

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 066**

51 Int. Cl.:

**E04H 12/02** (2006.01)

**B29C 44/18** (2006.01)

**E04C 3/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2013 PCT/GB2013/051706**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14001811**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2013 E 13733440 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2877653**

54 Título: **Postes de soporte y método para formar los mismos**

30 Prioridad:

**27.06.2012 GB 201211399**

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

**24.01.2018**

73 Titular/es:

**LIKA MILJØ AS (100.0%)  
Vige Havnevei 4  
4633 Kristiansand, NO**

72 Inventor/es:

**HAVELAND, EINAR STÅLE y  
LID, EINAR**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 651 066 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

Postes de soporte y método para formar los mismos

- 5 La presente invención se refiere a postes de soporte, particularmente (pero no exclusivamente) a postes de servicios usados para soportar líneas eléctricas aéreas, líneas de transmisión de fibra y otros diversos servicios públicos, tales como cables y equipos relacionados (transformadores, farolas, etc.).
- 10 Los postes de servicios, (por ejemplo, en Canadá *hydro poles*), también conocidos como postes telefónicos, postes eléctricos, postes telegráficos, están habitualmente hechos de madera maciza. También se han propuesto postes de servicios hechos de metal, hormigón o materiales compuestos como fibra de vidrio. Los postes de servicios se usan normalmente para la transmisión de potencia de baja y media tensión. Ya que los postes están separados habitualmente de manera relativamente cerca entre sí en una red de transmisión de potencia, se necesita un número enorme de postes y debe permitirse su fácil instalación y mantenimiento.
- 15 Los postes de madera convencionales son vulnerables al ataque de plagas tales como termitas, roedores y pájaros carpinteros. La durabilidad de los postes de madera se extiende habitualmente tratándolos con creosota como pesticida. Sin embargo, tal tratamiento añade costes de mantenimiento. Además, el impacto medioambiental de la madera tratada con creosota ha empezado a cuestionarse, especialmente la contaminación potencial de aguas subterráneas. Los postes de madera tratada pueden durar 15-20 años antes de necesitar una sustitución, pero en países en desarrollo tales como África, los postes de madera se dejan normalmente sin tratar y entonces sólo duran menos de 10 años. Un problema adicional al usar madera para postes de servicios es su contribución a la deforestación global.
- 20 Materiales de poste alternativos también tienen una variedad de desventajas. Los postes de hormigón requieren refuerzos de acero internos para su resistencia, pero el componente de acero es vulnerable a corrosión, mientras que el hormigón se degrada a menudo bastante rápido, especialmente si se usa cemento de baja calidad. Los postes son propensos a fractura frágil y agrietamiento. Los postes de hormigón son también muy pesados para la instalación y la manipulación. Grúas u otros tipos de equipos de levantamiento se requieren para la instalación. Los costes que conllevan la producción e instalación de postes de hormigón son más altos que para postes de madera. La durabilidad de un poste de servicios hormigón es normalmente de 15-20 años. El coste de postes de plástico reforzado con fibra es prohibitivo para la mayoría de fines. En ambos casos, el reciclado de materiales después de su uso no es fácil.
- 25 Los costes que conllevan los materiales y la fabricación, el transporte, la instalación y el mantenimiento e los postes en una red de transmisión de potencia pueden ser de particular interés en países en desarrollo, por ejemplo, en África y Asia. Además el impacto medioambiental de construir la infraestructura en tales países es ahora un factor importante a tener en consideración.
- 40 El documento NO 20072814 describe un poste hecho de cañas de bambú dispuestas en el interior de un tubo exterior de plástico con los huecos entre cañas de bambú rellenos con un material rígido. Se da a conocer que tales postes tienen una larga durabilidad y pueden reciclarse. Sin embargo, una consideración importante en el diseño de postes de servicios es el requisito de resistencia. A modo de comparación, los postes de hormigón pueden soportar cargas de trabajo de al menos 2,5 kN. Un problema adicional con la encapsulación de cañas de bambú en un material rígido es el riesgo de deslizamiento entre las cañas de bambú y la matriz circundante. El documento US 6.576.331 da a conocer estructuras de soporte de carga hechas recubriendo fibras o vástagos de bambú con un material de unión antes de que se rodeen por una matriz polimérica.
- 45 Sigue existiendo una necesidad de postes de soporte que puedan proporcionar resistencia así como beneficios medioambientales.
- 50 Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un método de formación de un poste de soporte, que comprende: proporcionar una pluralidad de vástagos de bambú, o de material vegetal tubular similar que comprende cavidades internodales huecas entre nodos, en una disposición longitudinalmente paralela, los vástagos que tienen una o más aberturas formadas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales; e inyectar un material aglutinante alrededor de los vástagos para rellenar al menos parcialmente las cavidades internodales abiertas y fijar la disposición longitudinalmente paralela.
- 55 Se ha descubierto que un poste hecho mediante un método de este tipo tiene propiedades de resistencia superiores en comparación con un poste hecho de cañas de bambú que están soportadas simplemente en una matriz exterior de material circundante. La provisión de abertura(s) en las paredes de vástago, que permite que el material aglutinante acceda a las cavidades internodales huecas, garantiza que existe una conexión entre el material aglutinante que rellena las cavidades y el material que rodea los vástagos. El efecto de aglutinación resultante garantiza que los postes están fijados en su lugar en su disposición longitudinal y no pueden deslizarse entre sí en la dirección longitudinal. El solicitante se refiere a este mecanismo de aglutinación como "bloqueo internodal". Además, rellenar las cavidades internodales con material hace a los vástagos de bambú resistentes al colapso cuando el
- 60
- 65

poste está soportando cargas externas. El método es mucho más eficiente de lo que sería separar los vástagos de bambú en fibras y usar las mismas para el refuerzo de un poste.

Los postes basados en bambú proporcionan muchos beneficios con respecto a postes de madera o de hormigón de servicios convencionales. El bambú es un material que crece muy rápido y su producción no contribuye a la deforestación. El bambú tiene una resistencia única en relación al peso comparada con la madera blanda. Su resistencia longitudinal se garantiza por la estructura nodal y se incrementa mediante el material aglutinante que rellena las cavidades internodales. Usar un material aglutinante para rellenar en y alrededor de las cavidades internodales de los vástagos de bambú también protege el bambú de daños por plaga o degradación medioambiental. No se requiere un tratamiento tóxico, por ejemplo, creosota. Se espera que los postes tengan una durabilidad de al menos 50 años, es decir, mucho más larga que la de los postes de servicios habituales. El proceso de fabricación no genera emisiones de CO<sub>2</sub>, como sí lo hace la producción de cemento; en su lugar, el bambú recoge CO<sub>2</sub> mientras crece y la oportunidad para el cultivo de bambú local puede reducir la huella de carbono implicada en la producción. Además, los postes son reciclables después de su uso.

Preferiblemente el método incluye una etapa de formación de las una o más aberturas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales, por ejemplo, antes de colocar los vástagos en su disposición longitudinalmente paralela. Formar la una o más aberturas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales de los vástagos comprende preferiblemente formar al menos una abertura en cada cavidad internodal de los vástagos. La(s) abertura(s) puede(n) formarse retirando el material de bambú de cualquier manera adecuada, por ejemplo, cortando, quemando, disolviendo, etc. La(s) abertura(s) se forma(n) preferiblemente en una etapa inicial antes de que los vástagos se pongan en su disposición longitudinalmente paralela, para facilidad de acceso.

La(s) abertura(s) puede(n) tener un número de formas diferentes, por ejemplo, circular, rectangular, helicoidal o cualquier otra forma. Sin embargo, la forma y el tamaño de la(s) abertura(s) puede ser importante por diversos motivos. En primer lugar, la(s) abertura(s) puede(n) diseñarse para garantizar que el material aglutinante puede rellenar de manera efectiva las cavidades internodales y evacuar el aire atrapado, para optimizar el efecto de "bloqueo internodal". En segundo lugar, cuanto más grande es el área de la(s) abertura(s), mayor será el área de contacto entre el material aglutinante y los vástagos y, por tanto, mayor será la resistencia de aglutinamiento. En un conjunto de realizaciones, el método comprende formar una abertura longitudinal, tal como una ranura, en cada cavidad internodal. La abertura longitudinal puede ser sustancialmente rectangular. Preferiblemente, la abertura longitudinal se extiende sustancialmente a lo largo de la mayor parte de la longitud de la cavidad internodal, por ejemplo, extendiéndose sobre el 50%, 60%, 70%, 80% o 90% de la longitud de la cavidad internodal. En realizaciones preferidas, la abertura longitudinal puede extenderse sobre 90-100% de la longitud de la cavidad internodal. La abertura longitudinal permite que el material aglutinante en el interior de la cavidad se conecte con el material circundante aglutinante del poste, y por tanto añade resistencia y evita que los vástagos de bambú se muevan cuando se aplica fuerza (principio de "bloqueo internodal"). Preferiblemente, la abertura longitudinal se forma para extenderse sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la cavidad internodal. La abertura longitudinal puede tener una longitud de 20-40 cm. Aunque se ha hallado que una abertura longitudinal por cavidad internodal es suficiente para permitir el acceso del material aglutinante y bloquear los vástagos en su disposición paralela, se contempla que pueden proporcionarse múltiples aberturas (longitudinal o de cualquier otro modo) por cavidad internodal. Sin embargo, se ha hallado que una única abertura longitudinal logra bloqueo internodal efectivo para la disposición de vástago con una conexión fuerte entre las cavidades de nodo proporcionadas por el material aglutinante.

El solicitante ha reconocido que durante una fabricación práctica, la(s) abertura(s) puede(n) formarse de manera que se extiende(n) sustancialmente a lo largo de toda la longitud de cada vástago. Una única abertura, por ejemplo, una abertura longitudinal, tal como una ranura, preferiblemente, se forma sustancialmente a lo largo de la longitud de cada vástago de bambú. Retirar material tanto de las paredes de las cavidades internodales como de los nodos elimina la necesidad de identificar las secciones huecas individuales a través de toda la longitud de un vástago, lo que mejora la velocidad de procesamiento. Esto también garantiza que todas las cavidades huecas están abiertas durante inyección de material aglutinante. En particular, una única abertura continua puede hacer que un material aglutinante acceda a y rellene todas las cavidades internodales más fácil y rápidamente. Puede lograrse una distribución uniforme de material aglutinante sin burbujas de aire atrapadas. En algunas otras realizaciones, la retirada de material de los nodos puede no desearse y en su lugar puede elegirse formar ranuras independientes en cavidades internodales respectivas.

