



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 308 466**

⑤1 Int. Cl.:
C04B 41/50 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05719011 .8**

⑨6 Fecha de presentación : **24.02.2005**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1853533**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **14.11.2007**

⑤4 Título: **Método para la consolidación de piedras ornamentales y planta pertinente.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

⑦3 Titular/es: **Luigi Pedrini**
Via Sgaruga, 19
24060 Carobbio Degli Angeli, Bergamo, IT

⑦2 Inventor/es: **Pedrini, Luigi**

⑦4 Agente: **Arias Sanz, Juan**

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

Método para la consolidación de piedras ornamentales y planta pertinente.

5 La presente invención se refiere a un método para la consolidación de piedras ornamentales, principalmente pero no exclusivamente, utilizadas en edificios tanto para suelos como para revestimientos, realizado utilizando disoluciones acuosas de silicatos solubles. El método se aplica mientras se trabajan piedras ornamentales tanto sobre productos semiacabados como en artículos finales. La invención también se refiere a los medios que permiten implementar el método de consolidación.

10 El tratamiento de consolidación se requiere en el material pétreo a modo de placa puesto que su primer objetivo es sellar las porosidades y las fracturas de roca y mejorar entonces las propiedades mecánicas del producto semiacabado, en particular la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. Además, la consolidación permite por ejemplo obtener productos semiacabados más resistentes, adecuados para aguantar todas las etapas de trabajo siguientes que
15 exponen a la roca a altas tensiones mecánicas para obtener artículos finales con propiedades mecánicas más altas que los productos similares no tratados. Además, el tratamiento va dirigido a mejorar el aspecto de piedra ornamental realizando un pulido mejorado, acentuando los colores naturales de la roca.

20 La técnica anterior comprende varios métodos para consolidar piedras o materiales pétreos en placas impregnándolos con productos fluidos o similares; pueden dividirse en dos familias de métodos; la impregnación de resina y la impregnación de disolución acuosa de silicatos.

El tratamiento de material pétreo por medio de resinas se conoce bien y se utiliza comúnmente. El material que va a impregnarse puede insertarse en una cámara, sumergirse en la resina y después se pone la cámara a presión para
25 ayudar a la resina, normalmente muy viscosa, a penetrar en el material.

La patente DE 3930281 describe un método en el que la penetración de resina se obtiene calentando el material de placa para la total deshidratación del mismo y a continuación aspirando la cámara antes de sumergir la placa en el fluido de impregnación, completándose el método por la catálisis de la resina en un horno.

30 Otras patentes, siendo una de las más recientes de las mismas la solicitud de patente estadounidense 2004/0076771, describen el método de impregnación de placa para un fin de reparación o estético en el que las placas se aproximan verticalmente con hojas de material interpuestas que absorben la resina y al menos una hoja de material de plástico a la que no afecta la acción de la resina, todo esto para la ruptura posterior del bloque así formado después de la
35 impregnación. Esta impregnación se produce después de calentar las placas que están trabajándose, componiendo el bloque en equipo modular que puede hacerse estanco, impregnando con la resina a la presión atmosférica y a una presión más alta, sellando dicho equipo y controlando la absorción de resina durante el proceso mediante dicho bloque de placas.

40 El uso de resinas tiene sin embargo una serie de desventajas principalmente debido a que son tóxicas, contaminantes, caras; después de utilizarse en un único proceso no pueden reciclarse y requieren diferentes dispositivos y etapas de proceso posteriores principalmente debido al manchado de la máquina y la planta, a la necesidad de reducir a un mínimo el área alrededor del material que está tratándose para reducir la resina que está utilizándose y el coste así como a la necesidad de etapas de gran habilidad para aproximar y separar las placas del bloque de placas que está
45 tratándose.

Para remediar estos problemas se utilizan disoluciones de vidrio soluble como consolidante en la técnica. Se conocen bien las propiedades de consolidación, obtención de pruebas y mejora de las características mecánicas de suelos, compuestos por polvos inorgánicos y materiales pétreos, del vidrio soluble. Se describen en la técnica diferentes
50 composiciones de disoluciones de vidrio soluble según la función del material y clase así como la configuración de la roca. En muchos casos se añaden otras sustancias y compuestos a la disolución de vidrio soluble, basándose en la necesidad de controlar diferentes parámetros del consolidador tales como la viscosidad de disolución, el tiempo de endurecimiento, las características de impermeabilidad. La impregnación de disolución en el material se produce a una presión más alta que la presión atmosférica.

55 De hecho se conoce en la técnica un método a través de la patente EP 651842 que describe una impregnación de silicato para consolidar placas u hojas de material pétreo por medio de disoluciones de vidrio soluble. La impregnación se realiza aplicando presión a la disolución, con valores mínimos de 0,8 Mpa (8 bares) hasta, y preferiblemente de, 15 Mpa (150 bares).

60 Sin embargo, el uso de dicho método con silicatos requiere el uso de cantidades convenientes de aditivos para no obtener tiempos de endurecimiento muy largos. Por tanto, las disoluciones de vidrio soluble que se utilizan para la impregnación pueden utilizarse sólo durante tiempos limitados, es decir como máximo uno o dos días. Además, la acción de la presión, al contrario de lo que se ha recalcado en la descripción de la patente, no permite obtener una
65 solidificación de silicato sin defectos puesto que el gas y el vapor en las fisuras y microporosidades de la placa que está trabajándose, con la alta presión se reduce a microcavidades en el silicato solidificado lo que hace que la resistencia mecánica del mismo y por consiguiente de la placa impregnada sea inferior.

Esta técnica anterior está sujeta a muchas mejoras en cuanto a la posibilidad de realizar un tratamiento que permita sellar las porosidades y las fracturas de roca y así mejorar las propiedades mecánicas del producto semiacabado, en particular la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad para aguantar todas las etapas de trabajo que exponen a las placas a altas tensiones mecánicas.

Una mejora adicional se refiere a conseguir artículos finales con propiedades mecánicas superiores a los productos similares no tratados y con tal nivel que casi no pueda encontrarse en la naturaleza. Y no menos la mejora del tratamiento permite mejorar las propiedades estéticas de la piedra ornamental garantizando un mejor resultado de la operación de pulido, así como acentuar los colores naturales de la roca.

Lo anterior da como resultado la necesidad de solucionar el problema técnico de realizar un método de tratamiento por impregnación de la piedra natural o de placas o láminas de material pétreo, permitiendo obtener la consolidación del mismo para superar los inconvenientes de los métodos conocidos.

Además, un objetivo principal del presente tratamiento es sellar las porosidades y fracturas de roca y así mejorar las propiedades mecánicas del producto semiacabado para aguantar todas las etapas de trabajo posteriores que exponen a la roca a altas tensiones mecánicas.

Además, otro objetivo es realizar artículos finales con propiedades mecánicas superiores a las de los productos similares no tratados, así como obtener un aspecto de piedra ornamental mejorado.

Además, un segundo objetivo aunque no menos importante es realizar disoluciones de vidrio soluble para impregnar materiales pétreos en placas o láminas que tengan una estabilidad y vida media más altas que las disoluciones conocidas.

Finalmente, por último pero no menos importante un objetivo es realizar una planta y un equipo específico para implementar el tratamiento de consolidación, permitiendo realizar el tratamiento con una capacidad de producción industrial suficiente: es decir, haciendo las etapas de tratamiento no sólo posibles sino también baratas de realizar.

La invención soluciona dicho problema técnico adoptando: un método de consolidación de piedras ornamentales a modo de placa, de lámina o de elemento modular, que comprende: la impregnación por medio de presión creada en el entorno de tratamiento por medio de una disolución de vidrio soluble en la que se sumerge el material que está tratándose durante el tiempo suficiente para la penetración completa en las fisuras y microporosidades de la superficie del mismo; caracterizado porque comprende las etapas siguientes:

- un tratamiento previo del material por aspiración;

- una permanencia de la etapa de tratamiento previo durante el tiempo suficiente, después de alcanzar el valor de vacío deseado, para extraer gases, vapores y polvos existentes en dichas fisuras y microporosidades;

- una inyección de la disolución de impregnación en la misma cámara de tratamiento previo de vacío, con una disolución de vidrio soluble adecuada para el litotipo de la roca que está tratándose y para el objeto mecánico-estético previsto por la impregnación;

- mantener la cámara de tratamiento en vacío durante la inyección;

- una etapa de impregnación que se mantiene durante el tiempo suficiente para que la disolución penetre en dichas fisuras y microporosidades siempre en vacío.

Además, adoptando en una realización preferida: después de la impregnación, una etapa de desecación del material tratado a una temperatura que supera ligeramente la temperatura ambiente con una duración de al menos un día.

Características adicionales del método adoptado serán más evidentes a partir de la descripción y las reivindicaciones siguientes.

