

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 666**

51 Int. Cl.:

**B24B 1/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2004 E 04815249 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013 EP 1711310**

54 Título: **Método para cortar un bloque de granito**

30 Prioridad:

**23.12.2003 US 744690**

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

**26.02.2014**

73 Titular/es:

**EHWA DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD. (100.0%)  
520-2 Wondong Osansi  
Kyunggido 447804, KR**

72 Inventor/es:

**DOSSENA, ERNESTO;  
JAKOBUSS, MARKUS;  
KUEHN, ANDRE;  
PROSKE, KURT;  
TURNER, DENNIS y  
ZIMMERMAN, MICHAEL H.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 444 666 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**

Método para cortar un bloque de granito

5 Esta invención se relaciona con un método mejorado para cortar losas de granito

Campo de la invención

10 Las sierras de bastidor de tipo oscilante han sido utilizadas comúnmente para cortar grandes bloques de granito en losas. Estas sierras de bastidor emplean hasta 250 cuchillas de acero montadas bajo tensión (por ejemplo, 80 kN) sobre un bastidor. El bastidor típicamente oscila alrededor de dos puntos de giro. Con el propósito de cortar granito, se esparce sobre las cuchillas de acero una suspensión que contiene granos abrasivos (como arena, granalla de acero o carburo de silicio) y cal dispersa en agua.

15 Velocidades de corte de sólo unos pocos centímetros por hora hacen que esta técnica sea muy lenta. Por ejemplo, el corte de un gran bloque de granito de 2 m a un promedio de profundización de 3 cm/h toma casi tres días. Los requisitos de tiempo para el corte de granito y el uso de la suspensión que contiene abrasivos son las razones para el consumo de grandes cantidades de lechada de granalla de acero/agua/cal nociva para el medio ambiente. Las cuchillas de acero también tienen una vida útil de 2 - 3 bloques en promedio, lo que contribuye a los costes involucrados en el corte del granito.

25 Cuando se utiliza granalla de acero en la suspensión, típicamente oscila en un rango de tamaño de 0,1 a 8 mm con formas de partícula desde casi esférica hasta altamente angulares, por ejemplo, como se encuentran comercialmente disponibles en <http://www.wheelabr.com/>. En la operación de sierras de bastidor de tipo oscilante para cortar grandes bloques de granito en losas, el bastidor rectangular horizontal que cuenta con una serie de cuchillas de acero espaciadas montadas bajo tensión oscila alrededor de dos puntos de giro y desciende sobre un bloque fijo. En esta operación del estado del arte, mientras que las cuchillas oscilan y descienden, se suministra continuamente una suspensión que contiene granalla de acero y cal dispersas en agua a las áreas de contacto entre las cuchillas y el bloque. Las cuchillas arrastran de este modo con ellas los elementos abrasivos de la suspensión, lo que proporciona la acción de corte por el desgaste de las ranuras dentro del bloque. Las partículas abrasivas, por ejemplo, granallas de acero, deben viajar entre la cuchilla y las paredes del corte para alcanzar la superficie objetivo. Mientras que en el espacio entre ellos, las partículas de acero erosionan las paredes de la ranura. Esta acción crea dos efectos perjudiciales: primero, el desgaste hace que las ranuras se ensanchen; segundo, la acción hace que la superficie de granito se torne áspera.

35 Con referencia a una operación típica para el corte de losas de granito usando una sierra de bastidor horizontal equipada con una pluralidad de cuchillas generalmente paralelas, espaciadas, la separación entre cuchillas adyacentes en la sierra de bastidor,  $t_{separación}$  se determina por el espesor de la losa objetivo,  $t_{losa}$ , y el exceso de ancho del corte,  $t_{xs}$ , como se muestra en la Figura 1. La separación se define por la relación:

40

$$T_{separación} = t_{losa} + t_{xs} \quad (\text{Ecuación 1})$$

45 Como se describe por medio de la relación, entre más grande es el exceso de ancho del corte, más separadas deben estar las cuchillas con el fin de lograr un espesor de losa objetivo.

50 Con referencia a la operación del estado del arte por medio de la utilización de lodos abrasivos en la técnica anterior con las partículas abrasivas típicas, por ejemplo, granallas de acero, que se utilizan para el granito con la sierra de bastidor son del orden de 1 - 2 mm y angulares. Como se muestra en la Figura 2, las partículas abrasivas atrapadas entre la cuchilla y las paredes hacen que el ancho del corte se incremente aproximadamente dos veces el tamaño promedio de partícula más grande, independientemente de otros factores que puedan afectar el ancho del corte, tales como la vibración o la deflexión de las cuchillas fuera del plano.