La etapa de inyección de material aglutinante alrededor de los vástagos puede comprender cualquier proceso adecuado para el material aglutinante. El material puede inyectarse en el interior del poste en una única ubicación, o en múltiples ubicaciones, hacer el proceso de relleno tan rápido y/o efectivo como sea posible. El material aglutinante se inyecta preferiblemente de manera que garantiza que las cavidades internodales abiertas se rellenan completamente sustancialmente sin aire atrapado. Esto puede lograrse inyectando el material aglutinante a presión, normalmente a una presión mucho más alta que la presión atmosférica (1 bar). Sin embargo, un proceso de inyección presurizado puede aumentar los costes de fabricación. Además, el solicitante ha observado que un problema con inyectar un material aglutinante alrededor de los vástagos de bambú es que las propiedades de fricción superficial de bambú tienden a interrumpir el flujo o la expansión de material aglutinante. Por tanto, puede

ser difícil rellenar de manera efectiva cavidades internodales en vástagos de bambú.

- 5 El solicitante ha reconocido que un material aglutinante puede inyectarse de manera particularmente efectiva usando un proceso asistido por vacío. Preferiblemente, la etapa de inyección incluye aplicar vacío. Se ha descubierto que esto ayuda a evacuar aire de las cavidades internodales y a rellenar las mismas con material aglutinante. Como resultado, la etapa de inyección puede llevarse a cabo a presión relativamente baja, preferiblemente a o sólo ligeramente por encima de presión atmosférica, por ejemplo, de aproximadamente 2-5 bar. Por tanto, en realizaciones preferidas la etapa de inyección comprende inyectar un material aglutinante en presencia de vacío.
- 10 Se ha descubierto que la asistencia por vacío es particularmente práctica cuando los vástagos tienen una o más aberturas formadas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales y las cavidades internodales deben rellenarse con el material aglutinante, es decir, proporcionar "bloqueo internodal" para fijar la disposición longitudinalmente paralela.
- 15 En nivel de vacío puede elegirse dependiendo del material aglutinante, pero se han observado buenos resultados al aplicar presión de vacío de 0,5 bar o menos, preferiblemente de 200-300 mbar o menos, más preferiblemente de 200-250 mbar o menos, e incluso de 200 mbar o por debajo. Se ha descubierto que el proceso de inyección asistida por vacío rellena las cavidades internodales en menos tiempo que procesos de inyección habituales, así como que permite un relleno uniforme y efectivo. El material aglutinante se empuja realmente hacia el interior de las cavidades en lugar de dejar que el material fluya o se expanda al interior de las cavidades por sí mismo. Como resultado, se garantiza que se logra un bloqueo internodal efectivo. Además, el tamaño y la forma de la(s) abertura(s) puede(n) ser menos importante al usar inyección asistida por vacío. Aunque puede ser posible usar abertura(s) más pequeña(s), aún se prefieren aberturas longitudinales para los beneficios de resistencia comentados anteriormente.
- 20 Se ha descubierto que los postes de soporte hechos según métodos de la presente invención proporcionan altas resistencias comparables a las de postes de hormigón. Por ejemplo, postes que tienen un diámetro en el intervalo de 150-250 mm, es decir, de aproximadamente 200 mm, son capaces preferiblemente de soportar una carga de trabajo de al menos 1,0 kN, preferiblemente de al menos 2,0 kN, más preferiblemente de al menos 2,5 kN y aún más preferiblemente de al menos 3,0 kN. Pueden soportarse cargas de hasta 4,0 kN, 5,0 kN y más altas, por ejemplo, dependiendo del tamaño (diámetro y longitud) del poste. A modo de comparación, se ha descubierto que un poste de soporte que tiene un diámetro de 150-250 mm y vástagos hechos de bambú sin aberturas en el interior de las cavidades internodales es menos rígido y permite soportar cargas muy por encima de 2,0 kN. Se ha demostrado un aumento de resistencia de más del 20%.
- 25 Ventajosamente, se ha descubierto que los postes de soporte hechos según los métodos de la presente invención tienen un peso muy bajo por unidad de longitud, por ejemplo, menor que 20 kg/m e incluso menor que 10 kg/m, por ejemplo, de 8 kg/m. A modo de comparación, un poste de hormigón habitual normalmente tiene un peso por unidad de longitud de aproximadamente 100 kg/m, es decir, cinco veces más pesado. Por tanto, los postes de soporte hechos según métodos de la presente invención pueden proporcionar la misma capacidad de carga que los postes de hormigón habituales, pero pueden ser más de un 80% más ligeros en peso. Los postes de soporte hechos de vástagos de bambú también pueden ser más de un 50% más ligeros que los postes de madera habituales. Esto hace que los mismos sean más fáciles de manejar, reduce costes de instalación y transporte y reduce la huella de carbono asociada.
- 30 El material aglutinante puede actuar para aislar los vástagos de la humedad y resistir el colapso del bambú. El material aglutinante también puede contribuir a las propiedades de ligereza de los postes hechos según la presente invención. El material aglutinante puede ser cualquier material rígido o semirrígido que pueda inyectarse (por ejemplo, en forma líquida o fundida). Ejemplos pueden incluir plásticos, goma elástica, cemento, material cerámico, espuma de metal, etc. Un material aglutinante polimérico puede preferirse por su baja densidad. Sin embargo, al menos algunos plásticos pueden no aglutinar muy bien los vástagos de bambú. Se ha descubierto que una espuma polimérica sintética, tal como espuma de poliuretano (PUR), rellena de manera eficiente las cavidades internodales y aglutina bien los vástagos de bambú para fijar la disposición longitudinalmente paralela. En realizaciones preferidas, el material aglutinante, por tanto, consiste en una espuma de poliuretano. La espuma de PUR ha demostrado buenas propiedades mecánicas, así como ser ligera, no tóxica y no inflamable. Una ventaja de usar espuma de PUR (o similar) es que puede formarse mezclando precursores líquidos que reaccionan *in situ* para crear una espuma que se expande para rellenar las cavidades internodales. La etapa de inyección, por tanto, puede comprender inyectar al menos dos materiales precursores que reaccionan para formar el material aglutinante *in situ*. Para la espuma de poliuretano, esta etapa puede comprender inyectar poliol y poliisocianato en forma líquida, en presencia de agua, para producir una reacción exotérmica que forma el poliuretano.
- 35 Un material aglutinante polimérico, en particular, un material elastomérico (tal como espuma de PUR) puede además ser beneficioso, ya que puede dotar a los postes una resistencia a flexión única en comparación con materiales más rígidos. La resistencia a flexión permite que un poste soporte fuertes vientos y vibraciones externas. Al usar un material aglutinante polimérico, los postes son capaces de absorber significativamente más energía elástica que materiales convencionales, tales como acero u hormigón. Los postes se flexionarán para volver a su configuración original tras la carga. Algunos materiales elastoméricos, tales como goma elástica sintética o natural, pueden hacer
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

que los postes de soporte sean demasiado flexibles. Se ha descubierto que la espuma de poliuretano proporciona resiliencia en combinación con rigidez.

La disposición longitudinalmente paralela puede tener diversas formas. Por ejemplo, puede tener una sección transversal sustancialmente rectangular, por ejemplo, para postes rectangulares. Sin embargo, es preferible que la disposición longitudinalmente paralela tenga una sección transversal sustancialmente circular, por ejemplo, adecuada para postes cilíndricos. Los vástagos pueden disponerse para tener una separación constante entre sí o la separación puede variar. Si los vástagos son más gruesos en un extremo que en el otro, entonces, la disposición puede comprender vástagos uno al lado del otro en direcciones alternantes longitudinales con las partes más gruesas en extremos opuestos.

En un conjunto preferido de realizaciones, la disposición longitudinalmente paralela comprende una disposición anular de los vástagos, por ejemplo, en un anillo que rodea un hueco cilíndrico central. Se ha descubierto que una disposición anular de este tipo proporciona resistencia suficiente, pero con un peso de material reducido.

En al menos algunas realizaciones, la razón resistencia:peso de los postes puede ajustarse, por ejemplo, adaptada para diferentes aplicaciones, incluyendo materiales adicionales en la matriz de material aglutinante. Se entenderá que la disposición longitudinalmente paralela puede incluir además otros vástagos de bambú que no tienen aberturas formadas en el interior de sus cavidades internodales. Alternativamente, o además de, pueden incluirse varillas de bambú de separación. Además, en algunas realizaciones, el método puede comprender además proporcionar uno o más materiales de refuerzo para la encapsulación mediante el material aglutinante. Tal(es) material(es) de refuerzo adicional(es) puede(n) incluir fibras naturales o sintéticas, materiales poliméricos, materiales metálicos, material cerámicos, etc.

Aunque pueden proporcionarse postes que tienen el material aglutinante expuesto en el exterior, en realizaciones preferidas, el método comprende además encapsular el poste en un tubo exterior. El tubo exterior, que puede estar formado, por ejemplo, de polietileno, puede proteger frente al ingreso de agua y humedad, garantizar que el poste puede soportar un manejo duro, y proteger del daño por UV. Además, el tubo exterior puede proporcionarse como parte del proceso de fabricación para guiar la disposición de los vástagos y/o para ayudar a guiar la inyección del material aglutinante. Tal tubo exterior puede usarse para proporcionar una forma moldeada para el material aglutinante alrededor de los vástagos. Por tanto, en realizaciones preferidas, el método comprende además la etapa de proporcionar la disposición longitudinalmente paralela de vástagos en el interior de un tubo exterior antes de inyectar el material aglutinante. El tubo exterior puede usarse para determinar el diámetro exterior final del poste de soporte y, por tanto, proporcionar la flexibilidad de fabricar una gama de postes de diámetro diferente. Esto es una ventaja con respecto a los postes de madera convencionales, en los que el diámetro puede estar limitado por el tamaño de los árboles usados.