Adoptando, en una realización preferida: un dispositivo para la manipulación y almacenamiento de piedras ornamentales a modo de placa, de lámina o de elemento modular, que va a utilizarse en el método de consolidación, que comprende: un armazón para soportar y agarrar un conjunto de materiales a modo de placa, de lámina o de elemento modular que están trabajándose; caracterizado porque tiene al menos una estructura cerrada que rodea los bordes laterales superficiales de dichos materiales que están trabajándose en la que se proveen múltiples formaciones de al menos tres o más dedos en el lateral interior de dicha forma cerrada, alineados y orientados hacia el interior de dicha forma cerrada, para definir una distancia predeterminada y constante, basada en el área de superficie del material que está tratándose, entre dos placas, láminas o elementos modulares adyacentes mantenidos en posición entre los dedos de dicho dispositivo.

Además, adoptando en una realización preferida: el dispositivo disponiendo en una dirección subvertical o vertical las placas, láminas o elementos modulares.

ES 2 308 466 T3

Características adicionales del dispositivo de manipulación y almacenamiento adoptado serán más evidentes a partir de la descripción y reivindicaciones siguientes.

Adoptando en una realización preferida: una planta para implementar el método para consolidar piedras ornamentales a modo de placa, de lámina o de elemento modular de un modo industrial con una producción y rendimiento económicamente rentables, caracterizada porque comprende:

- una estación de carga/descarga de los materiales que están trabajándose que comprende al menos un manipulador para recoger y situar dichos materiales sobre un dispositivo de manipulación y almacenamiento; al menos una máquina transportadora para recoger y manipular el conjunto de material alojado sobre el dispositivo desde la estación de carga/descarga hacia una estación de tratamiento previo e impregnación;

- al menos una cámara de vacío en la que dicho conjunto está alojado durante las etapas de tratamiento; al menos uno o más medios de extracción del aire de la cámara de vacío; al menos uno o más dispositivos para alimentar y extraer la disolución de fluido de impregnación en la cámara de vacío.

Además, adoptando en una realización preferida: al menos una estación de desecación equipada con una o más cámaras de temperatura controlada para el curado y secado completo del impregnante.

Características adicionales de la planta adoptada serán más evidentes a partir de la descripción y reivindicaciones siguientes.

Una implementación de la invención se muestra, simplemente a modo de ejemplo, en los siete dibujos adjuntos en los que: la figura 1 es la vista en perspectiva esquemática de la planta para el tratamiento de consolidación de placas de material pétreo según la invención, en este caso dimensionada para láminas cortadas de bloques de granito; la figura 2 es la vista en perspectiva esquemática de la estación de composición del almacén de manipulación de láminas en el estado abierto para la carga; la figura 3 es la vista en perspectiva esquemática de la estación de carga de la figura 2 con láminas ya situadas sobre el almacén todavía abierto; la figura 4 es la vista esquemática de una clase de almacén vacío con los brazos de cierre conformados en “L”; la figura 5 es la vista esquemática del almacén cerrado con las láminas listas para la manipulación; la figura 6 es la vista en perspectiva ampliada de la estación de carga/descarga de las láminas de la planta de la figura 1; la figura 7 es la vista lateral de la manipulación de un almacén completo de láminas; la figura 8 es la vista en perspectiva ampliada de la cámara de tratamiento de vacío de la figura 1; la figura 9 es la sección transversal de una cámara de tratamiento de vacío e impregnación durante la etapa de impregnación; la figura 10 es la vista en perspectiva ampliada de la cámara de desecación de láminas impregnadas, cada una con diferentes planos de almacenamiento, para la consolidación final de la disolución de vidrio soluble.

La figura 1 muestra las diferentes estaciones de la planta de tratamiento según la invención en la que las láminas 1 proceden de la mesa de rodillos 2 en la estación de carga/descarga 3 de la planta. Aguas arriba una cámara de lavado y secado de láminas 4 está sobre dicha mesa de rodillos antes de la estación de carga/descarga. Un manipulador aéreo de copa de succión 5 conocido se ocupa de mover las láminas 1 desde la mesa de rodillos 2 hacia el almacén 50 equipado con peines móviles 51 para separar los laterales de las láminas 1 durante la carga. El manipulador 5 durante su movimiento sitúa una lámina 1 entre parejas de dientes de peine 52 de modo que también quedan separadas por parejas de dedos 53 equipando el almacén sobre la viga de soporte 54 de los bordes de lámina 55; los peines se hacen funcionar accionando los cilindros actuadores 56 en ascenso y descenso. Una carretilla 6 lleva el conjunto 7 de láminas 1 a la cámara de vacío 8 de la estación de impregnación 9; una puerta 10 se cierra para aspirar cada cámara. La estación de desecación 11 siguiente tiene las cámaras de desecación 12 en las que la carretilla 6 manipula el conjunto de láminas 7 sobre los diferentes estantes.

La figura 4 muestra también los brazos de cierre superior conformados en “L” 57 del almacén 50 después de cargar las láminas 1. Estos brazos están equipados con dedos 58 que se extienden hacia abajo, es decir hacia el borde superior de lámina 55 después de cerrar el almacén, tal como puede verse en la figura 5.

En la figura 7 la carretilla 6 está equipada con horquillas 61 que se extienden sobre la mitad de la longitud de las láminas 1 para la recogida inferior del almacén 50 con el conjunto de láminas 7.

Las cámaras de vacío 8, tal como puede verse en las figuras 8 y 9, del área de impregnación 9 son adyacentes y tienen un conducto superior 20 que aloja una válvula solenoide de seccionamiento 21 para controlar la aspiración desde la tubería de vacío principal 22; los almacenes 50 cargados con el conjunto 7 de láminas 1 están soportados por las guías 23 longitudinalmente a la cámara de vacío 8. La parte inferior de la cámara 24 está conformada en “V” recogiendo la disolución de vidrio soluble durante el vaciado, por medio del conducto 25 equipado con un filtro para impurezas 26 y con una válvula solenoide de seccionamiento 27 hacia una tubería de flujo de retorno de disolución de impregnación 28; la disolución se almacena en un tanque 29. Durante el tratamiento la disolución de vidrio soluble se mantiene en el nivel S, justo por debajo del borde superior 55 de las láminas 1. Una pantalla 31 con aberturas laterales para evitar la succión de partículas o gotas de fluido protege la boca de succión de vacío 30. La cámara de vacío 8 está equipada con tuberías 31 para distribuir y pulverizar el agua de lavado.

La estación de desecación 11 de láminas 1 impregnadas comprende la cámara 12 en la que se inyecta aire caliente a la temperatura requerida incluso diferentes entre las dos cámaras, produciéndose el aire mediante la estación térmica

13; las cámaras se dividen en alojamientos 14 sobre diferentes estantes en los que los armazones 50 con los conjuntos de láminas 7 están soportados sobre guías longitudinales 15. Las cámaras de desecación se cierran mediante una sencilla tapa 16 para cada alojamiento para manipular desde los alojamientos individuales los conjuntos de láminas 7 respectivos individualmente.

El método de tratamiento según la invención comprende una etapa de tratamiento previo de vacío de producto para obtener materiales secos y limpios, eliminando las porosidades y fracturas de polvo y gases residuales, para garantizar la posterior penetración completa del consolidante y la interacción directa entre el consolidante y los minerales que componen la roca.

La etapa de tratamiento previo consiste en un tratamiento de vacío de las láminas 1 situadas en la cámara de vacío 8 que puede utilizarse en la siguiente etapa como cámara de impregnación. La cámara de vacío tiene un tanque con una abertura lateral con una puerta 10, siendo ambos estancos. La cámara 8 está conectada a través de la tubería 20 y 22 a una o más bombas, no mostradas, que pueden crear en la cámara el nivel de vacío deseado. Ventajosamente los productos son productos semiacabados, es decir placas, hojas y láminas no acabadas y están situados en un lateral en la estructura que los soporta, el armazón 50 y los brazos 57, para mantenerlos separados una distancia mínima relativa que ayuda a que la disolución de impregnación fluya entre los mismos. La distancia está predeterminada con respecto al ancho de la superficie de producto semiacabado. Las placas, láminas o elementos modulares están situados en la estructura de armazón con las superficies mayores orientadas de tal manera que se favorece el flujo hacia abajo del fluido una vez que el tratamiento de impregnación ha acabado, preferiblemente orientados verticalmente o incluso subverticalmente con un borde o lateral casi alineado con la parte inferior 24 de dicho tanque.