55 En un ejemplo de la técnica anterior que emplea abrasivos en la suspensión que tienen un tamaño de partícula promedio de 1 a 2 mm, el exceso de ancho del corte,  $t_{xs}$ , puede esperarse que sea dos veces el tamaño promedio de partícula, o un mínimo de aproximadamente 2 - 4 mm. Sin embargo, en la práctica, se observa comúnmente un exceso de ancho del corte de  $t_{xs}$  de al menos 5 mm. Las razones para un mayor ancho de lo esperado de exceso de corte son las siguientes: primero, se pueden encontrar múltiples capas de partículas en el espacio entre la cuchilla y el bloque; y segundo, las partículas son altamente irregulares y, por tanto, las mayores dimensiones de las partículas serían una mejor estimación para el ancho de corte en exceso esperado. A medida que se suministra la suspensión que contiene abrasivos de diferentes tamaños en forma continua a las áreas de contacto entre las cuchillas y el bloque en la operación de corte de granito del estado del arte, el ancho de corte en exceso varía con los tamaños de partícula en la suspensión que es suministrada para cortar las losas en ese momento. En consecuencia, el uso de la suspensión abrasiva o la granalla de acero afecta la calidad de la losa de granito, siendo comunes variaciones de espesor en las losas de granito cortadas de más de 1 mm con el uso de granallas de acero y/u otros abrasivos.

65

Con referencia nuevamente a la Figura 1, la cantidad total de ancho del bloque requerida para producir una losa se puede expresar mediante la siguiente relación:

$$W_{\text{bloque}} = t_{\text{losa}} + t_{\text{corte}} = t_{\text{losa}} + t_{\text{cuchilla}} + t_{\text{xs}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

5 Como ejemplo, considere un espesor de losa previsto de 22 mm, un espesor de cuchilla de aproximadamente 4 mm, y un ancho de corte en exceso de 5 mm. En este caso, el ancho del bloque requerido para una sola losa es de aproximadamente 31 mm. Como se muestra más arriba, además de afectar el acabado de la superficie de la losa, el método en el estado del arte para el corte de losas de granito es bastante ineficiente y derrochador siendo el ancho de corte en exceso casi del 25% de las losas finales de granito.

10 Además del ancho de corte del granito, la calidad de la superficie del granito también se ve afectada por el tamaño de la partícula abrasiva. Mientras abrasionan las paredes de un corte, las partículas abrasivas tales como la granalla de acero crean una superficie típicamente áspera como se ilustra en la Figura 5, que es una SEM que ilustra la superficie de un corte de una losa de granito en una operación del estado del arte. En general, la rugosidad de la superficie aumenta con el aumento de tamaño de las partículas abrasivas utilizadas en la operación.

15 Los solicitantes han encontrado que el uso de cuchillas de sierra de bastidor horizontal equipadas con segmentos que contienen diamante producen económica y sorprendentemente losas de granito de un espesor objetivo utilizando menos bloques por losa, al mismo tiempo que se producen losas de granito con una mejor calidad de la superficie. La reducción del ancho del bloque requerido por losa es el resultado de un exceso reducido del ancho de corte,  $t_{\text{xs}}$ , en la operación.

20 La solicitud de patente de los Estados Unidos No. 2003/127086 A1 da a conocer un método para el corte de granito con una sierra de bastidor horizontal que tiene una pluralidad de cuchillas adyacentes y espaciadas entre sí para el corte de granito. Cada una de las cuchillas incluye segmentos de corte de diamante montados en un borde de corte de las mismas para atacar el granito con un movimiento de tipo oscilante para cortar losas de granito. El documento también describe los requisitos para la sustitución del método convencional de corte del granito con una solución que emplea segmentos que contienen diamante.

25 La solicitud de patente de los Estados Unidos No. 2003/0148723 da a conocer una cuchilla de sierra circular con segmentos adheridos de metal sinterizado con acción abrasiva, que contiene partículas de material duro, para herramientas de mecanizado o corte de materiales duros y/o frágiles con un soporte para la herramienta que acomoda los segmentos.

30 Breve resumen de la invención

Los aspectos de la invención se definen en la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes definen formas de realización ventajosas.

35 La invención se refiere además a un método para cortar un bloque de granito de acuerdo con la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

40 La Fig. 1 es una vista esquemática en sección que muestra dos cuchillas de sierra adyacentes en una operación de corte de granito;

La Fig. 2 es una vista esquemática en sección que muestra una operación del estado del arte que emplea granallas de acero;

45 La Fig. 3 es una vista en sección de la sierra de bastidor horizontal de la presente invención, cortando a través de un bloque de granito;

La Fig. 4 es una vista en sección de corte transversal de la cuchilla de sierra y los segmentos de diamante con un espaciado desigual;

50 La Fig. 5 es una SEM que muestra la calidad de la superficie de una losa de granito cortada mediante el uso de una cuchilla de sierra del estado del arte; y

55 La Fig. 6 es una SEM que muestra la calidad de la superficie de una losa de granito cortada mediante el uso de una cuchilla de sierra que emplea los segmentos de diamante de la invención.

Descripción detallada de la invención

60 La invención se refiere a un método mejorado para el corte de granito sin el requisito de suspensiones en la ranura de acero del estado del arte, para losas de granito con una mejor calidad de la superficie y espesor uniforme.

Método para cortar losas de granito con una sierra de bastidor que emplea segmentos superabrasivos.

65 En el método mejorado de la invención, se usa una sierra de bastidor horizontal que emplea bordes de corte con

## ES 2 444 666 T3

5 segmentos que contienen diamante para el corte de losas de granito. En una forma de realización de la invención y como se ilustra en las Figuras 3 y 4, la sierra de bastidor horizontal 10 está equipada con un montaje de cuchillas 16 que tiene una pluralidad de cuchillas 88 generalmente paralelas y espaciadas para el corte de granito 12, en donde cada una de las cuchillas 88 tiene un borde de corte con segmentos de corte de diamante 90 - 104 montados sobre las mismas para atacar el granito con un movimiento oscilante para el corte del granito.