El solicitante ha reconocido que esto puede ser beneficioso para maximizar la densidad de empaquetamiento de vástagos de bambú en un poste de soporte de un diámetro dado, es decir, para maximizar la relación de material vegetal con respecto a material aglutinante. Esto puede lograrse de cualquier manera adecuada, por ejemplo, sujetando los vástagos entre sí en una disposición longitudinalmente paralela antes de inyectar el material aglutinante alrededor de los vástagos. En un conjunto preferido de realizaciones, el método de fabricación comprende mantener los vástagos de bambú en una disposición longitudinalmente paralela, por ejemplo, usando un útil o accesorio, antes de inyectar un material aglutinante alrededor de los vástagos. El uso de un útil o accesorio proporciona precisión y reproducibilidad en el proceso de fabricación, de modo que cada disposición longitudinalmente paralela es comparable a pesar de las variaciones naturales en los vástagos de bambú. Por ejemplo, para formar un poste de soporte con una sección transversal circular el útil o accesorio puede tener una forma al menos parcialmente anular. El diámetro interior del útil o accesorio puede coincidir con el diámetro exterior deseado de la disposición longitudinalmente paralela. Más preferiblemente, el método puede comprender el apriete del útil o accesorio alrededor de los vástagos. Esto puede lograrse usando una abrazadera externa, o el útil o accesorio puede tomar por sí mismo la forma de una abrazadera. Al apretar el útil o accesorio, puede garantizarse que los vástagos están empaquetados de manera apretada en la misma disposición longitudinalmente paralela con huecos mínimos entre los mismos. Uno o más útiles o accesorios pueden estar separados a lo largo de la disposición de vástagos.

En algunas realizaciones el/los útil(es) o accesorio(s) puede(n) permanecer en su sitio mientras que los vástagos se rodean por material aglutinante. Sin embargo esto significa que el poste de soporte incluye el peso del/los útil(es) o accesorio(s) y también pueden afectar perjudicialmente las propiedades de flexión del poste. Por tanto, puede ser preferible para el método comprender además sujetar los vástagos en la disposición longitudinalmente paralela y retirar los uno o más útiles o accesorios antes de inyectar un material aglutinante alrededor de los vástagos. Los vástagos pueden sujetarse entre sí por cualquier medio de peso ligero adecuado. En un ejemplo, los vástagos pueden sujetarse entre sí por garras o pasadores, aunque esto puede que arriesgue la separación de los vástagos. En un ejemplo preferido, los vástagos pueden sujetarse entre sí atando una cuerda o banda alrededor del exterior de la disposición longitudinalmente paralela. Por supuesto, una o más cuerdas o bandas pueden estar separadas a lo largo de la disposición de vástagos. La(s) cuerda(s) o banda(s) puede(n) formarse de cualquier material adecuado, incluyendo metales, plásticos o materiales naturales tales como sisal. El material y/o el tamaño de la(s) cuerda(s) o

banda(s) puede(n) elegirse de manera que no interfiera excesivamente con el fijado del material aglutinante y/o las propiedades de flexión del poste de soporte.

5 Opcionalmente, una vez que los vástagos se han sujetado en una disposición longitudinalmente paralela, entonces la disposición puede deslizarse en el interior de un tubo exterior antes de inyectar el material aglutinante, tal como se mencionó anteriormente. El diámetro exterior de la disposición longitudinalmente paralela puede establecerse mediante el/los útil(es) o accesorio(s) para coincidir con el diámetro interior del tubo exterior. La estabilidad de la disposición longitudinalmente paralela puede garantizarse mediante la(s) cuerda(s) o banda(s) atada(s) alrededor de los vástagos.

10 Se ha descubierto que las etapas de fabricación de colocación de los vástagos en una disposición longitudinalmente paralela, de apriete de la disposición y de sujeción de los vástagos antes de inyectar un material aglutinante son particularmente ventajosas para garantizar una buena densidad de empaquetamiento de material vegetal en un poste de soporte.

15 Un método de este tipo puede usar uno o más útiles o accesorios para mantener y/o apretar los vástagos en la disposición longitudinalmente paralela, tal como se describió anteriormente. Opcionalmente, el método puede comprender además retirar los uno o más útiles o accesorios antes de inyectar material aglutinante alrededor de los vástagos.

20 Este proceso de fabricación se ha hallado que es particularmente práctico cuando los vástagos tienen una o más aberturas formadas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales y las cavidades internodales deben rellenarse con el material aglutinante, es decir, proporcionar "bloqueo internodal" para fijar la disposición longitudinalmente paralela.

25 Siempre que el tubo exterior se usa para rodear los vástagos de bambú, ya se hayan colocado primero o no usando un útil o accesorio, entonces el tubo exterior restringe la inyección de material aglutinante. El material aglutinante puede inyectarse en uno o ambos extremos del tubo exterior. Sin embargo, se ha hallado que es preferible inyectar el material aglutinante en el interior del tubo en múltiples ubicaciones a lo largo de su longitud. Esto puede ayudar a que el material aglutinante se difunda más fácilmente alrededor de los vástagos y en el interior de cualquiera de las cavidades internodales abiertas. La distribución del material aglutinante puede mejorarse además inyectando en presencia de vacío, tal como se comentó anteriormente. Para facilitar la inyección del material aglutinante, el método puede comprender además cerrar uno o ambos extremos del tubo e inyectar el material aglutinante a través de una o más aberturas en el tubo que están separadas de los extremos. El material aglutinante puede inyectarse a través de una única abertura, por ejemplo, separada aproximadamente en medio entre los extremos del tubo, o a través de múltiples aberturas separadas a lo largo del tubo. La una o más aberturas pueden sellarse después de que la inyección esté completa, de modo que el tubo proporciona una superficie exterior continua para el poste de soporte.

40 Esta técnica de inyección se ha hallado que es particularmente práctica cuando los vástagos tienen una o más aberturas formadas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales y las cavidades internodales deben rellenarse con el material aglutinante, es decir, proporcionar "bloqueo internodal" para fijar la disposición longitudinalmente paralela.

45 Es una ventaja de la presente invención que el método puede usarse para producir longitudes grandes de poste de soporte que entonces pueden cortarse en postes de una longitud deseada. El método, por tanto, puede comprender la etapa adicional de cortado del poste de soporte en dos o más longitudes deseadas.

50 Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un poste de soporte que comprende una pluralidad de vástagos de bambú, o de material vegetal tubular similar que comprende cavidades internodales huecas entre nodos, en una disposición longitudinalmente paralela, los vástagos que tienen una abertura formada en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales, y material aglutinante alrededor de los vástagos y rellenando al menos parcialmente las cavidades internodales abiertas.

55 Diversas características preferidas de un poste de este tipo ya se han descrito anteriormente en el presente documento y pueden aplicarse de igual manera a este aspecto adicional de la invención.

60 El poste de soporte puede hacerse para tener cualquier tamaño adecuado. Los postes de servicios habituales normalmente tienen un diámetro aproximadamente de 200 mm, pero los postes hechos según realizaciones de la presente invención pueden aumentarse o disminuirse para adecuarse a diferentes aplicaciones.

65 Aunque se contempla que la invención puede encontrar su mayor uso haciendo postes de soporte que comprenden una pluralidad de vástagos de bambú (o similar), para algunas aplicaciones puede ser deseable formar un poste, por ejemplo, un poste estrecho, con solo un único vástago o unos pocos vástagos de bambú encapsulados por material aglutinante. Por tanto, la presente invención se extiende a un método de formación de un poste de soporte, que comprende: proporcionar al menos un vástago de bambú, o de material vegetal tubular similar que comprende cavidades internodales huecas entre nodos, el/los vástago(s) que tiene(n) una o más aberturas formadas en una

pared de al menos algunas de las cavidades internodales; e inyectar un material aglutinante aproximadamente el/los vástago(s) para rellenar al menos parcialmente las cavidades internodales abiertas y encapsular el/los vástago(s). Además la presente invención se extiende a un poste de soporte que comprende al menos un vástago de bambú, o de material vegetal tubular similar que comprende cavidades internodales huecas entre nodos, el/los vástago(s) que tiene(n) una abertura formadas en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales, y material aglutinante aproximadamente el/los vástago(s) y rellenar al menos parcialmente las cavidades internodales abiertas.

El bambú es un material vegetal tubular (hueco de manera natural en el interior de sus cavidades internodales) que pertenece a la familia de las gramíneas *Poaceae*. Existen más de 1.000 especies de bambú diferentes y aproximadamente un centenar de clases diferentes. De estas, puede preferirse la caña de Tonkin (*Arundinaria amabilis* o *Pseudosasa amabilis*). Sin embargo es una ventaja de la presente invención que postes de soporte puedan hacerse de materiales localmente disponibles, con una huella de carbono reducida en comparación con los postes convencionales, y por tanto, la elección de especies de bambú puede basarse en la disponibilidad local.

Postes hechos según la presente invención pueden encontrar su uso no solo como postes de servicios (por ejemplo, eléctricos o postes telegráficos), sino también como postes de vallado, postes usados al cultivar frutas y bayas, y como postes navales para muelles, puertos deportivos, embarcaderos, etc.

Algunas realizaciones preferidas de la presente invención se describirán a continuación, solamente a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

las figuras 1a-1d muestran diversas vistas de un poste según una disposición de la técnica anterior;

las figuras 2a-2c y las figuras 3a-3c muestran diversas vistas de un poste según una primera realización de la presente invención;

las figuras 4a-4d muestran diversas vistas de un poste según una segunda realización de la presente invención;

las figuras 5 y 6 ilustran el principio de bloqueo internodal;

las figuras 7a y 7b muestran un poste según una tercera realización de la presente invención;

las figuras 8a-8c muestran diversas vistas de un poste según una cuarta realización de la presente invención;

las figuras 9a-9g ilustran un método de fabricación un poste de soporte según realizaciones de la presente invención; y

las figuras 10a y 10b cada proporcionan una comparación de las propiedades de resistencia a flexión de los postes de las figuras 1 y 4.

En la disposición de la técnica anterior observada en las figuras 1a-1d, un número de vástagos 2 de bambú están encapsulados por un material 4 rígido en el interior de un tubo 6 exterior para formar un poste 1. A partir de la vista en perspectiva de la figura 1a y la vista en sección transversal de la figura 1b (sección B-B) puede observarse de por sí que el material 4 rígido está rodeando solamente el exterior de los vástagos 2. La figura 1c muestra una vista de cerca de parte de un vástago 2 de bambú con una sección transversal para mostrar una de las cavidades 8 "internodales" huecas de manera natural. La vista en sección transversal del poste 1 observada en la figura 1d ilustra que el material 4 rígido no rellena ninguna de las cavidades 8 huecas entre los nodos 10 naturales de cada vástago 2 de bambú. Tal como se explicará en más detalle a continuación, un problema con un poste 1 de este tipo es que los vástagos 2 de bambú no se fijan de manera fiable en su posición por el material 4 rígido, especialmente cuando se aplican cargas altas, y los vástagos 2 pueden deslizarse uno con respecto al otro en la dirección longitudinal del poste 1.

