10.
2. Tablero de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la característica de viscosidad del almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado es de aproximadamente 0,03 Pa.s (30 centipoise) a aproximadamente 0,2 Pa.s (200 centipoise) de acuerdo con el método VMA.
3. Tablero de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado es eficaz para aumentar la dureza del núcleo del núcleo de yeso fraguado con respecto al núcleo de yeso fraguado sin el almidón.
4. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el almidón parcialmente hidrolizado pregelatinizado es almidón modificado con ácido.
5. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la suspensión acuosa tiene una relación agua/estuco de aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,8.
6. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el tablero tiene una densidad de aproximadamente 384 kg/m<sup>3</sup> (aproximadamente 24 pcf) a aproximadamente 561 kg/m<sup>3</sup> (aproximadamente 35 pcf).
7. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la suspensión acuosa comprende un segundo tipo de almidón que (a) no está gelatinizado, (b) es un almidón pregelatinizado que tiene la característica de una viscosidad inferior a 0,02 Pa.s (20 centipoise) de acuerdo con el método VMA, o (c) es un almidón pregelatinizado que tiene la característica de viscosidad superior a 0,7 Pa.s (700 centipoise) de acuerdo con el método VMA.
8. Tablero de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el segundo tipo de almidón comprende almidón alquilado.
9. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la suspensión comprende además al menos un agente espumante que comprende una porción en peso mayor del componente inestable y una porción en peso menor del componente estable, la cantidad de agente espumante y la relación en peso del componente inestable con el componente estable es eficaz para formar una distribución de huecos dentro del núcleo de yeso fraguado.
10. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la suspensión comprende además dispersante de naftalenosulfonato.
11. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la suspensión comprende además trimetafosfato de sodio.
12. Tablero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde, cuando el tablero se moldea con un grosor de aproximadamente 1,3 cm (aproximadamente ½ pulgada), el tablero tiene una resistencia a la tracción del clavo de al menos aproximadamente 29,5 kg (aproximadamente 65 libras), según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473.
13. Suspensión acuosa que comprende agua, estuco y al menos un almidón parcialmente hidrolizado pregelatinizado, en donde la hidrólisis despolimeriza al menos parcialmente el almidón mediante modificación con ácido y/o enzimática, en donde el almidón parcialmente hidrolizado tiene una característica de viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,5 Pa.s (500 centipoise) cuando se mide

la viscosidad mientras el almidón se somete a las condiciones de acuerdo con el método VMA como se expone en la presente descripción;

en donde el almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado está en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 % en peso del estuco, la suspensión acuosa requiere un aumento en la demanda de agua para mantener una fluidez de la suspensión acuosa al mismo nivel que estaría sin el almidón que es menor que el aumento en la demanda de agua requerida por una suspensión acuosa idéntica que contiene un almidón que tiene una viscosidad superior a 0,5 Pa.s (500 centipoise) de acuerdo con el método VMA; en donde cuando la suspensión se usa para fabricar un núcleo de tablero, el tablero tiene una dureza de núcleo de al menos aproximadamente 5 kg (11 lb), según se determina de acuerdo con ASTM C473-10.

14. Método de fabricación de tablero que comprende:

(a) mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón parcialmente hidrolizado pregelatinizado para formar una suspensión acuosa, en donde la hidrólisis despolimeriza al menos parcialmente el almidón mediante modificación con ácido y/o enzimática, en donde el almidón parcialmente hidrolizado tiene una característica de una viscosidad de aproximadamente 0,02 Pa.s (20 centipoise) a aproximadamente 0,5 Pa.s (500 centipoise) cuando la viscosidad se mide de acuerdo con el método VMA como se expone en la presente descripción;

en donde el almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado está en una cantidad de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 3 % en peso del estuco; la suspensión acuosa requiere un aumento en la demanda de agua para mantener una fluidez de la suspensión acuosa al mismo nivel que estaría sin el almidón que es menor que el aumento en la demanda de agua requerida por una suspensión acuosa idéntica que contiene un almidón que tiene una viscosidad superior a 0,5 Pa.s (500 centipoise) según el método VMA;

(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, el tablero tiene una dureza del núcleo de al menos 5 kg (11 lbs), según se determina de acuerdo con ASTM C473-10.