El método de la presente invención proporciona en la etapa de tratamiento previo alcanzar un vacío que es inferior a 2 mbar, preferiblemente de 0,2-0,3 mbar. El tiempo necesario para alcanzar el vacío necesario (el vacío previsto) varía según el volumen y la tipología de la roca que va a tratarse, el grado de humedad de la roca, el grado de limpieza de las superficies del producto semiacabado y obviamente las características del sistema de bombas que está utilizándose; el material que está tratándose debe limpiarse previamente, y finalmente lavarse y secarse por medio de chorros de aire comprimido en la cámara 4, para eliminar los polvos de corte residuales y para estar también, en lo posible, seco. El tiempo necesario para alcanzar el grado de vacío anteriormente mencionado varía según el tipo de roca, estando comprendido entre 2 y 12 horas.

Una vez que se obtiene el vacío requerido en la etapa de tratamiento previo, se produce la etapa de impregnación, controlando la succión de las bombas que extraen el aire de la cámara de vacío 8; en la planta de la figura 1 esta operación se realiza mediante la válvula de solenoide 21 que intercepta y detiene la conexión de la cámara a la tubería de vacío principal 22, que se hace funcionar mediante un equipo de control lógico para mantener el grado de vacío requerido.

Entonces se inyecta la disolución de vidrio soluble, manteniendo la presión absoluta en la cámara de vacío 8 baja. La entrada de disolución se favorece por el vacío interno; el control de inyección se realiza haciendo funcionar la válvula solenoide de seccionamiento 27 de la disolución situada en la tubería de alimentación 25; en una realización preferida de la invención esta válvula solenoide se hace funcionar mediante un equipo de control lógico. El fluido se inyecta desde la parte inferior de cámara 24, durante la etapa de entrada de la disolución de vidrio soluble de impregnación; el grado de vacío en la cámara, en una realización preferida del método, es tal que favorece la ebullición y la posterior pérdida de agua de la disolución de vidrio soluble. El vapor que se libera en la cámara de vacío 8 y la presión ejercida por el fluido de entrada desde la tubería 25 determinan el aumento en la presión absoluta interior. Esta presión en la cámara de vacío se mantiene en esta etapa en el valor predeterminado y sin superar 300 mbar.

Por tanto, según la presente invención los materiales que están tratándose se impregnan en vacío, para acelerar y ayudar al impregnante a que se introduzca en las porosidades de la roca, para garantizar una impregnación completa en el espesor de las placas, láminas o elementos modulares de las cavidades y microporosidades sobre la superficie de los mismos.

Continuando con la aplicación del método la presión interior se mantiene en un valor inferior al valor atmosférico, por tanto la inyección de disolución se realiza en realidad por vacío. Preferiblemente esta operación de entrada de fluido se controla directamente según el grado de vacío en la cámara que funciona por ejemplo a un valor de presión absoluto constante comprendido entre 10 y 100 mbar.

El nivel S de la disolución de impregnación en la cámara de vacío 8 debe ser tal que no supere el borde superior 55 de las láminas que están tratándose, es decir que alcance entonces un nivel justo por debajo de dicho borde superior. Las pruebas que están realizándose confirmaron que este truco ayuda enormemente al impregnante a introducirse en la roca contribuyendo a una reducción de los tiempos de tratamiento globales.

La cámara de vacío 8 debe dejarse cerrada durante el tiempo suficiente para que el proceso continúe por capilaridad y la impregnación se produce de manera homogénea. Preferiblemente el nivel de vacío se mantiene constante próximo al nivel de presión de vapor de la disolución que está utilizándose, sin embargo dentro del intervalo de 10 y 50 mbar con el fin de optimizar los tiempos de tratamiento. Se ha detectado un intervalo de tiempo que varía considerablemente entre 4 y 24 horas mientras se realizan las etapas de impregnación.

ES 2 308 466 T3

El tratamiento acaba aumentando la presión absoluta de la cámara de vacío hasta la presión atmosférica, vaciando la disolución con un dispositivo de extracción que no se muestra. En una realización preferida el mismo dispositivo de inyección se utiliza para extraer el fluido de impregnación, es decir las tuberías 25 y 28, la válvula de solenoide 27 y el filtro 26 atrapando las impurezas. En este punto los materiales que están tratándose se extraen desde la cámara de vacío 8.

La cámara de vacío así vaciada se lava sólo con agua, que se pulveriza mediante las tuberías 32 en la cámara 8 que está vaciándose del conjunto de láminas 7, para permitir que los residuos de silicato se eliminen y realizar el siguiente ciclo. El desagüe de la disolución en primer lugar y del agua de lavado después se realiza mediante un dispositivo adecuado de la cámara de vacío 8, que puede ser diferente de la parte inferior conformada en “V” 24 que se muestra. El agua de lavado puede descargarse fácilmente, siendo inerte.

La disolución de impregnación puede utilizarse varias veces teniendo cuidado de verificar los porcentajes de los componentes y de no utilizarla cuando aparece opacidad, puesto que indica la separación de una nueva fase.

En una realización preferida de la presente invención, el método continúa con una etapa de desecación posterior realizada mediante tratamiento térmico en una cámara de temperatura controlada, es decir, en la cámara de desecación 12 de la estación de desecación 11. Las temperaturas se mantienen constantes en la cámara 12 y ventajosamente diferentes entre sí, sin embargo de manera que no se exponga el material a tensiones térmicas, garantizando el calentamiento y la deshidratación progresiva del aglutinante de silicato impregnado en la roca. La desecación se produce preferiblemente a una temperatura comprendida entre 40 y 60°C y en condiciones de humedad relativa controlada, preferiblemente comprendida entre 40-75% UR. El tiempo de desecación se necesita para que el impregnante actúe de manera eficaz aumentando considerablemente las propiedades mecánicas del material pétreo que está tratándose. Los tiempos detectados durante la prueba, aunque no vinculantes, varían entre 1 y 7 días para obtener resultados óptimos. En cualquier caso se ha comprobado que tiempos de permanencia o de desecación demasiado largos, incluso de 28 días, después del tratamiento conducen en algunas piedras ornamentales a una ligera disminución en los beneficios conseguidos.

La presente invención comprende también la posibilidad de más aplicaciones de la misma disolución de vidrio soluble o de diferentes disoluciones de vidrio soluble sobre el mismo conjunto de productos semiacabados o materiales con objetivos que pueden ser diferentes según la tipología de la roca ornamental que está tratándose.

Pueden realizarse más ciclos alternados con etapas de desecación para los siguientes objetivos:

a) actuar de una manera específica según el aspecto estructural, particularmente según el grado de porosidades y/o de fractura del litotipo;

b) acentuar los efectos cromáticos del tratamiento; las siguientes aplicaciones pueden realizarse con la misma formulación de impregnante adecuada para el litotipo que va a tratarse.

En el caso de múltiples aplicaciones, elegidas de una manera específica según el aspecto estructural, pueden distinguirse las siguientes aplicaciones:

a1) roca con pequeñas fracturas cerradas sin porosidad tosca; en ese caso más aplicaciones de la misma formulación pueden garantizar tanto la impregnación completa como la consolidación de las fracturas existentes;

a2) roca con fracturas de tamaño medio o con fracturas de tamaño variable hasta fracturas abiertas, y radios de poro inferiores a 1 mm; en ese caso se sugieren dos o más aplicaciones con dos objetivos diferentes: en primer lugar consolidar de un modo completo la parte sólida de roca, aquella que no tiene fracturas y con porosidades inferiores a 1 mm; en segundo lugar sellar las fracturas con un consolidante más pegajoso y más viscoso que se adhiere mejor a la roca y particularmente a la capa de consolidante dejada por la aplicación anterior.

El segundo tratamiento se adhiere más a las porosidades tanto debido a las diferentes propiedades físicas del mismo, en particular la viscosidad y adhesión más altas, y debido a que tiende a adherirse a la capa de vidrio soluble formada en la aplicación anterior que crea cuellos y puentes en las porosidades. La potencia de sellado del segundo tratamiento aumenta así mediante el tratamiento anterior.

La segunda aplicación puede realizarse con disoluciones de sellado y muy viscosas que se producen también añadiendo cargas en suspensión y/o en disolución. En algunos casos la adición de cantidades adecuadas de cargas reduce a una o pocas aplicaciones la vida media de la disolución pero puede requerirse la adición de carga para una aplicación dirigida a rocas fracturadas y/o porosas. Es posible añadir cargas en suspensión de calcita o cemento aluminoso. En la disolución pueden añadirse aditivos, elegidos entre los diversos agentes de curado existentes para disoluciones de vidrio soluble, en cantidades inferiores a un valor límite que varía con la formulación del silicato. Pueden aplicarse disoluciones de agente de curado más concentradas por separado como un tratamiento reactivo y estabilizante del impregnante de silicato para acelerar los tiempos de endurecimiento y aumentar la resistencia del impregnante de silicato a la humedad y al agua en los poros.