En una primera realización de un poste 100 observada en las figuras 2a-2c, un número de vástagos 2' de bambú se proporcionan en una disposición longitudinal en el interior de un tubo 6 exterior. Tal como se observa a partir de la figura 2a, cada vástago 2' está dotado de una ranura 12 longitudinal que se extiende de manera continua a lo largo de la longitud del vástago 2'. A partir de la vista en perspectiva de la figura 2b y la vista en sección transversal parcial de la figura 2c puede observarse que el material 4 rígido es capaz de acceder a las cavidades 8 internodales a través de las ranuras 12 y rellenar las cavidades 8 de cada vástago 2'. Ya que el material 4 rígido en el interior de las cavidades 8 está conectado con el material 4 rígido que rodea los vástagos 2', existe un "bloqueo internodal" efectivo a lo largo de la longitud de cada vástago 2'. A partir de la vista lateral del poste 100 observada en la figura 3a, y las dos secciones transversales diferentes proporcionadas por la figura 3b (sección A-A) y la figura 3b (sección B-B), puede apreciarse que con una ranura 12 continua puede maximizarse la zona de superficie de contacto entre el material 4 rígido y los vástagos 2' de bambú. El material 4 rígido rellena completamente cada una de las cavidades 8 internodales.

En una segunda realización de un poste 200 observada en las figuras 4a-4d, un número de vástagos 2" de bambú

se proporciona en una disposición longitudinal en el interior de un tubo 6 exterior. Tal como se observa a partir de la figura 4a, cada vástago 2" está dotado de una pluralidad de ranuras 14 longitudinales que se extienden a lo largo de la longitud de cada cavidad 8 internodal. A partir de la vista en perspectiva de la figura 4b y la vista en sección transversal parcial de la figura 4c puede observarse que el material 4 rígido es capaz de acceder a cada una de las cavidades 8 internodales a través de las ranuras 14 respectivas y rellenar las cavidades 8 de cada vástago 2". La figura 4d muestra que en una sección transversal del poste 200 (sección B-B) los vástagos 2" no están rodeados solamente por material 4 rígido, sino también rellenos con el material 4 rígido. La figura 5 es una ilustración esquemática del material 4 rígido que rodea un vástago 2", tal como se describe a continuación, pero sin que esté presente el vástago 2". El detalle visto de cerca está a una escala de 1:2. Se observa claramente cómo el material 4 rígido rellena las cavidades entre los nodos 10 de manera que ocupa un gran volumen y área superficial. El material 4 rígido proporciona una forma de "bloqueo internodal".

La figura 6a muestra las fuerzas sobre un poste 1 con una sección transversal de material 4 rígido alrededor de un vástago 2 con cavidades 8 huecas (tal como se observa en las figuras 1a-1d). La figura 6b muestra las fuerzas sobre un poste 100 ó 200 con una sección transversal de material 4 rígido alrededor de un vástago 2' ó 2" con el material 4 que rellena las cavidades 8. Aunque el tubo 6 exterior se muestra como que contiene un único vástago 2; 2', 2", por supuesto, puede disponerse en su lugar una pluralidad de vástagos 2; 2', 2" para ser longitudinalmente paralelos en el interior del tubo 6. Cuando se aplica una carga a los postes, puede observarse a partir de la figura 6a que el poste 1 que tiene cavidades huecas en los vástagos 2 de bambú es vulnerable a fuerzas 16 de corte generadas entre el anillo exterior de material 4 rígido y los lados del vástago 2. No se evita completamente el movimiento longitudinal del vástago 2, ya que es difícil para el material 4 rígido adherirse a los lados del vástago 2. Por otra parte, a partir de la figura 6b puede observarse que la presión 18 del material 4 rígido que rellena las cavidades actúa bajo la carga aplicada para resistir las fuerzas 16 de corte de modo que los vástagos 2' ó 2" no pueden moverse longitudinalmente en el interior del tubo 6. El poste 100 ó 200 tiene la ventaja de la estructura nodal natural de vástago 2', 2" de bambú de modo que cada vástago 2', 2" se bloquea de manera efectiva en su posición longitudinal usando el principio de "bloqueo internodal". El material rígido también hace que el vástago 2' ó 2" sea resistente al colapso y aumenta la resistencia a flexión del poste 100 ó 200.

Una realización adicional de un poste 300 se muestra en las figuras 7a y 7b. En este caso, un número de vástagos 2' ó 2" de bambú están dispuestos longitudinalmente en el interior de un tubo 6 exterior, pero en una disposición anular que rodea un tubo 20 interior. Tal como anteriormente, los vástagos 2' ó 2" se proporcionan con una o más ranuras de modo que el material 4 rígido puede rellenar las cavidades 8 entre los nodos 10. Una disposición anular de este tipo puede elegirse para reducir el peso del poste 300, mientras aún se beneficia de una mejora de resistencia proporcionada por el interbloqueo de los vástagos 2' ó 2" de bambú. El tubo 20 interior puede rellenarse con aire.

Una realización adicional de un poste 400 se muestra en las figuras 8a-8c. En este caso, un número de vástagos 2" de bambú (o vástagos 2' con una ranura continua, por ejemplo, tal como se observa en la figura 2) están dispuestos longitudinalmente en el interior de un tubo 6 exterior en una disposición anular que rodea un tubo 20 interior. Los vástagos 2" se proporcionan con ranuras para dar acceso a las cavidades 8 internodales de modo que el material 4 rígido puede rellenar las cavidades 8 entre los nodos 10. Además, algunas varillas 22 de bambú, u otro material de refuerzo, también se colocan en paralelo con los vástagos 2". Las varillas 22 pueden obtenerse separando vástagos de bambú. El material 4 rígido encapsula tanto las varillas 22 y los vástagos 2" con un área superficial de bambú aumentada. Una disposición de este tipo puede elegirse para aumentar la resistencia del poste 400.

Las figuras 9a-9g ilustran un método de fabricación de un poste 100 de soporte. Los vástagos 2' de bambú se colocan manualmente en el interior de un útil 30 (figura 9a) con un diámetro interior predefinido elegido según el diámetro deseado del poste 100. El método pretende colocar los vástagos 2' de modo que el poste 100 se rellene con tanto material de bambú como sea posible. Tras insertar los vástagos 2' de bambú, una abrazadera 32 superior se cierra sobre el útil 30 y se aprieta (figura 9b). Después, bandas 34 de acero delgadas apretadas se aplican alrededor de los vástagos 2' de bambú y se bloquean con el fin de mantener el diámetro exterior del conjunto (figura 9c). El conjunto de vástagos de bambú se libera entonces del útil 30 y la abrazadera 32, garantizando las bandas 34 de acero la estabilidad del conjunto de bambú (figura 9d). El conjunto de vástagos 2' se inserta entonces en el interior de un tubo 6 con una tapa 36 en un extremo (figura 9e). Tras insertar los vástagos 2' de bambú, el tubo 6 se cierra mediante otra tapa 38 en el otro extremo (figura 9f), y espuma 4 de poliuretano (PUR) se inyecta en el interior del tubo 6 a través de uno o más orificios perforados (figura 9g). El/los orificio(s) se sellan después del relleno, y el poste 100 se deja curar antes del transporte.

Aunque se describe como un material rígido, el material aglutinante que se inyecta en el interior del tubo 6 exterior para rodear y rellenar los vástagos 2', 2" de bambú puede ser semirrígido, resiliente o parcialmente flexible. Una espuma de PUR puede usarse como el material rígido. El tubo 6 exterior y/o el tubo 20 interior pueden hacerse de cualquier material adecuado, por ejemplo, un material plástico. Un material termoplástico, tal como polietileno, puede usarse para el/los tubo(s). Además, aunque se observa en las figuras, el poste puede tener una cubierta de plástico o soldadura en sus extremos para evitar el ingreso de humedad.

Se hará evidente que pueden hacerse diversos cambios o modificaciones a las realizaciones descritas a

continuación según las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, el poste no necesita tener una sección transversal circular y podría en su lugar estar hecho en una forma rectangular u otra. El número de vástagos de bambú y su disposición longitudinal puede variarse según el tamaño de los vástagos y el diámetro del poste. Más de un anillo de bambú (y opcionalmente otro material de refuerzo) puede disponerse alrededor de un tubo interior. Otros materiales de refuerzo que pueden estar embebidos en el material rígido en el interior del poste pueden incluir fibras naturales o sintéticas, varillas de metal, cables, redes, etc. y/o fibras de plástico o material cerámico, varillas, partículas, etc.

Postes hechos según realizaciones de la presente invención pueden usarse para soportar cargas en una variedad de aplicaciones, incluyendo postes de servicios (por ejemplo, potencia o postes telegráficos), y encontrando su uso también como postes de vallado, postes usados al cultivar frutas y bayas, y como postes navales para muelles, puertos deportivos, embarcaderos, etc.

Ejemplo 1

Varias pruebas se han realizado con el fin de comparar el funcionamiento de un poste de soporte hecho según una realización de la presente invención, tal como se describió haciendo referencia a las figuras 4a-4d, con un poste que contiene vástagos de bambú huecos (es decir, tal como se observa en la figura 1). Se esperan propiedades similares para postes según otras realizaciones. Los postes se hicieron usando espuma de PUR como el material rígido aglutinante. Los postes se sometieron a prueba de resistencia a flexión usando un método de prueba en ménsula habitual (por ejemplo, tal como se describe por la norma ASTM D747 o similar). Otros métodos de prueba apropiados pueden incluir las normas ASTM D1036, ISO 15206, KS 1933 (postes de hormigón) y KS 516 (postes de madera). Una primera serie de pruebas comparó dos postes de una longitud de 8 m y un diámetro de 160 mm y los resultados se muestran en la figura 10a. Una segunda serie de pruebas comparó dos postes de una longitud de 9 m y un diámetro de 225 mm y los resultados se muestran en la figura 10b. Los resultados de las pruebas muestran que los postes de soporte que tienen cavidades internodales de los vástagos de bambú rellenos con el material aglutinante, es decir, que se benefician del efecto de "bloqueo internodal", tienen una rigidez aumentada (es decir, menos deflexión y más rigidez) y una resistencia más alta (es decir, tomaran cargas más altas antes de colapsar). Un aumento del 20% en resistencia se ha observado en comparación con los postes que contienen vástagos de bambú huecos encapsulados en el mismo material aglutinante. Se han realizado otras pruebas con postes que tienen diámetros diferentes a aquellos citados anteriormente y se han observado resultados similares.