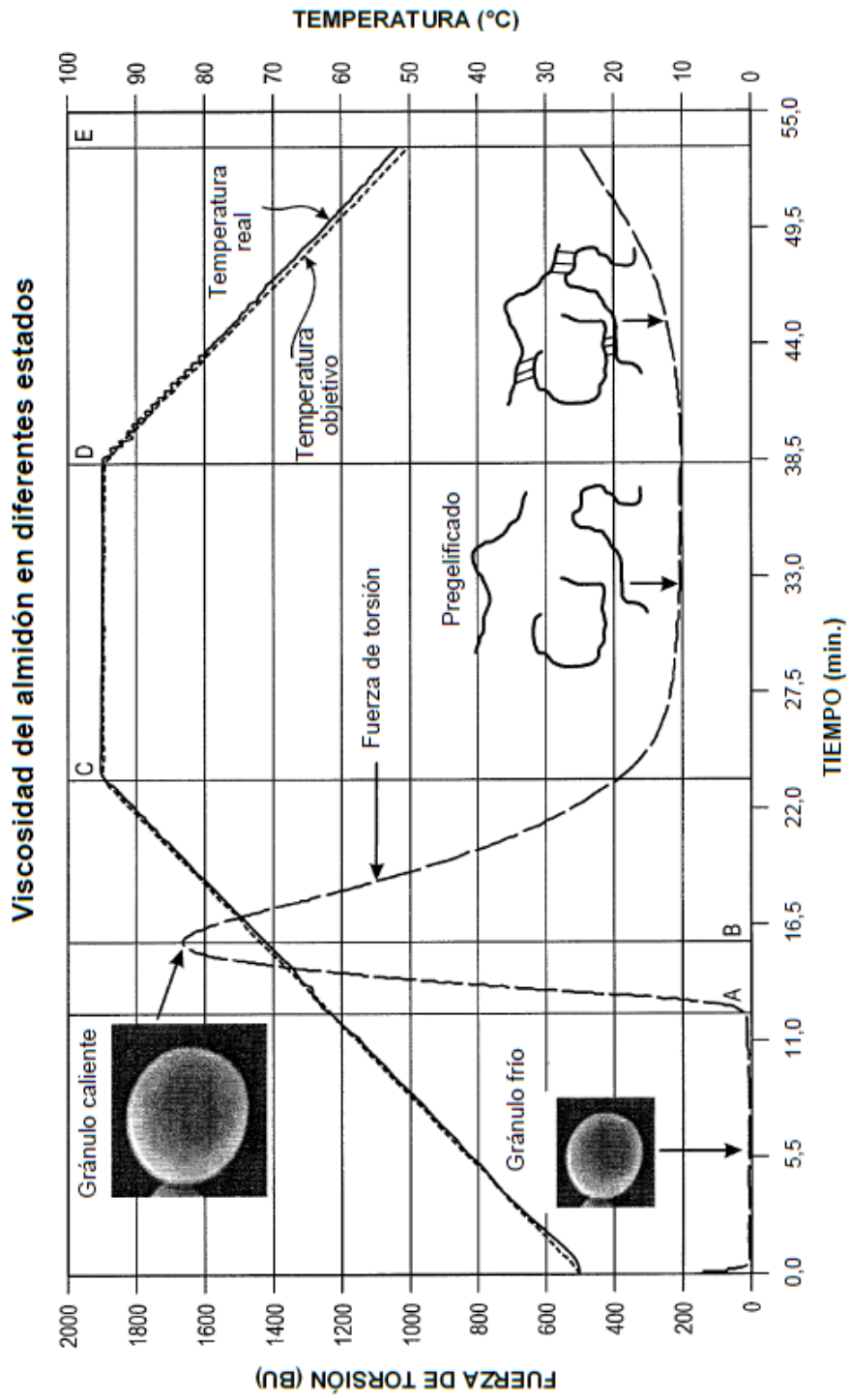


Figura 1