ES 2 308 466 T3

El método anteriormente descrito se aplica a artículos finales o a productos semiacabados, es decir, a trozos de roca obtenidos cortando un bloque con cualquier forma que sea funcional para el trabajo posterior. El tratamiento de consolidación puede implicar la intervención de una o más fases de trabajo en los productos semiacabados desde en bruto hasta casi acabados. Por ejemplo pueden tratarse productos semiacabados de aproximadamente 5-40 mm de espesor, en la etapa que precede al trabajo final de la producción de losas de suelo pulidas. La técnica puede aplicarse sobre productos semiacabados con un ancho de superficie diferente (productos semiacabados de gran tamaño uniformes tales como placas) y espesor (5-40 mm), que cumplan los requisitos de las diferentes clases de trabajo y aplicación final del producto. Además, es posible aplicar el proceso varias veces, incluso en diferentes fases de trabajo de productos semiacabados.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a la formulación del impregnante más adecuado para los diferentes litotipos, a la composición química y aspecto estructural del mismo.

A partir de pruebas llevadas a cabo se ha detectado que una formulación adecuada para un tratamiento único completo en los casos de piedras sólidas menos porosas sin fracturas, es decir, tipo a1), o adecuada para un primer tratamiento en los casos de piedras porosas o fracturadas, es decir, tipo a2), es particularmente eficaz en piedras de granito de grano medio-fino, como granitos conocidos comercialmente como "Blanco sardo" y "Blanco imperial", o de grano variable como el "Multicolor" de migmatita, es decir, todos con la composición de cuarzo-feldespato hasta composiciones de labradorita, formulado por los tres compuestos siguientes:

- A) vidrio soluble de sodio (con una relación $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ comprendida entre 1,8 y 3,8, preferiblemente comprendida entre 3,0 y 3,5, y sólidos comprendidos entre el 25 y el 50% en peso, preferiblemente comprendidos entre el 30 y el 40%) en el porcentaje comprendido entre el 40 y el 80% en peso;
- B) vidrio soluble de potasio (con una relación $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ comprendida entre 0,6 y 2,2, preferiblemente comprendida entre 0,6 y 1,0, y sólidos comprendidos entre el 35 y el 50% en peso, preferiblemente comprendidos entre el 45 y el 50%) en el porcentaje comprendido entre el 20 y el 50% en peso;
- C) H_2O en el porcentaje comprendido entre el 0 y el 25% en peso.

La mezcla de silicato más eficaz en disolución de agua, y el primer o único tratamiento de impregnación de rocas de tipo "granito" es, como se describió anteriormente, una mezcla de sodio y potasio con una concentración más alta de disolución de sodio.

En la gran variedad de rocas incluidas en la categoría comercial de granitos, se ha descubierto que para rocas con una composición más básica, tales como por ejemplo basalto muy compacto de grano fino que tiene una resistencia mecánica inicial alta, como los que se conocen comercialmente como "Negro absoluto", el tratamiento más eficaz se realiza con una disolución más rica en potasio y muy fluida, que comprende vidrio soluble de potasio (con una relación $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ comprendida entre 0,6 y 1,0, preferiblemente de 0,6, y sólidos comprendidos entre el 40 y el 50% en peso, preferiblemente comprendidos entre el 45 y el 50%) en el porcentaje comprendido entre el 80 y el 100% en peso y agua comprendida entre el 0 y el 20%.

A partir de pruebas llevadas a cabo se ha detectado que para la aplicación siguiente a la primera, es decir, en el caso de múltiples aplicaciones que requieren la aplicación de una disolución viscosa (150-500 mps a 20°C) con un ligero efecto de sellado, las disoluciones con la mayor potencia de aglutinación están compuestas de silicato de sodio (con una relación $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ comprendida entre 3,2 y 4,0, y sólidos comprendidos entre el 30 y el 35% en peso) en el porcentaje del 100% en peso.

La viscosidad y el poder de sellado de esta disolución pueden aumentarse añadiendo cargas en suspensión para aplicaciones previstas para rocas con un alto grado de porosidad y fractura.

Las composiciones más ricas en silicato de potasio tienen un efecto de consolidación más alto si la desecación térmica se realiza a una temperatura más alta. Las disoluciones que contienen únicamente silicato de potasio con $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ comprendida entre 0,6 y 1, y sólidos comprendidos entre el 40 y el 50% en peso requieren temperaturas de desecación que superan 50°C, y preferiblemente de 60°C.

Al llevar a cabo las pruebas, se ha verificado que las disoluciones de vidrio soluble utilizadas para consolidar profundamente piedras ornamentales, además de mejorar las propiedades mecánicas de las mismas, proporcionan también beneficios estéticos considerables tales como: más brillo, más pureza y definición del color natural. Este efecto nunca descrito antes y absolutamente inesperado es particularmente ventajoso puesto que permite mejorar dos características significativas de la roca ornamental en un único tratamiento: la resistencia mecánica de la misma, para realizar placas de revestimiento finas y el aspecto de la misma con una mejora considerable de los valores estéticos superficiales.

A partir de pruebas llevadas a cabo, la penetración de silicato de impregnación dio como resultado aproximadamente 5-6 mm en el espesor de una placa de 30 mm de espesor.

El funcionamiento de la planta según se ha descrito y se representa en las figuras ya es evidente a partir de la descripción anterior del método. Todavía debe especificarse que los dedos 53, 58 que equipan el armazón 50 y los brazos de cierre en "L" para la duración total del método, soportan el conjunto 7 de láminas 1. Estos dedos están situados para mantener las láminas separadas una distancia mínima, pero suficiente para que el fluido de impregnación pueda penetrar entre las superficies enfrentadas y actuar bajo el efecto de las presiones aplicadas. Dicha distancia también se calcula basándose en la viscosidad del fluido al final de la impregnación para dejar que el fluido gotee, es decir, la disolución de vidrio soluble sobrante, liberando las láminas 1 que están tratándose. Los brazos en "L" están conectados al armazón mediante uniones mecánicas conocidas que pueden disolverse, no mostradas para mayor simplicidad, se sujetan a la composición del conjunto de láminas 7 y se abren al final del método de extracción de láminas.

Las ventajas obtenidas por esta invención son: el método de tratamiento permite sellar las porosidades y fracturas de la roca y entonces el artículo final, y ventajosamente mejorar las propiedades mecánicas del producto semiacabado, mejorando particularmente la resistencia a flexión y el módulo de elasticidad. La consolidación que puede conseguirse permite por ejemplo realizar productos semiacabados más resistentes, es decir, adecuados para aguantar todas las siguientes etapas de trabajo que con mucha frecuencia exponen a la roca a altas tensiones mecánicas.

La repetición de las etapas de impregnación, con los mismos objetivos o con diferentes objetivos en las diferentes etapas, permite mejorar gradualmente las características mecánicas incluso más del doble de las características mecánicas de la roca inicial.

Los artículos finales así realizados muestran propiedades mecánicas superiores que productos similares no tratados.

Además, el tratamiento de consolidación permite mejorar las propiedades estéticas de la piedra ornamental garantizando un mejor resultado para la operación de pulido, acentuando los colores naturales de la roca y los diferentes aspectos superficiales puesto que se sellan las porosidades y las fisuras, así como es posible añadir también algún pigmento a la disolución o material cargado de color para fines de embellecimiento.

La presente invención por tanto une a las ventajas de la consolidación de la roca un claro efecto de embellecimiento de la roca que está trabajándose.

En la presente invención las ventajas principales, con respecto a la técnica anterior, se consiguen debido a que el proceso de aspiración, que representa que el dispositivo favorece la infiltración de fluido natural por capilaridad, se realiza con valores de vacío muy altos en una etapa de tratamiento previo diferente, que requiere la aplicación de una presión negativa inferior a los valores de impregnación predeterminados. En este tratamiento previo se consigue la eliminación fehaciente de polvos, gas absorbido y exceso de humedad de las porosidades, al contrario que en la técnica anterior descrita en la patente EP 651842 en la que dichas inclusiones se comprimirían y se incorporaban en microcavidades en el material de silicato consolidado.

La disolución de impregnación basada en disoluciones de vidrio soluble puede utilizarse también para algunos cientos de impregnaciones, controlando previamente únicamente de manera visual la transparencia y la concentración de los componentes.

Una ventaja adicional con respecto a la técnica anterior es el hecho de que comprende también una etapa de desecación de los materiales semiacabados impregnados, que debe implementarse según la clase de consolidante y de las características morfológicas, físicas y químicas del material que está tratándose, es decir el litotipo. De hecho, se ha verificado que la desecación permite aumentar considerablemente las propiedades mecánicas con respecto al producto semiacabado sólo impregnado.

A partir de pruebas llevadas a cabo, se ha detectado una mejora del rendimiento de producción, con una reducción de rotura de fragmentos del 60%.