10 Las cuchillas 88 pueden ser elaboradas con aleaciones de acero de alto rendimiento conocidas en la técnica. En un ejemplo, una aleación de acero de 0,7 a 2,3% de carbono, 0,08 a 2,0% de aluminio y 0,7 a 6,5% de vanadio. En otro ejemplo, una aleación de acero de 0,32% de carbono, 0,35% de silicio, 0,70% de manganeso, 1,00% de cromo, 2,00% de molibdeno, 0,6% de níquel, 0,15% de vanadio y 0,05% de tungsteno, siendo el resto hierro. En un tercer ejemplo, una aleación de acero que contiene de 7 a 20% de tungsteno, molibdeno, vanadio y niobio. Las cuchillas 88 en una forma de realización, tienen cada una, una altura en el intervalo de aproximadamente 50 a 500 mm. Las cuchillas pueden ser de varias formas conocidas en la técnica, rectangular en la mayoría de las formas de realización, cóncava doble (reloj de arena), convexa/recta, cóncava/recta, convexa doble, convexa/cóncava, y combinaciones de las mismas.

15 En una forma de realización, los segmentos de corte se fabrican a partir de un material de fase continua dura que se impregna con los materiales superabrasivos, es decir, diamante natural, diamante sintético, o nitruro de boro cúbico.

20 En otra forma de realización, el material de fase continua comprende además un carburo metálico, una aleación de metal refractario, una aleación cerámica, de cobre, una aleación a base de cobre, de níquel, una aleación a base de níquel, de cobalto, una aleación a base de cobalto, de estaño, de tungsteno, de titanio, una aleación a base de titanio, de hierro, una aleación a base de hierro, de plata, o una aleación a base de plata, o combinaciones de los mismos.

25 En aún otra forma de realización, el material de la fase continua en los segmentos puede ser impregnado con una combinación de varios tipos de materiales abrasivos, es decir, materiales abrasivos secundarios, tales como cerámicos y óxidos de aluminio. El material de fase continua y los superabrasivos, es decir, diamantes o CBN, pueden ser agregados en la forma del segmento final mediante procesos conocidos que unen entre sí el material de fase continua y las partículas de superabrasivos/abrasivos, por ejemplo por sinterización, prensado isostático en caliente, fusión por láser, o de fusión por haz de iones.

30 La concentración de los materiales superabrasivos en los segmentos oscila en una concentración de 10 a 50. En una forma de realización, la concentración está entre 15 - 40. En otra forma de realización, una concentración entre 20 a 30. Tal como se utiliza en la presente descripción, una concentración de 100 se define convencionalmente en la técnica como 4,4 quilates/cm<sup>3</sup> donde 1 quilate es igual a 0,2 g, en donde la concentración de granos superabrasivos está relacionada linealmente con su contenido de quilates por unidad de volumen.

35 En una forma de realización, los materiales superabrasivos son partículas de diamante natural o sintético, o una combinación de los mismos, que varían en tamaño de malla 20 a malla 400. En una segunda forma de realización, el tamaño de partícula del superabrasivo es aproximadamente de malla 25 a malla 100. En aún otra forma de realización, el tamaño de partícula del superabrasivo está entre malla 25/30 a malla 70/80.

40 En una forma de realización, el diamante en los segmentos de corte tiene un índice de dureza ("TI") que varía aproximadamente entre 20 y 90. En una segunda forma de realización, el diamante tiene un TI que varía desde aproximadamente 25 hasta 80. El índice de dureza ("TI") se mide usando un ensayo de friabilidad estándar. El ensayo de friabilidad implica molienda con bolas de una cantidad de producto bajo condiciones controladas y tamizar el residuo para medir el rompimiento de dicho producto. El TI se calcula como el peso del residuo mayor que un tamaño objetivo dividido por el peso inicial, multiplicado luego por 100.

45 En aún otra forma de realización, los segmentos contienen partículas de diamante recubiertas con una capa de un material de composición MCxNy, donde M es un metal, C es carbono que tiene un primer coeficiente estequiométrico x, N es nitrógeno que tiene un segundo coeficiente estequiométrico y, y  $0 \leq x$ , y  $y \leq 2$ , donde M es uno o más de un metal de transición, un metal del Grupo IIIA, o un metal del Grupo IVA. Se sabe que tales revestimientos metálicos aumentan la fuerza con la que se unen los materiales superabrasivos al material en fase continua.

50 En una forma de realización de la sierra de bastidor, los segmentos de corte de diamante sobre las cuchillas de sierra varían en tamaño desde aproximadamente 5 hasta 100 mm de longitud, por 5 a 30 mm de altura, por 4 a 8 mm de espesor. En otra forma de realización, el segmento de diamante es más grueso que el espesor de la cuchilla. En aún otra realización, la cuchilla de sierra incluye una pluralidad de rebajes configurados para recibir al menos una porción de los segmentos.