Ejemplo 2

La siguiente tabla compara diversos postes de soporte de longitudes y diámetros diferentes, hechos según realizaciones de la presente invención (Postes 1 a 5), con un poste de hormigón habitual.

Poste	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Carga de trabajo (kN)	Carga límite(kN)	Profundidad en el suelo(m)	Peso por longitud (kg/m)	Peso total (kg)
Poste 1	7	160	0,90	1,35	1,5	8	56
Poste 2	8	180	1,00	1,50	1,5	11	88
Poste 3	8	200	2,00	3,00	1,5	15	120
Poste 4	9	225	2,25	3,38	1,5	18	162
Poste 5	10	225	2,50	3,75	1,8	18	180
Hormigón	10	190	2,50	5,00	1,8	100	1000

Ejemplo 2

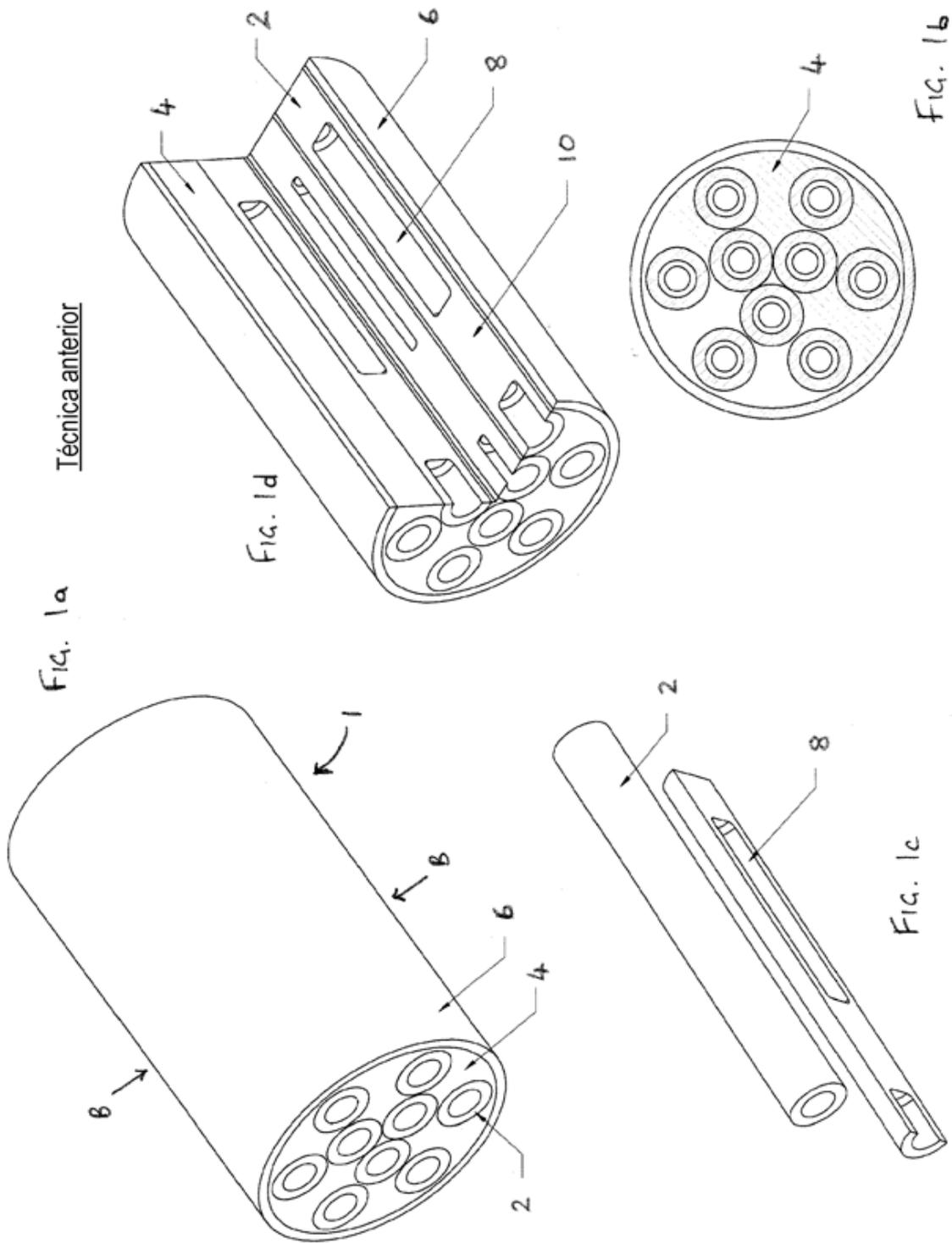
La siguiente tabla compara diversos postes de soporte de longitudes y diámetros diferentes, hechos según realizaciones de la presente invención (Postes 1 a 5), con un poste de hormigón habitual.

Poste	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Carga de trabajo (kN)	Carga límite (kN)	Profundidad en el suelo (m)	Peso por longitud (kg/m)	Peso total (kg)
Poste 1	7	160	0,90	1,35	1,5	8	56
Poste 2	8	180	1,00	1,50	1,5	11	88
Poste 3	8	200	2,00	3,00	1,5	15	120
Poste 4	9	225	2,25	3,38	1,5	18	162
Poste 5	10	225	2,50	3,75	1,8	18	180
Hormigón	10	190	2,50	5,00	1,8	100	1000

**REIVINDICACIONES**

1. Método de formación de un poste (100; 200; 300; 400) de soporte, que comprende:
  - 5 proporcionar una pluralidad de vástagos (2'; 2") de bambú, o de material vegetal tubular similar que comprende cavidades (8) internodales huecas entre nodos (10), en una disposición longitudinalmente paralela; caracterizado porque: los vástagos (2'; 2") tienen una o más aberturas (12; 14) formadas en una pared de al menos algunas de las cavidades (8) internodales; e
  - 10 inyectar un material (4) aglutinante alrededor de los vástagos (2'; 2") para rellenar al menos parcialmente las cavidades (8) internodales abiertas y fijar la disposición longitudinalmente paralela.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además formar al menos una abertura en una pared de al menos algunas de las cavidades (8) internodales, preferiblemente formar al menos una abertura (12; 14) en una pared de cada cavidad (8) internodal de los vástagos (2'; 2").
3. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además formar al menos una abertura (12) que se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud de cada vástago (2").
- 20 4. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además formar al menos una abertura (14) longitudinal en una pared de cada cavidad (8) internodal, en el que preferiblemente la al menos una abertura (14) longitudinal se forma para extenderse sobre el 50%, 60%, 70%, 80% o 90% de la longitud de una cavidad (8) internodal, y en el que más preferiblemente la al menos una abertura (14) longitudinal se forma para extenderse sustancialmente a lo largo de toda la longitud de una cavidad (8) internodal.
- 25 5. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende inyectar una espuma de poliuretano como material (4) aglutinante.
- 30 6. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además proporcionar vástago o vástagos de bambú o de material vegetal similar, adicionales, que no tienen aberturas formadas en el interior de sus cavidades internodales y/o proporcionar varilla (22) o varillas de separación de bambú u otro material o materiales de refuerzo para la encapsulación mediante el material (4) aglutinante.
- 35 7. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además proporcionar una disposición anular de los vástagos, en el que preferiblemente la disposición anular rodea un hueco central.
8. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además encapsular el poste en un tubo (6) exterior.
- 40 9. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además proporcionar la disposición longitudinalmente paralela de los vástagos (2'; 2") en el interior de un tubo (6) exterior antes de inyectar el material (4) aglutinante, y que comprende preferiblemente además cerrar uno o ambos extremos del tubo (6) exterior e inyectar el material (4) aglutinante a través de una o más aberturas en el tubo (6) que están separadas de sus extremos.
- 45 10. Poste (100; 200; 300; 400) de soporte que comprende una pluralidad de vástagos (2', 2") de bambú, o de material vegetal tubular similar que comprende cavidades (8) internodales huecas entre nodos, en una disposición longitudinalmente paralela, caracterizado porque: los vástagos (2'; 2") tienen una abertura (12; 14) formada en una pared de al menos algunas de las cavidades internodales, y material (4) aglutinante alrededor de los vástagos (2'; 2") y rellena al menos parcialmente las cavidades (8) internodales abiertas.
- 50 11. Poste de soporte según la reivindicación 10, en el que el material (4) aglutinante comprende espuma de poliuretano.
- 55 12. Poste de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 10-11, en el que la disposición longitudinalmente paralela comprende además vástago o vástagos de bambú o de material vegetal similar, adicionales, que no tienen aberturas formadas en el interior de sus cavidades internodales, y/o que comprende además varilla (22) o varillas de separación de bambú u otro material o materiales de refuerzo encapsulados por el material (4) aglutinante.
- 60 13. Poste de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 10-12, que comprende además un tubo (6) exterior.
- 65 14. Poste de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en el que el poste tiene un peso por unidad de longitud menor que 10 kg/m.