En la implementación práctica, los materiales, tamaños, detalles de ejecución podrían ser diferentes de los indicados, pero técnicamente similares a los mismos, sin alejarse del alcance jurídico de la presente invención según se define mediante las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para consolidar piedras ornamentales a modo de placa, de lámina o de elemento modular que comprende: la impregnación por medio de la presión creada en el entorno de tratamiento con una disolución de vidrio soluble en la que el material que está tratándose se sumerge durante el tiempo suficiente para la penetración completa en las fisuras y microporosidades de la superficie del mismo; **caracterizado** porque tiene las siguientes etapas:

- un tratamiento previo del material por aspiración;
- una permanencia de la etapa de tratamiento previo durante el tiempo suficiente, después de alcanzar el valor de vacío deseado, para extraer gases, vapores y polvos existentes en dichas fisuras y microporosidades;
- una inyección de la disolución de impregnación en la misma cámara de tratamiento previo de vacío, con una disolución de vidrio soluble adecuada para el litotipo de la roca que está tratándose y para el objeto mecánico-estético previsto por la impregnación;
- mantener la cámara de tratamiento en vacío durante la inyección;
- una etapa de impregnación que se mantiene durante el tiempo suficiente para que la disolución penetre en dichas fisuras y microporosidades siempre en vacío.

2. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa de tratamiento previo se produce con una presión absoluta inferior a 2 mbar, preferiblemente inferior a 0,2-0,3 mbar.

3. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa de inyección se produce con una presión absoluta inferior a 300 mbar.

4. Método según la reivindicación 3, en el que la etapa de inyección se produce con una presión absoluta comprendida entre 10 y 100 mbar.

5. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa de impregnación se produce a una presión absoluta próxima al nivel de presión de vapor de la disolución de impregnación que está utilizándose, comprendida en cualquier caso entre 10 y 50 mbar.

6. Método según la reivindicación 1, en el que después de la impregnación se aplica una etapa de desecación del material que está tratándose, a una temperatura que supera ligeramente la temperatura ambiente durante una duración de al menos un día.

7. Método según la reivindicación 1, en el que el nivel de la disolución de impregnación en la cámara de impregnación se mantiene justo por debajo del borde superior del material que está tratándose.

8. Método según la reivindicación 1, que aplica múltiples impregnaciones siendo consecutivas o intercalándose en diferentes etapas de trabajo de los materiales pétreos a modo de placa, de lámina o de elemento modular.

9. Método según la reivindicación 8, en el que se aplican múltiples impregnaciones para fines diferentes de consolidación o embellecimiento estético usando disoluciones de vidrio soluble con diferentes composiciones en las diferentes impregnaciones.

10. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución de vidrio soluble para la aplicación como un fluido de impregnación comprende:

- A) vidrio soluble de sodio (con una proporción $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ comprendida entre 1,8 y 3,8, preferiblemente comprendida entre 3,0 y 3,5, y sólidos comprendidos entre el 25 y el 50% en peso, preferiblemente comprendidos entre el 30 y el 40%) en el porcentaje comprendido entre el 40 y el 80% en peso;
- B) vidrio soluble de potasio (con una proporción $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ comprendida entre 0,6 y 2,2, preferiblemente comprendida entre 0,6 y 1,0, y sólidos comprendidos entre el 35 y el 50% en peso, preferiblemente comprendidos entre el 45 y el 50%) en el porcentaje comprendido entre el 20 y el 50% en peso;
- C) H_2O en el porcentaje comprendido entre el 0 y el 25% en peso.

11. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución de vidrio soluble, para la aplicación como fluido de impregnación, comprende: vidrio soluble de potasio (con una proporción $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ comprendida entre 0,6 y 1, preferiblemente de 0,6, y sólidos comprendidos entre el 40 y el 50% en peso, preferiblemente comprendidos entre el 45 y el 50%) en el porcentaje comprendido entre el 80 y el 100% en peso y agua comprendida entre el 0 y el 20%.

ES 2 308 466 T3

12. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución de vidrio soluble, para la aplicación como fluido de impregnación, comprende: silicato de sodio (con una proporción $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ comprendida entre 3,2 y 4,0, y sólidos comprendidos entre el 30 y el 35% en peso) en el porcentaje del 100% en peso.

13. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución de vidrio soluble, para la aplicación como fluido de impregnación, comprende: silicato de potasio con una proporción $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ comprendida entre 0,6 y 1, y sólidos comprendidos entre el 40 y el 50% en peso.

14. Planta para la aplicación del método para consolidar piedras ornamentales a modo de placa, de lámina (1) o de elemento modular, según las reivindicaciones 1 a 13 de un modo industrial con una producción y rendimiento económicamente rentables, **caracterizada** porque comprende:

- una estación de carga/descarga (3) de los materiales que están trabajándose que comprende al menos un manipulador (5) para recoger y situar dichos materiales sobre un dispositivo de manipulación y almacenamiento (50); al menos una máquina transportadora (6) para recoger y manipular el conjunto de material (7) alojado sobre el dispositivo desde la estación de carga/descarga hacia una estación de tratamiento previo e impregnación (9);
- al menos una cámara de vacío (8) en la que dicho conjunto (7) está alojado durante las etapas de tratamiento; al menos uno o más medios de extracción del aire de la cámara de vacío; al menos uno o más dispositivos para alimentar y extraer la disolución de fluido de impregnación en la cámara de vacío.

15. Planta según la reivindicación 14, que comprende al menos una estación de desecación equipada con una o más cámaras de temperatura controlada para el curado y secado completo del impregnante.

16. Planta según la reivindicación 14, en la que la máquina transportadora (6) tiene horquillas largas (61) para agarrar el dispositivo en la dirección de la longitud de dichos materiales (1).

17. Planta según la reivindicación 14, en la que la estación de carga/descarga (3) está precedida de una cámara de lavado y/o secado (4) del material (1) que va a tratarse.

18. Planta según la reivindicación 14, en la que la cámara de vacío (8) tiene una configuración de paralelepípedo y la carga/descarga sobre una base inferior lateral; esta base está cerrada mediante una tapa (10) durante el tratamiento.

19. Planta según la reivindicación 14, en la que la cámara de vacío (8) está conectada con el equipo de vacío en la parte superior.

20. Planta según la reivindicación 14, en la que la cámara de vacío (8) está conectada con el equipo de inyección de la disolución de fluido de impregnación desde la parte inferior.

21. Planta según la reivindicación 14, en la que la tubería de conexión (20) del equipo de vacío se intercepta mediante una válvula solenoide de seccionamiento (21), para comprobar y controlar el suministro de vacío.

22. Planta según la reivindicación 14, en la que la tubería de conexión (25) del equipo de inyección de impregnante se intercepta mediante una válvula de solenoide de seccionamiento (27), para comprobar y controlar dicho suministro de fluido de impregnación.

23. Planta según la reivindicación 14, en la que la cámara de vacío (8) está equipada con un dispositivo de desagüe del fluido de impregnación al final de la impregnación.

24. Planta según la reivindicación 23, en la que la parte inferior (24) de la cámara de vacío está conformada en "V".

25. Planta según la reivindicación 14, en la que los dispositivos de alimentación y extracción de disolución del fluido de impregnación en la cámara de vacío comprenden al menos un dispositivo de filtrado (26) para las impurezas en la disolución de impregnación.

26. Planta según la reivindicación 14, en la que la cámara de vacío (8) tiene un dispositivo de lavado (32) al final de la etapa de impregnación de los residuos de la disolución de fluido de impregnación.

27. Planta según la reivindicación 26, en la que el dispositivo de lavado está compuesto por tuberías (32) para suministrar y pulverizar el agua de lavado en la cámara de vacío (8).

28. Planta según la reivindicación 14, en la que los dispositivos para alimentar y extraer la disolución de fluido de impregnación en la cámara de vacío comprenden al menos un tanque de almacenamiento de disolución (29).

29. Planta según la reivindicación 21, en la que dicha válvula solenoide de seccionamiento (21) sobre la tubería de vacío (20) se controla mediante un equipo de control lógico para mantener el grado de vacío requerido.

ES 2 308 466 T3

30. Planta según la reivindicación 22, en la que dicha válvula solenoide de seccionamiento (27) sobre la tubería de la tubería de entrada de impregnante (25) se controla mediante un equipo de control lógico.

31. Planta según la reivindicación 15, en la que la cámara de desecación está equipada con guías longitudinales (15) para alojar el dispositivo con el conjunto de material a modo de placa, de lámina o de elemento modular situado sobre más planos.