55 En una forma de realización, los segmentos de diamante están espaciados (de centro a centro) aproximadamente desde 80 mm hasta 150 mm. En otra forma de realización, el espaciamiento de centro a centro es aproximadamente

de 100 a 140 mm. En aún otra forma de realización, el espaciamiento de centro a centro es aproximadamente de 120 a 130 mm.

5 Los segmentos pueden ser de cualquier forma conveniente, incluyendo, por ejemplo, rectangular, cónica, tipo sándwich, en forma de diente, en forma de L, en forma de semicírculo, y similares. Los segmentos pueden ser configurados por medio de técnicas conocidas en la técnica, tales como por sinterizado, fundición, forja o mecanizado.

10 Los segmentos se unen al borde de la cuchilla por medios conocidos en la técnica, incluyendo soldadura fuerte, soldadura blanda, soldadura, adhesivos, fijación mecánica, y similares.

15 Los segmentos de diamante en cuchillas de sierra sobre bastidor horizontal, tal como se utiliza en el corte de las losas de diamante, se desgastan a un ritmo diferente. Como es deseable tener segmentos de diamante sobre una cuchilla de sierra que se desgasten a una velocidad lo más uniforme posible, en una forma de realización de la invención, se optimiza la separación de los segmentos de diamante a lo largo de la cuchilla de sierra con un espaciamiento no uniforme. En sitios a lo largo de la longitud que tienen una propensión a tasas más altas de desgaste, se monta un mayor número de segmentos por unidad de longitud. Por el contrario, en lugares a lo largo de la longitud de la cuchilla que tienen una propensión a menores tasas de desgaste, se monta un menor número de segmentos por unidad de longitud. Tal como se usa en el presente documento, "espaciamiento no uniforme" significa que hay una variación de al menos 1 mm desde la distancia de espaciamiento mínimo X1 de centro a centro (entre dos segmentos de diamante adyacentes sobre una cuchilla de sierra) hasta la distancia de espaciamiento máximo X2 de centro a centro entre dos segmentos de diamante adyacentes sobre la misma cuchilla de sierra, es decir, X1 es 1 mm menor que X2. En otra forma de realización de la invención, la variación del espaciamiento es de al menos 2 mm entre una separación mínima de centro a centro entre dos segmentos adyacentes hasta un espaciamiento máximo de centro a centro entre dos segmentos adyacentes diferentes sobre la misma cuchilla de sierra.

20 Junto con la variación del espaciamiento de los segmentos de diamante, o como un enfoque separado para la prolongación de la vida útil de las cuchillas de sierra, se pueden distribuir segmentos de diamante con diferentes propiedades a lo largo de la longitud de la cuchilla (ya sea con un espaciamiento uniforme o no uniforme). En sitios a lo largo de la longitud que tienen una propensión a mayores tasas de desgaste, se montan segmentos con mayor resistencia al desgaste. Por el contrario, en lugares a lo largo de la longitud de la cuchilla que tienen una propensión a menores tasas de desgaste, se montan segmentos con menor resistencia al desgaste.

35 Como se usa en este documento, "propiedad de resistencia a desgaste variable" significa que hay una variación de al menos 10% en una variable que contribuye a la propiedad de resistencia al desgaste de los segmentos de diamante sobre una cuchilla de sierra, de un segmento de diamante a otro segmento de diamante en la misma cuchilla de sierra. Los ejemplos de propiedades de resistencia al desgaste variables incluyen a) la concentración de diamante en el punto de unión; b) el tamaño del diamante, c) el grado del diamante, en el que la resistencia al desgaste aumenta con el aumento del grado del diamante, tal como se mide por medio de la resistencia a la fractura por compresión "SFC"; d) la resistencia y la forma del cristal; e) dimensión del segmento en términos de longitud en donde la resistencia al desgaste aumenta con el aumento de la longitud del segmento, donde la longitud se define como la dimensión del segmento paralela a la longitud de la cuchilla cuando está unida como en la Figura 4; f) resistencia al desgaste del enlace de los materiales que constituyen el enlace; y g) la presencia de abrasivos secundarios con el aumento de resistencia al desgaste al aumentar la concentración de abrasivos secundarios.

45 Mejor calidad de las losas de granito terminadas: El uso de segmentos que contienen diamantes en las cuchillas de sierra sorprendentemente permite cortar el granito sin necesidad de suspensiones de granalla de acero. Tal uso también permite sorprendentemente cortar losas de granito con una superficie mejorada.

50 Como es conocido para una persona capacitada en la técnica, la rugosidad de una superficie terminada depende de una variedad de factores, incluyendo el tamaño de partícula del medio abrasivo. En general, la rugosidad de la superficie aumenta con el aumento de tamaño de las partículas abrasivas utilizadas en la operación. Como se citó anteriormente, las partículas de granalla de acero utilizadas para formar losas de granito en la técnica anterior pueden variar desde aproximadamente 1 a 2 mm de tamaño nominal. Mientras se somete a abrasión las paredes de un corte, la granalla de acero crea una superficie típicamente áspera. Las propiedades de rugosidad de productos de piedra, tales como losas de granito, bloques, etc., se pueden medir por medio de diversos instrumentos analíticos en la técnica, incluyendo el uso de un perfilómetro para las mediciones de topografía de la superficie, tales como  $R_a$ ,  $R_{máx}$ , y  $R_{z-d}$  a en un tramo de la muestra.