15. Poste de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 10-14, que consiste en un poste de servicios.



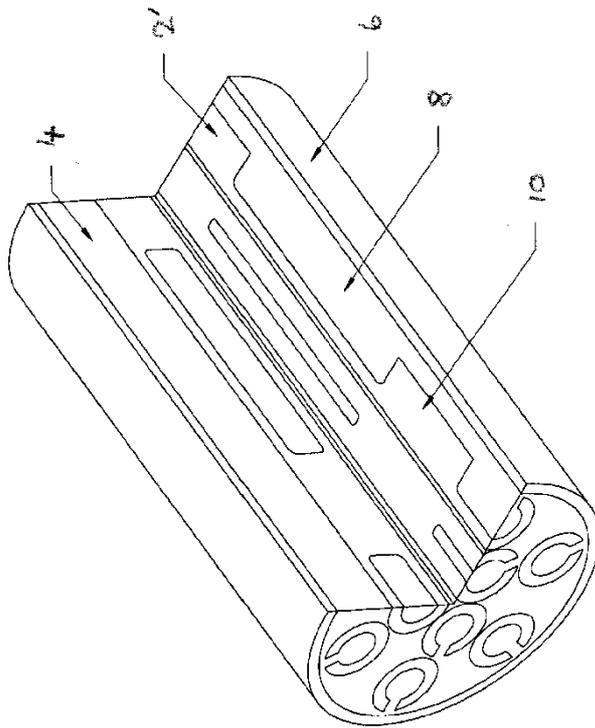


FIG. 2c

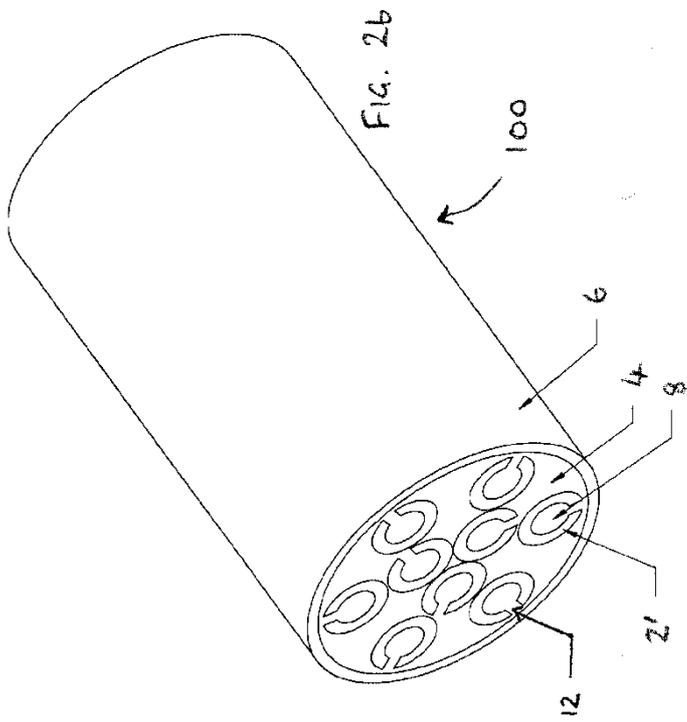


FIG. 2b

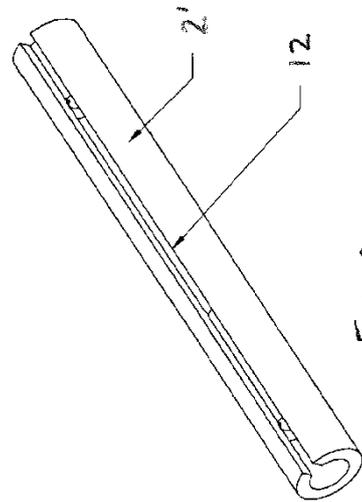


FIG. 2a

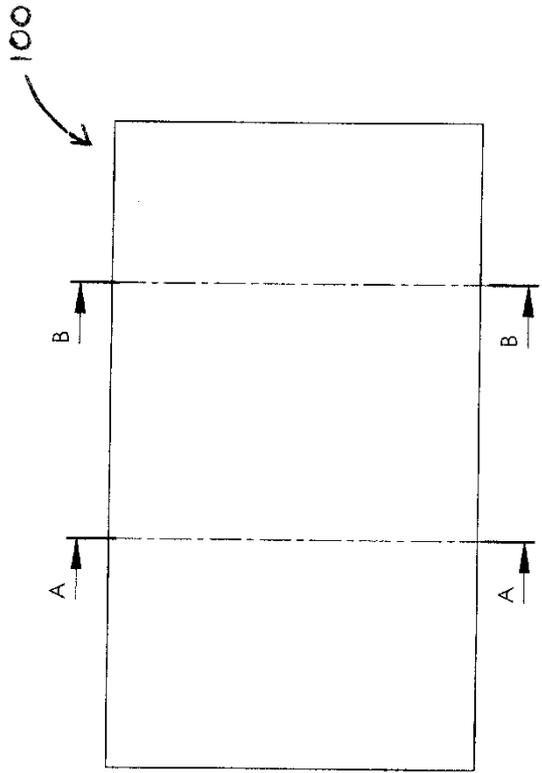


Fig. 3a

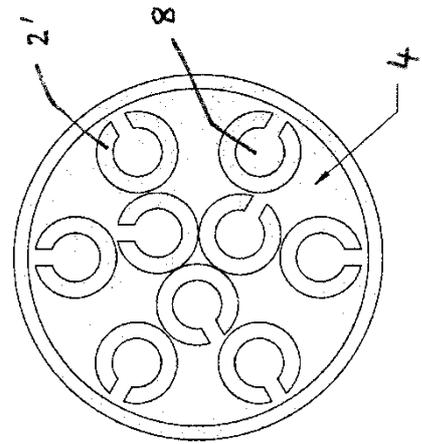


Fig. 3b

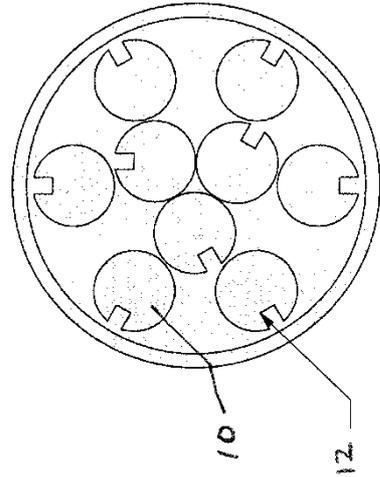
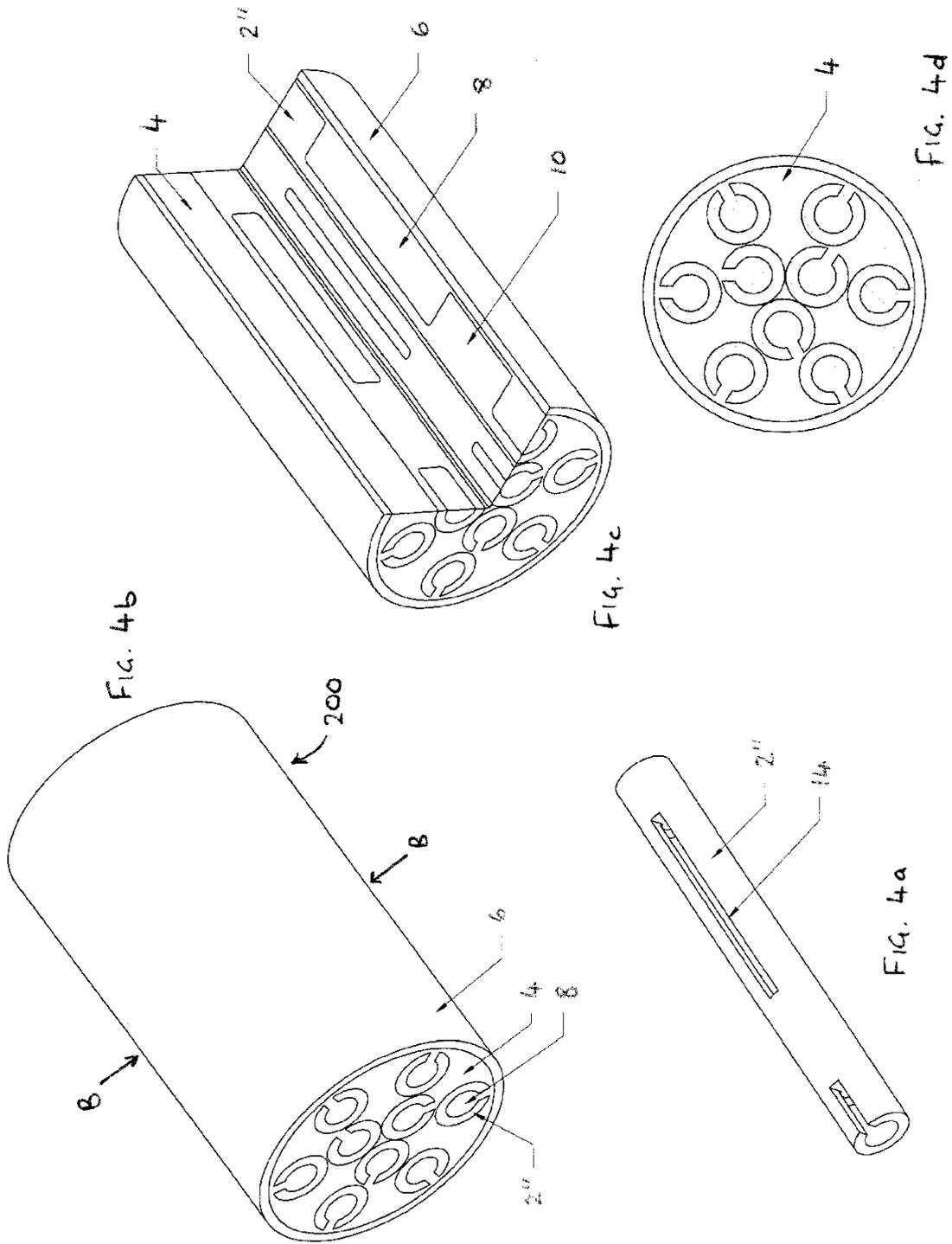