32. Planta según la reivindicación 14, en la que está presente un dispositivo al menos para la manipulación y almacenamiento de piedras ornamentales a modo de placa, de lámina o de elemento modular, que comprende: un armazón (50) para soportar y agarrar un conjunto (7) de materiales a modo de placa, de lámina (1) o de elemento modular que están trabajándose; **caracterizada** porque tiene al menos una estructura cerrada (50, 54, 57) que rodea los bordes laterales superficiales (55) de dichos materiales que están trabajándose en la que se colocan múltiples formaciones de al menos tres o más dedos (53, 58) en el lateral interior de dicha forma cerrada, alineados y orientados hacia el interior de dicha forma cerrada, para definir una distancia predeterminada y constante, basada en el área de superficie del material que está tratándose, entre dos placas, láminas (1) o elementos modulares adyacentes mantenidos en posición entre los dedos en dicho dispositivo.

33. Planta según la reivindicación 32, en la que la disposición de las placas, láminas o elementos modulares en el dispositivo está en una dirección subvertical o vertical.

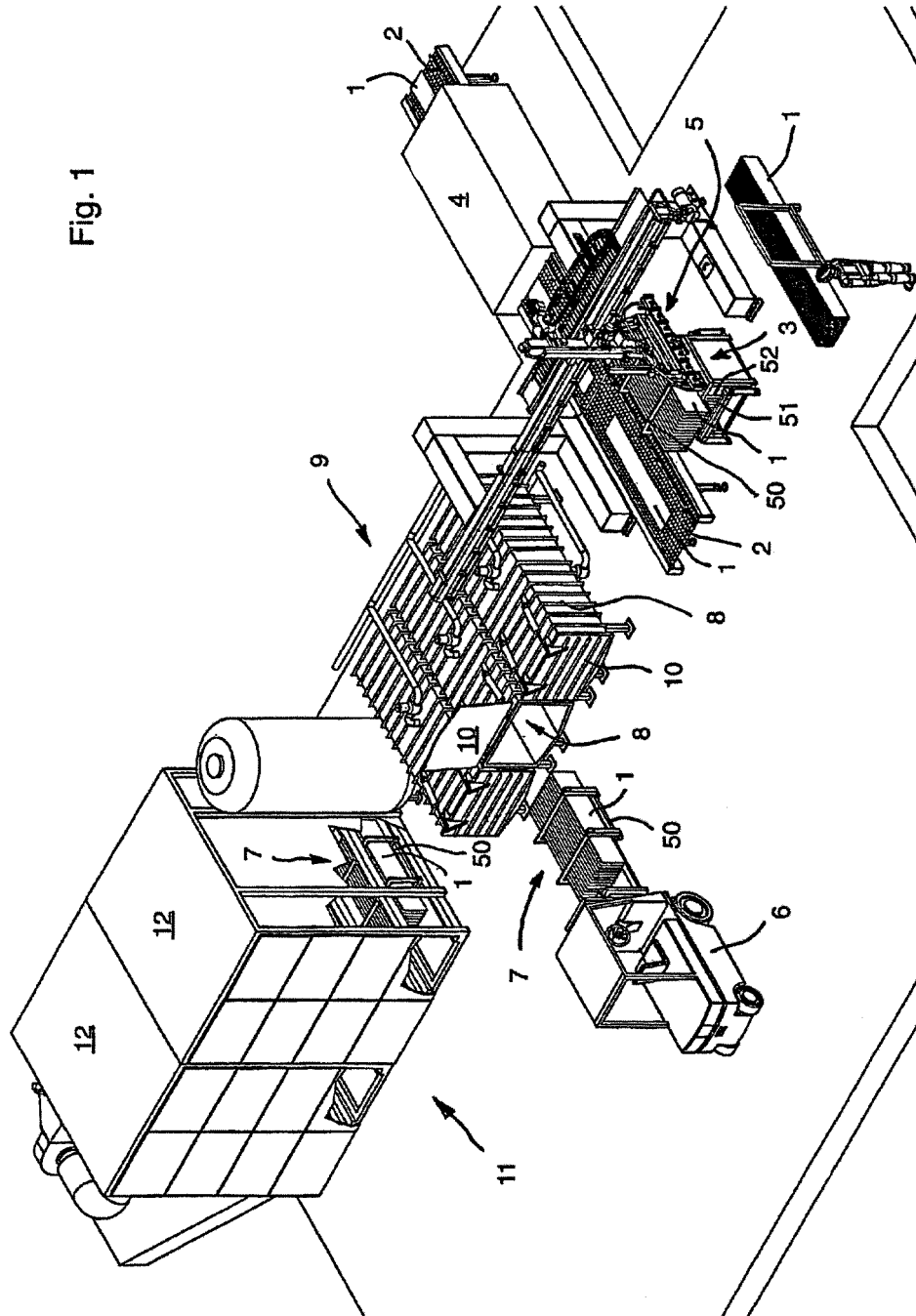
34. Planta según la reivindicación 33, en la que dicha estructura cerrada del dispositivo está compuesta por al menos un brazo superior (57) con dedos (58) alineados con dedos correspondientes (53) sobre las vigas (54) del armazón (50) para que el dispositivo agarre y manipule.

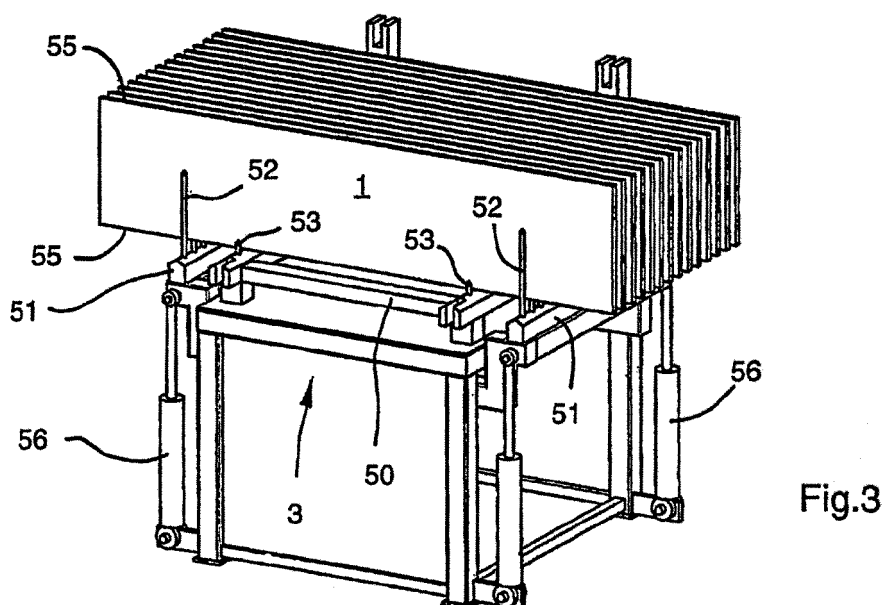
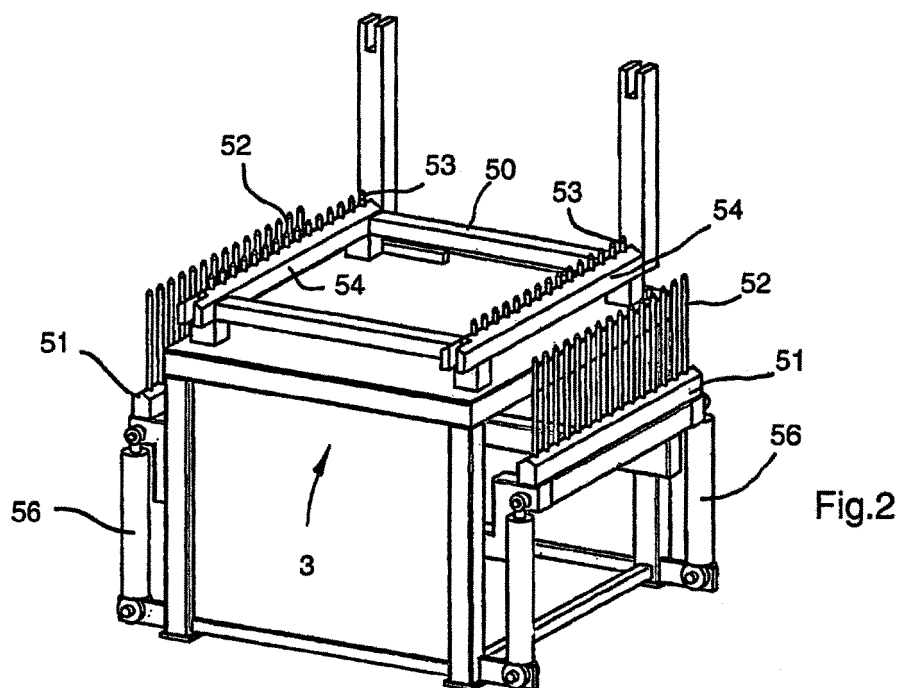
35. Planta según la reivindicación 33, en la que la manipulación de carga/descarga del dispositivo se realiza en una estación de manipulación de material (3) y tiene un dispositivo espaciador (51, 52) de dichos materiales interpuestos durante las etapas de carga/descarga con el dispositivo abierto.