60 La aguja sensible del perfilómetro corre a través del ancho de la muestra, registrando las variaciones en la topografía de la superficie. Se visualiza/registra la media aritmética de estas variaciones.  $R_a$  es la media aritmética del valor de rugosidad.  $R_z$  es el parámetro de la altura ISO de 10 puntos, medido sobre una longitud única de muestreo y es en sí mismo un promedio de varios valores pico.  $R_{máx}$  es la altura máxima de pico a valle con una longitud de muestreo.

65

En una forma de realización de la invención, la sierra de bastidor que emplea los segmentos de diamante de la presente invención permite el corte del granito en losas que tienen una rugosidad superficial  $R_a$  de menos de 1000  $\mu$  - pulgada, un valor  $R_z$  de menos de 7.000  $\mu$  - pulgada, y un valor de  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 10.000  $\mu$  - pulgada. En otra forma de realización, el corte de losas de granito usando los segmentos que contienen diamante de la invención muestra una rugosidad superficial  $R_a$  de menos de 800  $\mu$  - pulgada, valores de  $R_z$  y  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 6000  $\mu$  - pulgada. En una tercera forma de realización, un corte de una losa de granito muestra una rugosidad  $R_a$  de < 500  $\mu$  - pulgada, y valores de  $R_z$  y  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 5000  $\mu$  - pulgada. En una cuarta forma de realización, la rugosidad superficial medida es una mejora de al menos el 70% sobre el proceso de granalla de acero de la técnica anterior, para una rugosidad superficial  $R_a$  de < 400  $\mu$  - pulgada, y valores de  $R_z$  y  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 4000  $\mu$  - pulgada.

Como se indic3 anteriormente, la sierra de bastidor de la invenci3n permite que las losas de granito as3 cortadas (o algunas veces llamadas preliminares) tengan una rugosidad superficial que es mucho m3s fina que las losas as3 cortadas con una sierra de bastidor del estado del arte, se requiere remover menos material para lograr el acabado deseado. Esto disminuye los requisitos de un sistema de pulido para el acabado en donde las etapas iniciales de pulido pueden ser eliminadas por completo de la operaci3n de pulido. En este caso, se puede reducir el coste de la operaci3n de pulido al mismo tiempo que se incrementa tambi3n la velocidad y capacidad. Otra ventaja adicional de la sierra de bastidor de la presente invenci3n es que se imparte menos da3o al granito con mejor calidad de la superficie/calidad de pulido, ya que se generan menos grietas entre granos adyacentes de las fases que componen el granito.

Utilizaci3n mejorada del bloque cuando se cortan las losas: Tambi3n se encontr3 que la sierra del bastidor de la invenci3n permite operaciones m3s econ3micas. Se pueden producir losas de un ancho deseado usando menos material del bloque, debido a la reducci3n en el exceso de ancho del corte,  $t_{xs}$ .

La reducci3n en el exceso de ancho del corte,  $t_{xs}$ , ayuda a mejorar la utilizaci3n de los bloques, as3 como con respecto la uniformidad de las losas de granito terminadas, siendo de espesor m3s uniformes las losas de granito as3 cortadas. En una forma de realizaci3n de la invenci3n, las losas de granito previamente cortadas tienen una variaci3n del espesor promedio de menos del 20% del espesor de la losa nominal objetivo. En una segunda forma de realizaci3n, la variaci3n promedio del espesor es menor al 10% del espesor de la losa nominal objetivo. En una tercera forma de realizaci3n, la variaci3n promedio del espesor es menor a 2 mm para una losa nominal objetivo de 2 cm.

Cabe se3alar, adem3s, que la sierra de bastidor de la presente invenci3n se puede utilizar en el corte de otros materiales diferentes al granito, incluyendo, pero sin limitarse a materiales de mamposter3a, tales como hormig3n, m3rmar, piedra arenisca, piedra caliza, ladrillo cocido o un material similar, as3 como para cortar bloques de materiales compuestos elaborados de piedra o gravilla de m3rmar unida entre s3 por medio de un material aglutinante, para mejorar la calidad de la superficie, as3 como dimensiones m3s precisas.

**EJEMPLOS.** Se proporcionan ejemplos en el presente documento para ilustrar la invenci3n pero sin pretender limitar el alcance de la invenci3n.

**Ejemplo 1.** Como referencia, se corta un bloque de granito Rosa Beta en losas utilizando la operaci3n aserrado de bastidor con granalla de acero del estado del arte. Se mide la calidad de la superficie de las losas usando un perfil3metro. En esta medici3n, se us3 Perfil3metro Hommel (modelo T 4000) para medir  $R_a$ ,  $R_{m\acute{a}x}$  y  $R_{z-D}$  a trav3s de una distancia de muestreo de 2,5 cm. Los resultados se suministran en la Tabla 1:

Tabla 1: rugosidad superficial para el corte de losa de granito usando como abrasivo granalla de acero

Par3metro de rugosidad	Salida
$R_a$	1677 $\mu$ -pulgada
$R_{z-D}$	9145 $\mu$ -pulgada
$R_{m\acute{a}x}$	12673 $\mu$ -pulgada

Se prepara una impresi3n de la superficie de una losa cortada usando la granalla de acero de la superficie de una losa cortada utilizando el proceso de granalla de acero utilizando vinil polisiloxano. La Fig. 5 es una micrograf3a de SEM de la impresi3n que muestra la textura rugosa de la superficie.