Fig. 3c



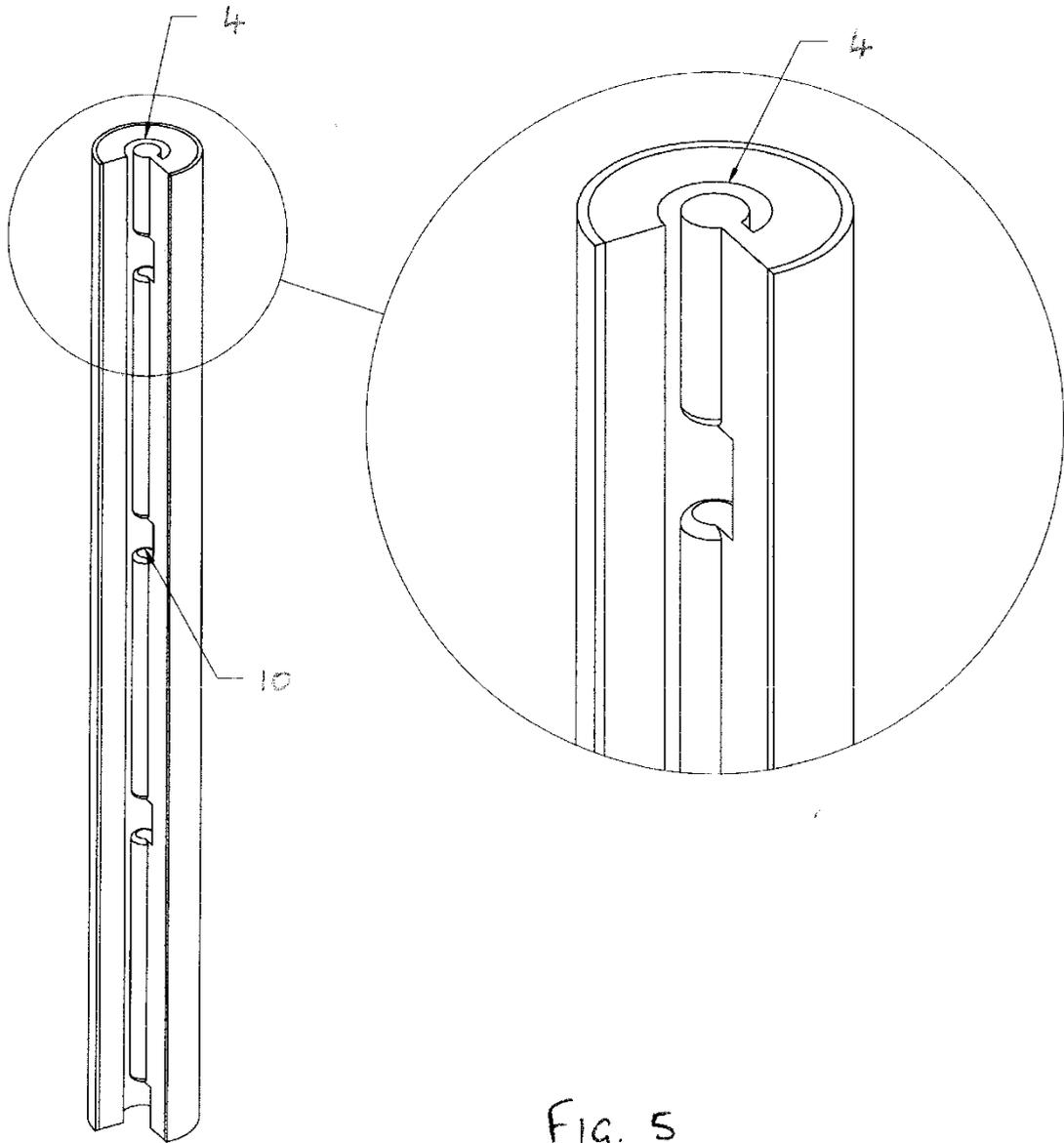


FIG. 5

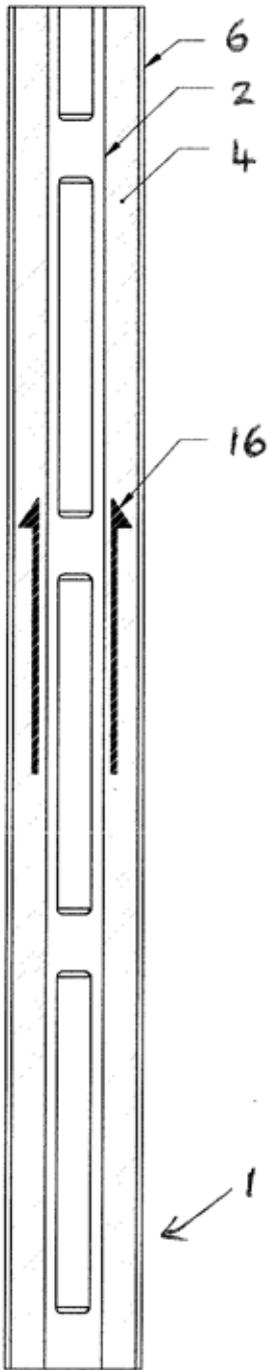


FIG. 6a

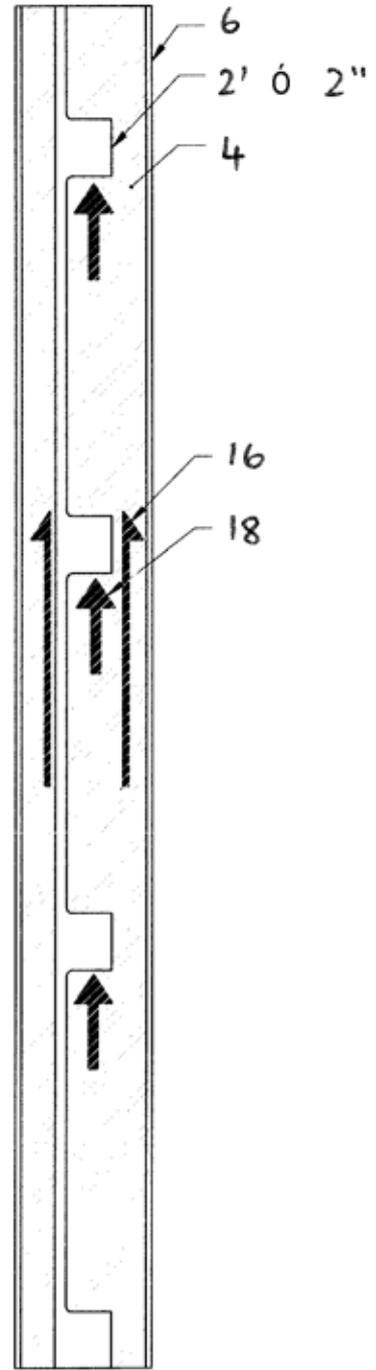
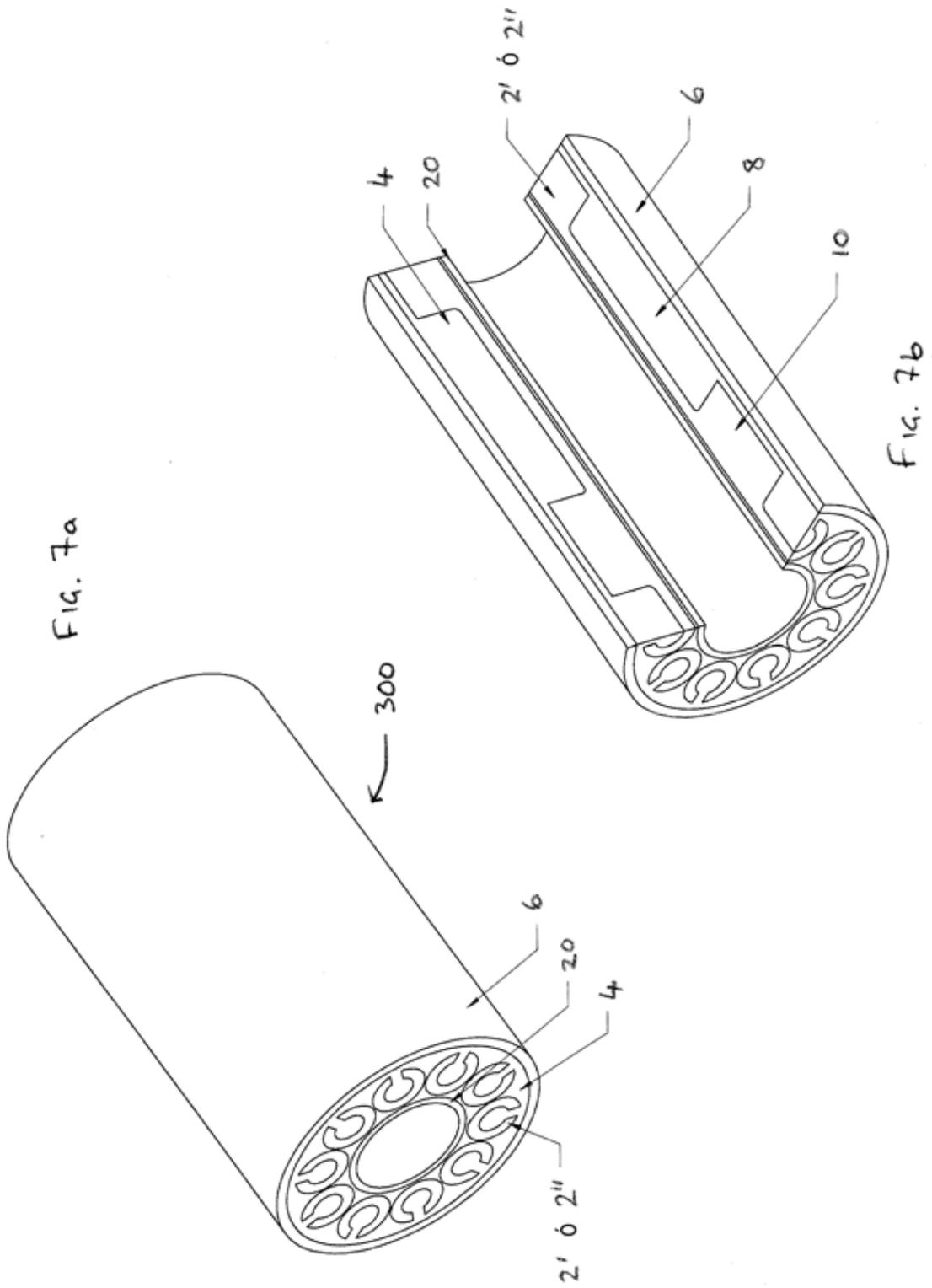
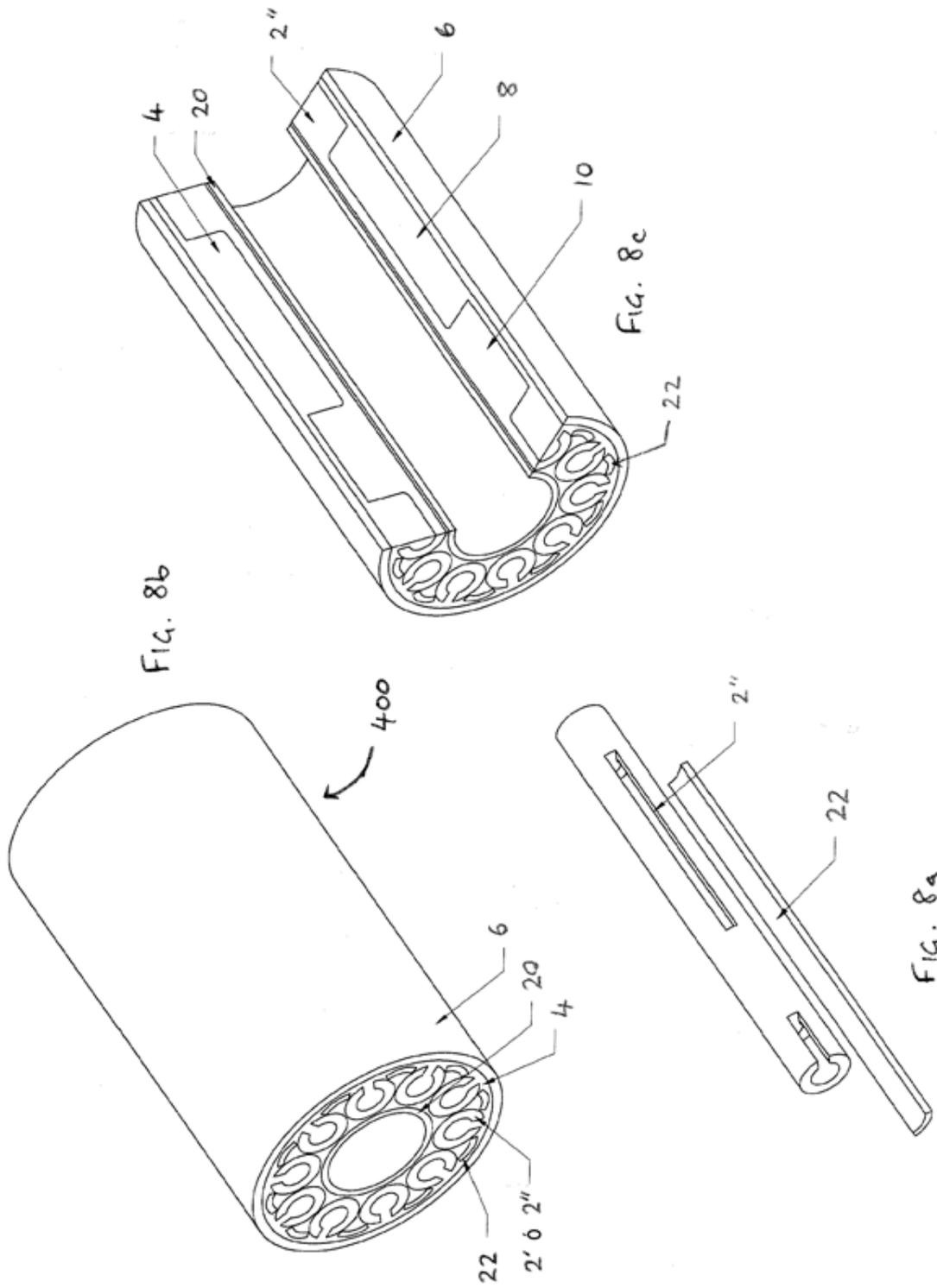
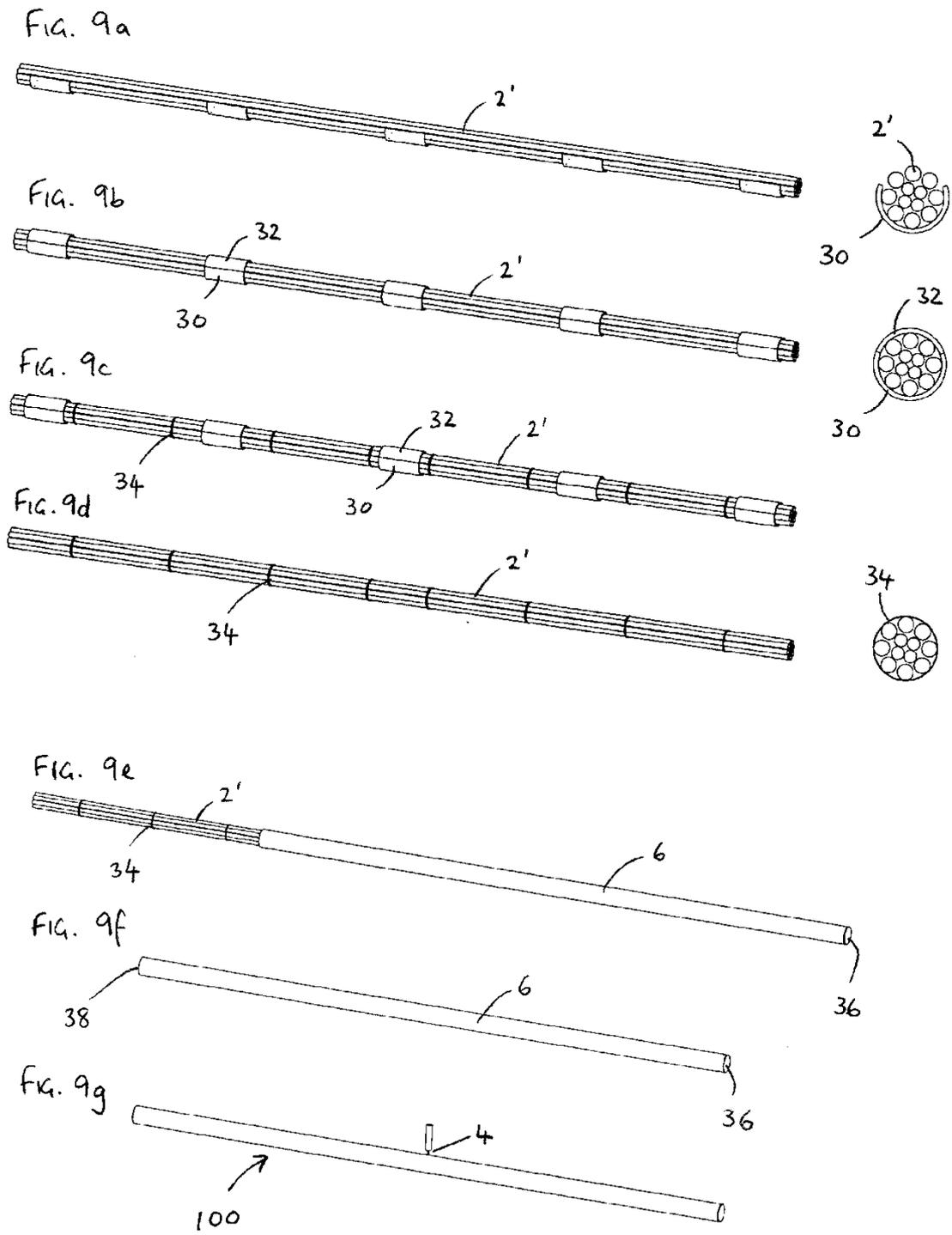