36. Planta según la reivindicación 35, en la que el dispositivo espaciador está compuesto por una pluralidad de dientes (52) y se hace funcionar mediante medios de actuación (56) por medio de un único peine (51) o incluso mediante medios de accionamiento de diente único o por parejas.

37. Planta según la reivindicación 33, en la que el armazón (50) del dispositivo de manipulación y almacenamiento tiene aberturas inferiores para el paso de lo recogido por horquillas (61) de una máquina transportadora (6) a ambos lados.

Fig. 1





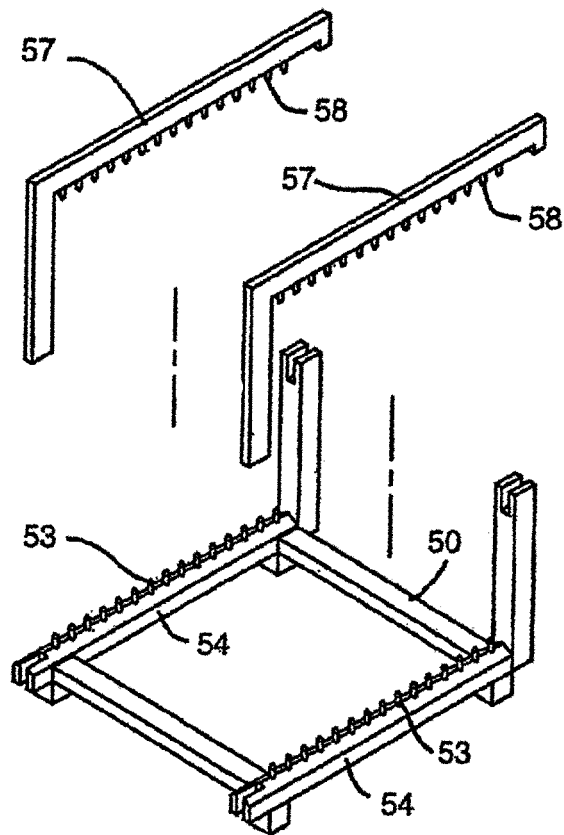
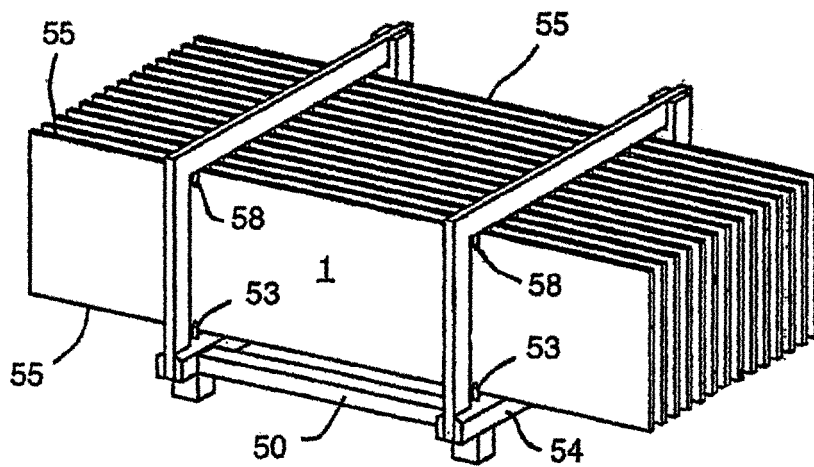


Fig.4

Fig.5



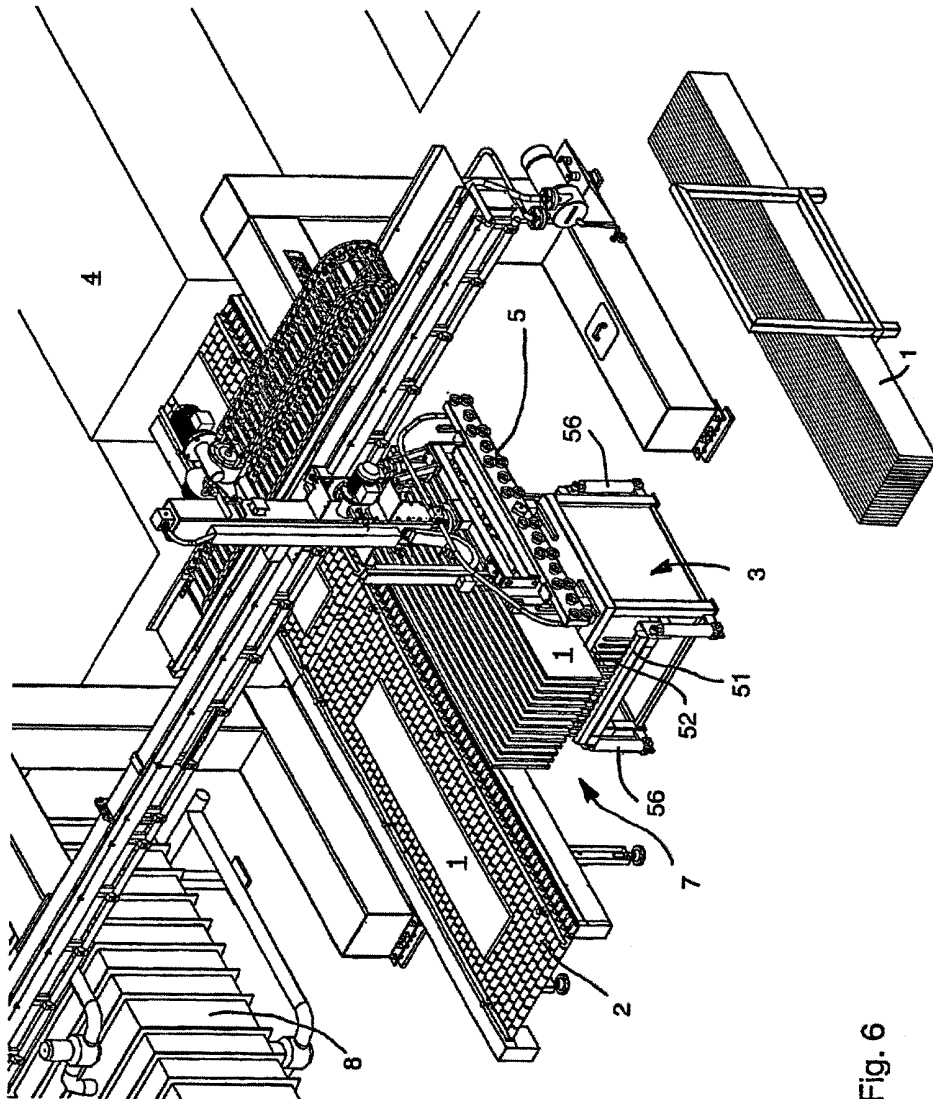


Fig. 6

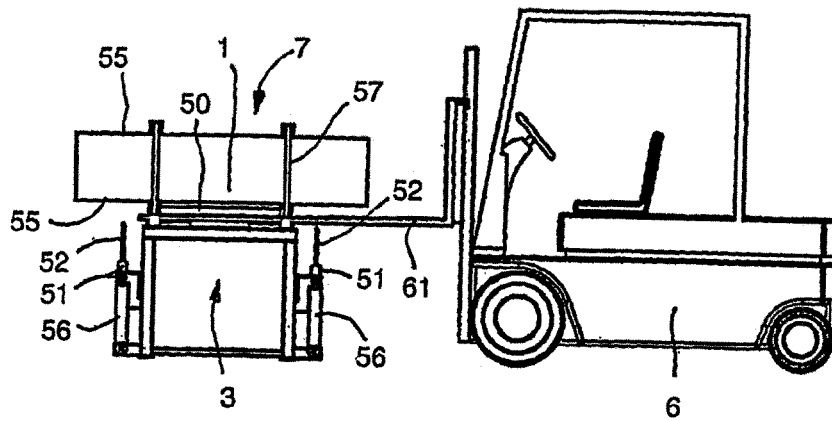
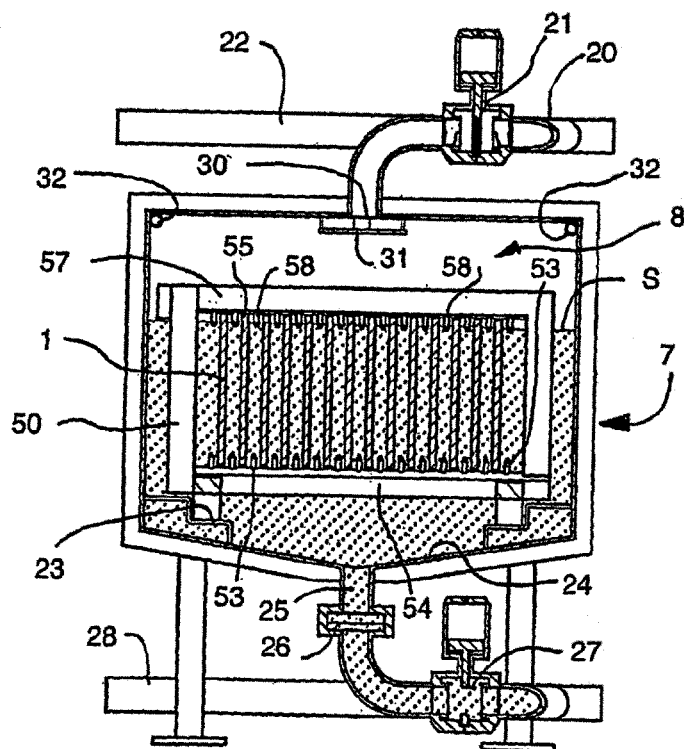