**Ejemplo 2.** Para evaluar la utilizaci3n del bloque mejorado y la rugosidad de la superficie de la losa, se corta en losas un bloque de granito Rosa Beta en el Ejemplo 2, utilizando una sierra de bastidor de la presente invenci3n que tiene cuchillas con segmentos que contienen diamante unido a ellos. Los detalles de la corrida incluyen:

Segmentos: Se repiten un cierto n3mero de corridas para cada ejemplo, variando la concentraci3n del segmento de cada corrida entre una concentraci3n de cristales de diamante de 15 a 40, tama3o del diamante en el intervalo de malla 20 - 50, en un enlace a base de cobalto disponible comercialmente a trav3s de OMG, Eurotungstene u otros fabricantes.

## ES 2 444 666 T3

Cada corrida utiliza segmentos del mismo tamaño, con dimensiones de segmentos que varían para cada corrida y que están en un intervalo de 10 - 40 mm de largo, 4 - 8 mm de ancho, y 10 - 30 mm de altura, y con 20 - 30 segmentos por cuchilla.

5 Cuchillas: Cuchillas de acero de aleación de carbono con  $t_{\text{cuchilla}} = 4,2$  mm y  $n = 80$  cuchillas.

Condiciones de operación: tasa descendente de alimentación de 30 mm/h, y 13 - 15 l/min de agua suministrada a cada cuchilla. Espesor nominal objetivo de losa de 20 mm.

10 Se evalúa la cantidad total de ancho de bloque por losa,  $w_{\text{bloque}}$ . Además, se mide la rugosidad superficial de una losa usando un perfilómetro como en el Ejemplo 1.

Ancho del bloque por losa: El ancho total del bloque por losa,  $w_{\text{bloque}}$ , se determina mediante la medición del ancho total del bloque cortado y dividiendo por el número de losas producidas, que es 1 menos que el número de cuchillas.

15 Ancho total del bloque cortado = 2233,6 mm;  $w_{\text{bloque}} = 2233,6 \text{ mm} / 79 \text{ losas} = 28,3 \text{ mm/losa}$ .

El espesor promedio de losa medido en este experimento es  $\langle w_{\text{losa}} \rangle = 22,4$  mm. Con referencia a la Ecuación 2, el ancho de corte en exceso,  $t_{\text{xs}}$ , es:

20 
$$t_{\text{xs}} - w_{\text{bloque}} - (t_{\text{losa}} + t_{\text{cuchilla}}) = 28,3 \text{ mm} - (22,4 \text{ mm} + 4,2 \text{ mm}) = 1,7 \text{ mm}$$

El ancho total del bloque por losa cuando se utiliza granalla de acero es de aproximadamente 31 mm. Para el ancho total del bloque cortado en este ejemplo, únicamente se pueden producir 72 losas utilizando la tecnología de granalla de acero. Por lo tanto, la utilización de bloques de la solución de diamante es aproximadamente 10% más alta que la tecnología estándar de granalla de acero.

25

Rugosidad de la superficie de la losa: Se usa un Perfilómetro Hommel (modelo T 4000) para medir  $R_a$ ,  $R_{\text{máx}}$  y  $R_{z-D}$  a través de una distancia de muestreo de 2,5 cm. Los resultados se proporcionan en la Tabla 2.

30 Tabla 2: Parámetros de rugosidad de la superficie para losa de granito cortada usando segmentos que contienen diamante

Parámetro de rugosidad	Salida
$R_a$	342 $\mu$ -pulgada
$R_{z-D}$	2826 $\mu$ -pulgada
$R_{\text{máx}}$	3515 $\mu$ -pulgada

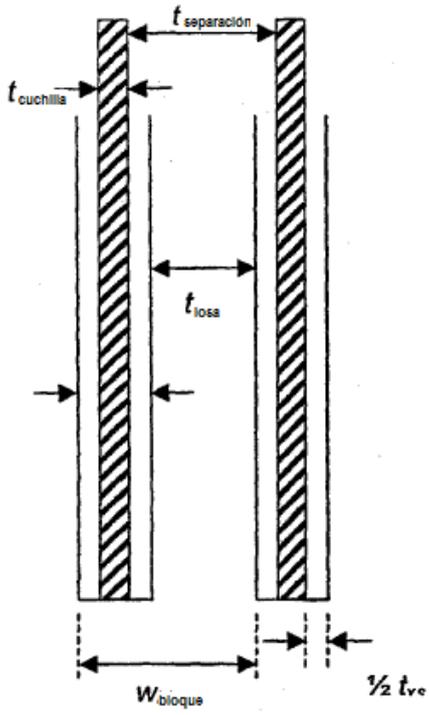
35 Como se muestra, los parámetros medidos de rugosidad superficial de la losa cortada usando segmentos que contienen diamante representan una mejora entre 70% y 80% en relación con el proceso de granalla de acero.