FIG. 6b

100 ó  
200 ↘







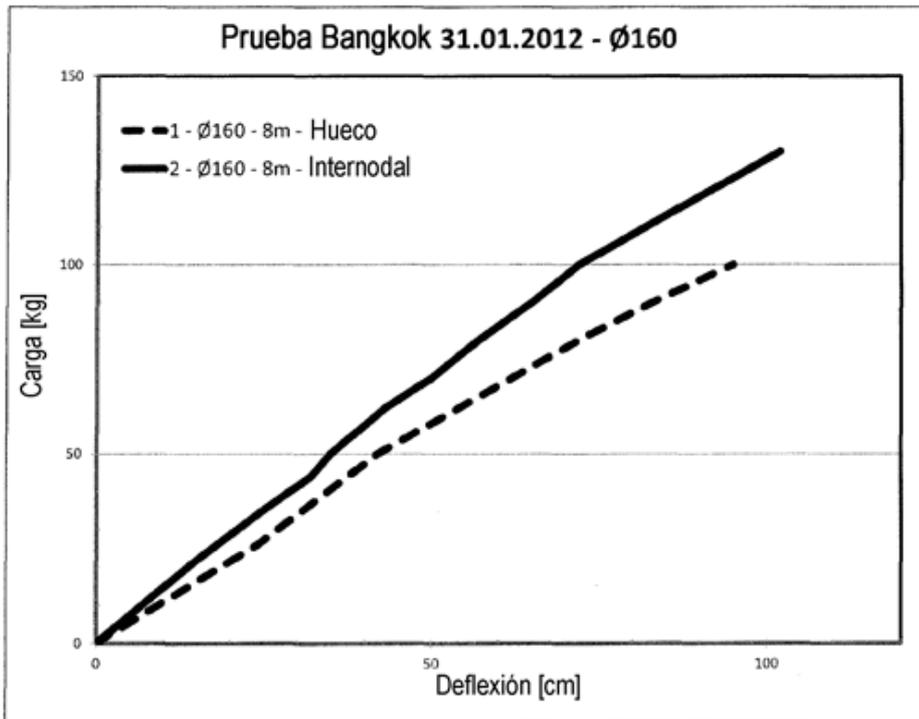


Fig. 10a

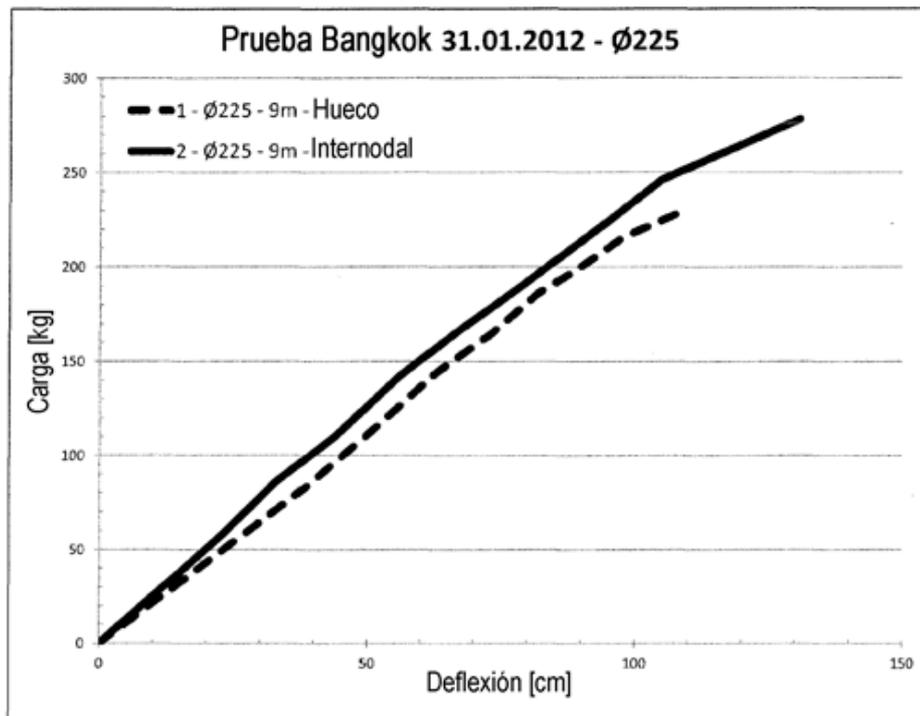


Fig. 10b