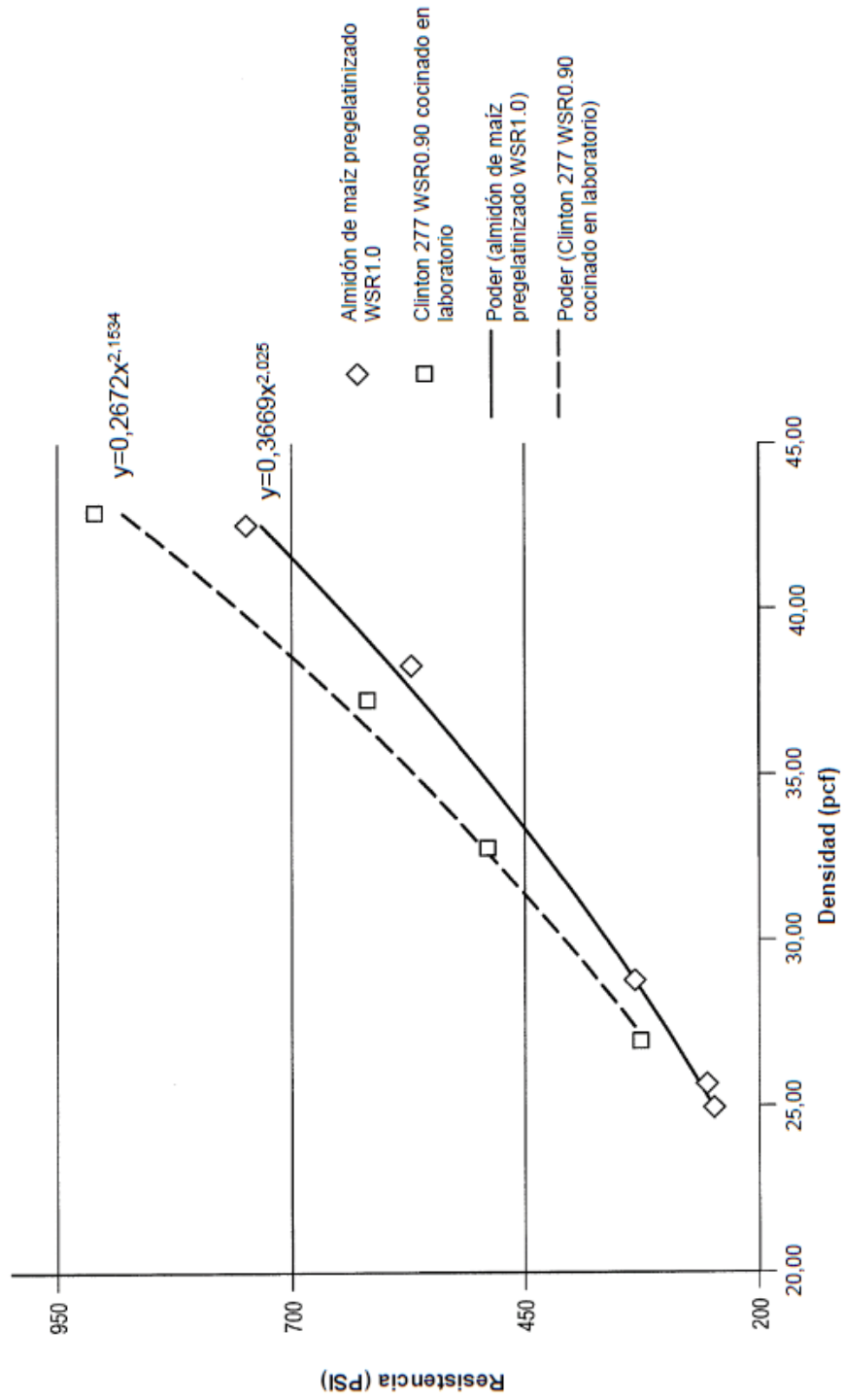


Figura 2