40 Se prepara una impresión de la superficie de una losa cortada usando este proceso de diamante utilizando vinil polisiloxano. La Figura 6 es una micrografía de SEM de la impresión de la losa de la presente invención (tomada con el mismo aumento que en la Figura 5, SEM de una losa cortada utilizando la tecnología del estado del arte). La SEM muestra una mejora significativa en la calidad de la superficie sobre las losas de granito en el estado del arte.

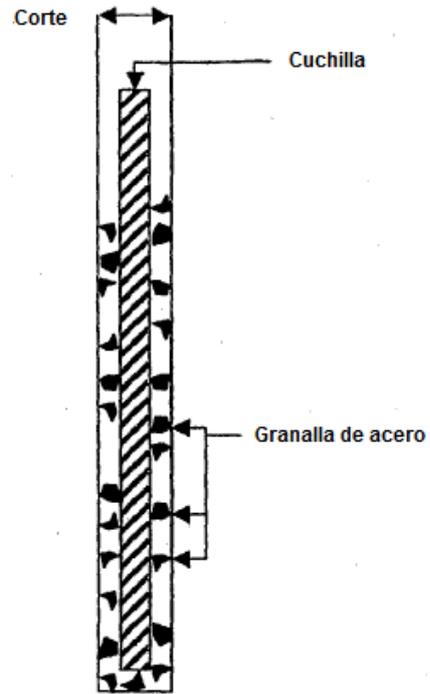
45 Si bien la invención ha sido descrita con referencia a una forma de realización preferida, aquellos capacitados en la técnica entenderán que se pueden realizar varios cambios y se pueden sustituir los equivalentes por elementos de la misma sin apartarse del alcance de la invención. Todas las citas mencionadas en la presente solicitud se incorporan expresamente en el presente documento por referencia.

**REIVINDICACIONES**

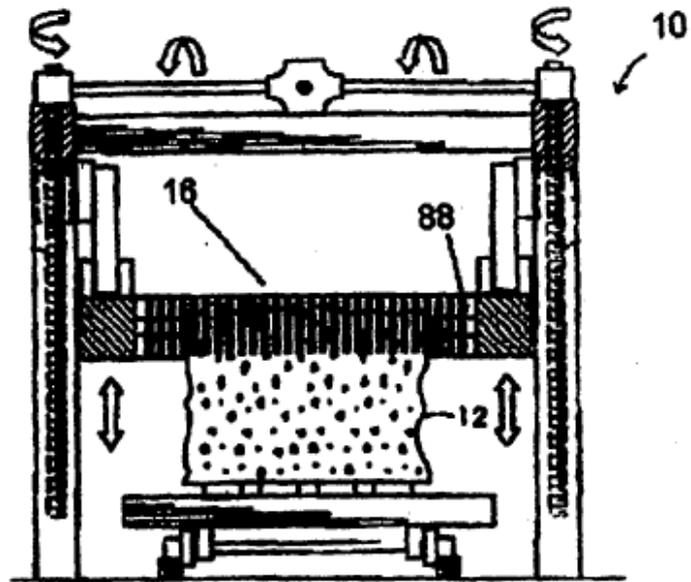
- 5 1. Un método para cortar un bloque de granito (12) en losas con un ancho de corte en exceso ( $t_{xs}$ ) de menos de 2 mm, y una variación del espesor promedio de menos del 20% del espesor de una losa nominal objetivo, dicho método comprendiendo las etapas de:
- proporcionar un bloque de granito (12);  
cortar dicho bloque de granito (12) con un dispositivo de corte (10), comprendiendo el dispositivo de corte (10):
- 10 una pluralidad de cuchillas (88) espaciadas, generalmente paralelas, teniendo cada una de las cuchillas (88) una pluralidad de segmentos de corte (90 - 104) montados sobre ella;  
en donde cada uno de los segmentos de corte (90 - 104) están separados entre sí por una distancia de centro a centro y existe una variación en el espaciamiento de al menos 1 mm entre una distancia máxima de centro a centro y una distancia mínima de centro a centro de los segmentos;
- 15 comprendiendo cada uno de los elementos de corte (90 - 104) una fase continua impregnada con un material superabrasivo seleccionado de entre diamante natural, diamante sintético, nitruro de boro cúbico, y combinaciones de los mismos; y producir losas de granito; y en donde cada losa de granito producida tiene una rugosidad superficial de  $R_a$  de menos de 1000  $\mu$ -pulgada; y
- 20 **caracterizado porque** cada uno de los segmentos de corte (90 - 104) tiene una propiedad de resistencia al desgaste que varía al menos 10% de al menos otro segmento montado sobre la misma cuchilla (88), donde las diferentes propiedades de resistencia al desgaste se seleccionan del grupo de a) concentración de materiales superabrasivos en cada segmento; b) grado del material superabrasivo en cada segmento de acuerdo a lo medido por su resistencia a la fractura por compresión; c) composición de materiales superabrasivos en cada segmento; y d) longitud del segmento.
- 25 2. El método de la reivindicación 1, en donde dicho ancho de corte en exceso ( $t_{xs}$ ) es menor a 1 mm.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde cada una de las losas de granito así cortadas tiene una rugosidad superficial  $R_a$  de menos de 500  $\mu$ -pulgada.
- 30 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde cada una de las losas de granito así cortadas tiene una variación del espesor promedio de menos del 10% del espesor de una losa nominal objetivo.
- 35 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde cada una de las losas de granito así cortadas tiene un parámetro de altura ISO de 10 puntos  $R_z$  de menos de 10.000  $\mu$ -pulgada y una altura máxima de pico a valle  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 10.000  $\mu$ -pulgada.
- 40 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde cada una de las losas de granito así cortadas tiene un parámetro de altura ISO de 10 puntos  $R_z$  de menos de 5.000  $\mu$ -pulgada y una altura máxima de pico a valle  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 5.000  $\mu$ -pulgada.
- 45 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde cada una de las losas de granito así cortadas tiene un parámetro de altura ISO de 10 puntos  $R_z$  de menos de 4.000  $\mu$ -pulgada y una altura máxima de pico a valle  $R_{m\acute{a}x}$  de menos de 4.000  $\mu$ -pulgada.