Fig. 7

Fig. 9



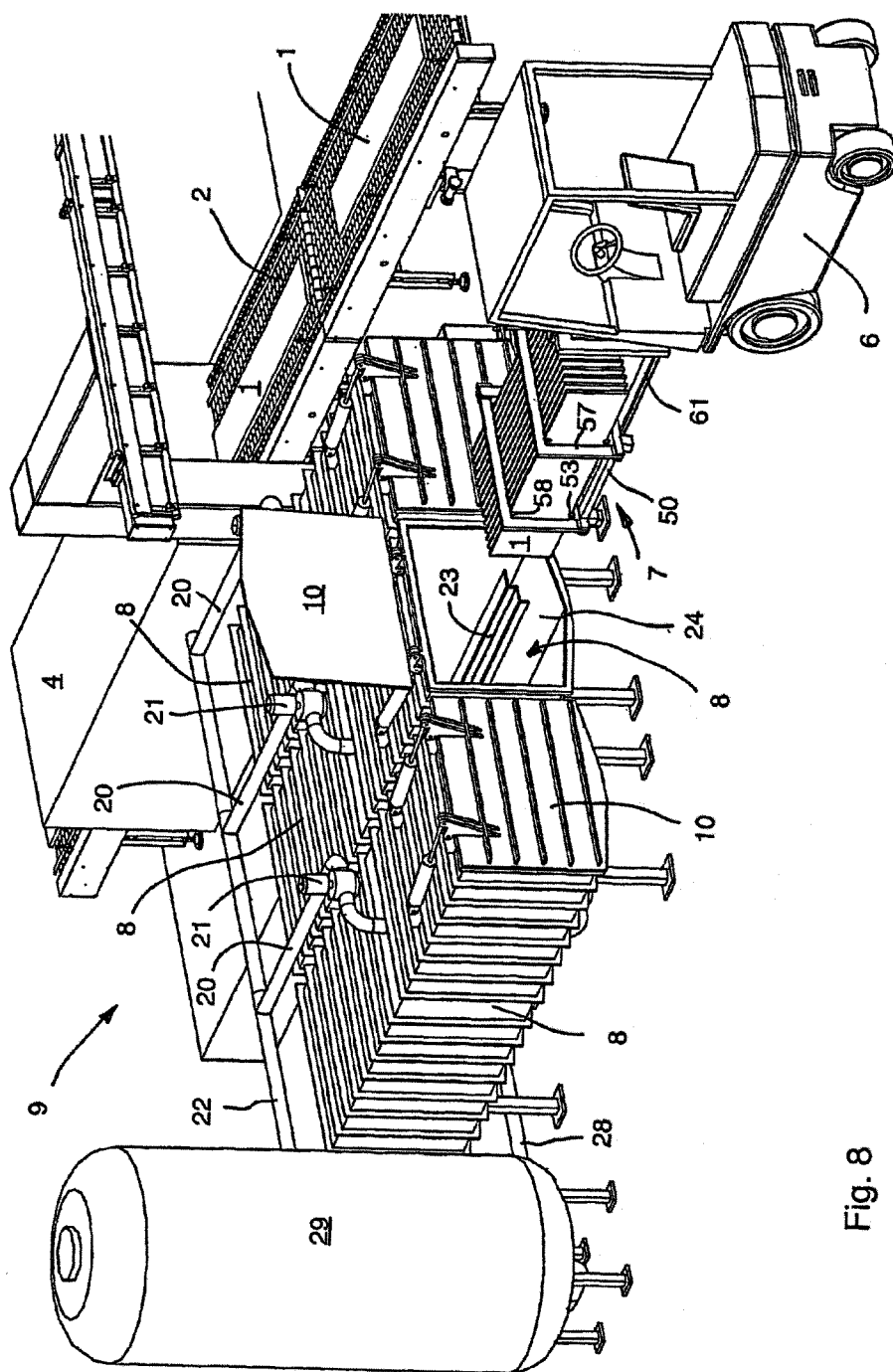


Fig. 8

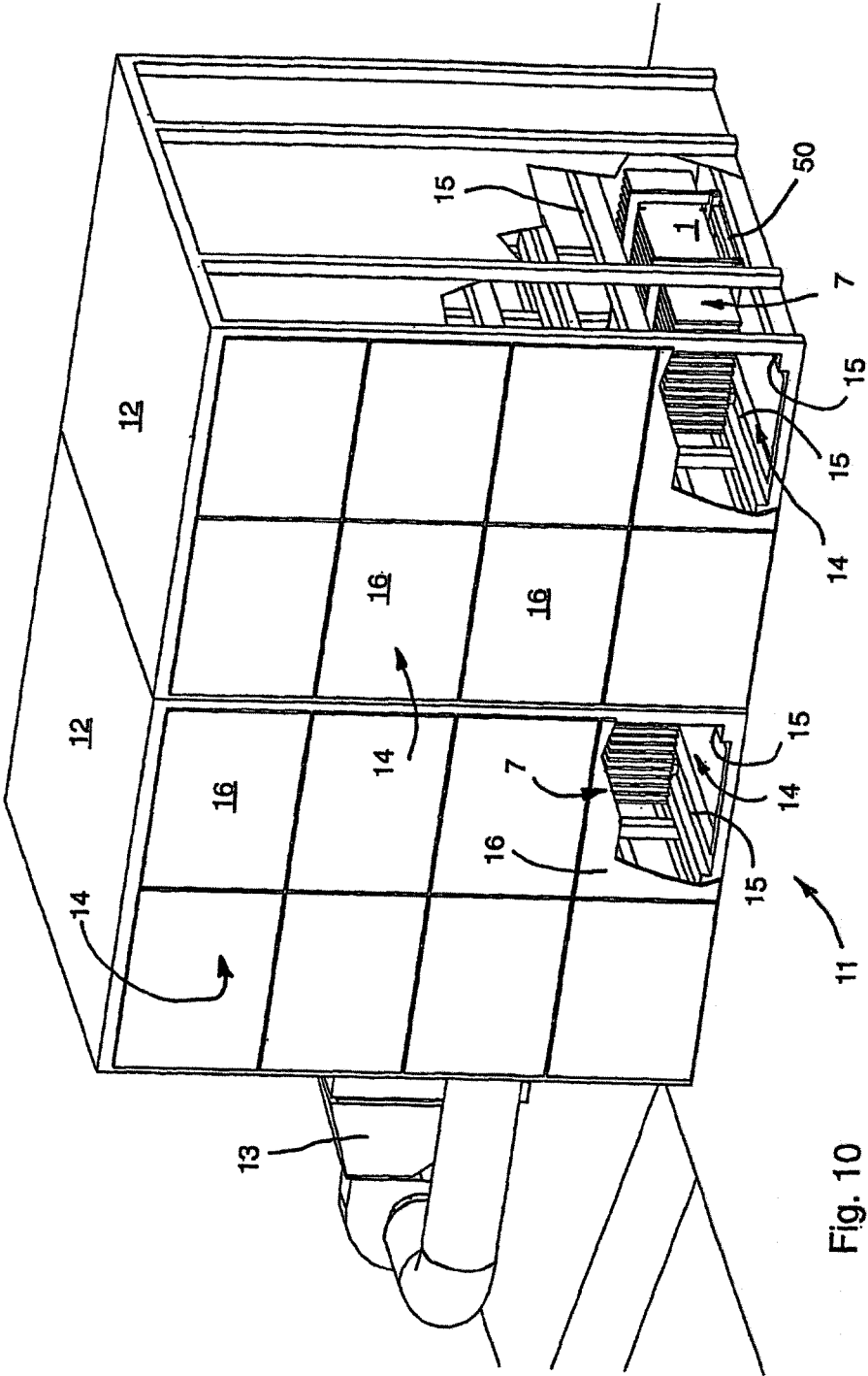


Fig. 10