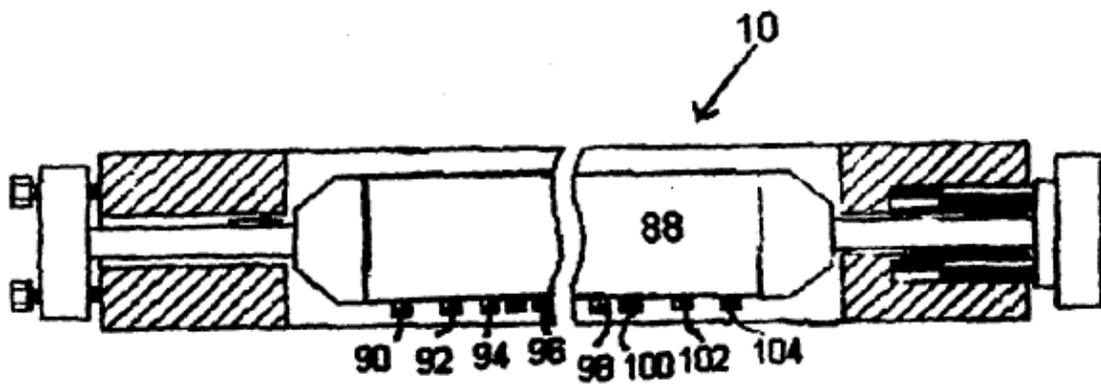
**FIG. 1**



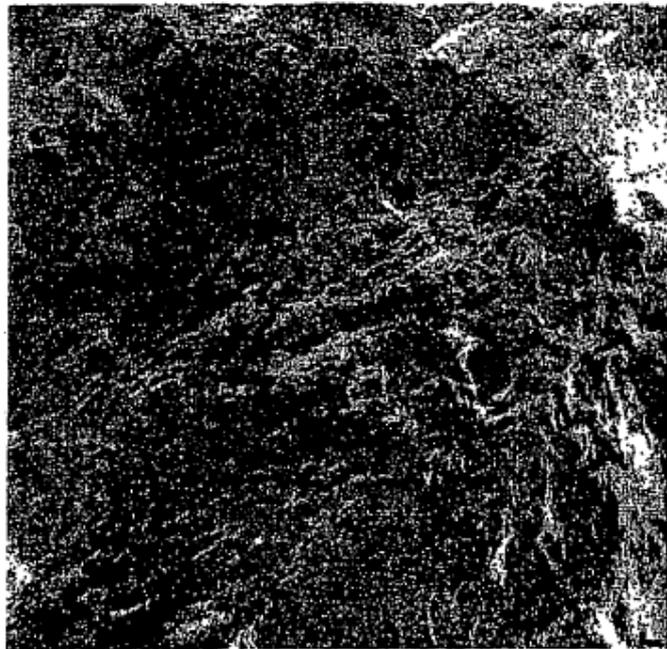
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

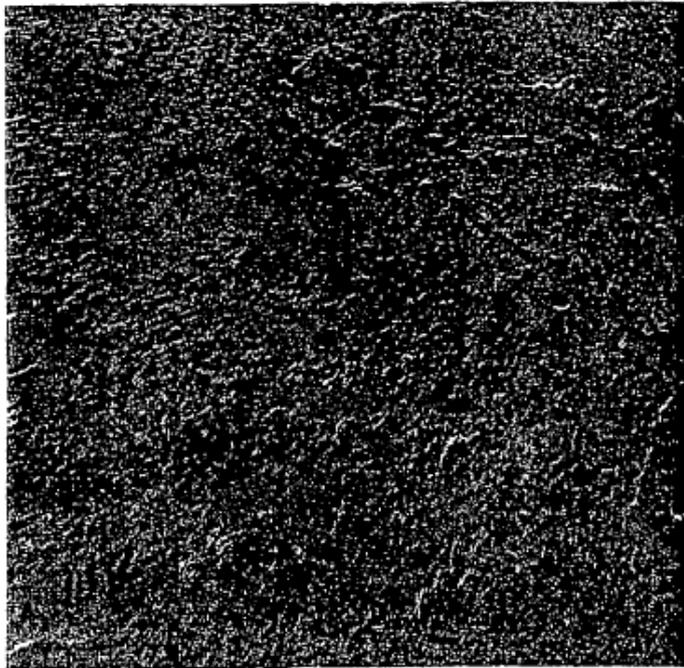


FIG. 6