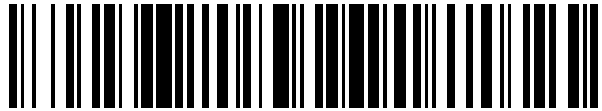


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 441**

21 Número de solicitud: 201431564

51 Int. Cl.:

**E04B 2/40** (2006.01)

**E04B 2/86** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**24.10.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**11.08.2016**

71 Solicitantes:

**GARCÍA MORENO, Silvia Cristina (100.0%)**

**C/ ALFONSO XI, 10**

**28695 NAVAS DEL REY (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**CABRERIZO MERINO, David**

54 Título: **Cajón de madera para ejecución de muros rellenos de tierra cruda apisonada**

57 Resumen:

Cajón de madera según se muestra en la figura 1, formado por dos tableros formeros (1) colocados en paralelo con cuatro orificios tangentes al perímetro y unidos entre sí por cuatro barros cilíndricos (2) con espiga de ensamble en sus extremos acoplada al tablero formando cuatro nexos o nudos (3). Los nudos, con capacidad resistente a tracción, quedarán ejecutados mediante el denominado ensamble en omega  $\Omega$ . El cajón constituirá la unidad modular para la ejecución de aparejos de entramado de madera, que se concibe inicialmente con dimensiones de 90x45x45 cm. Los cajones se rellenarán con tierra cruda, apisonada mecánicamente por tongadas, que junto a los tableros y barros conformarán una unidad constructiva básica del muro portante.

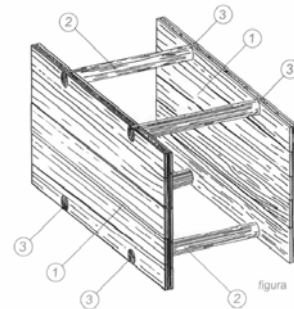


figura 1

ES 2 579 441 A2

## DESCRIPCIÓN

5 CAJÓN DE MADERA PARA EJECUCIÓN DE MUROS RELLENOS DE  
TIERRA CRUDA APISONADA

### OBJETO DE LA INVENCION

10 La presente invención consiste en un cajón de madera formado por dos tableros y cuatro barrotes para la construcción de muros portantes de madera rellenos de tierra cruda apisonada.

### SECTOR DE LA TÉCNICA

15 La presente invención se encuadra en el sector de la construcción, más concretamente en lo relativo a la utilización de sistemas sostenibles basados en métodos tradicionales.

20 La aplicación comercial de la invención tiene un singular valor añadido: por su bajo impacto medioambiental, por el reciclaje de productos desechados de la construcción ordinaria, por el bajo consumo energético con cero emisiones de CO<sub>2</sub> tanto en la fabricación como en su puesta en obra y también por la ejecución en condiciones de bajo coste económico debido al uso de materiales naturales y mano de obra  
25 no especializada.

### ESTADO DE LA TÉCNICA

30 La construcción con tierra es una técnica milenaria y se estima que aun hoy más de la mitad de la construcción en todo el mundo se sigue realizando con tierra. El adobe y el tapial son las dos técnicas constructivas tradicionales en el uso de la tierra cruda. Dejamos el adobe a un lado y nos centramos en la otra técnica de fabricación de muros in-situ, el tapial.

35 Los muros de tierra apisonada, en inglés *rammed earth*, se han denominado tradicionalmente en español *tapia* o *tapial*. Dependiendo si nos referimos al resultado o al proceso. La técnica del tapial se realiza en muros de gran espesor, con un pequeño encofrado a dos caras de manejo manual. Las  
40 tablas se van corriendo longitudinalmente sobre la propia ejecución anterior, una vez se ha procedido a al relleno con tierra cruda, previamente oreada y/o tratada con agregados naturales. La compactación se realiza con pisón y por tongadas. Terminada la operación se procede al desarmado de  
45 las dos caras del encofrado para continuar con la ejecución en la misma hilada.

De un tiempo a esta parte se está incorporando el uso de la tierra cruda de forma homologable en el panorama constructivo internacional mediante el uso normalizado del adobe, denominado *bloque de tierra comprimida* y también se han venido ejecutando aproximaciones al tapial, denominado *muros de tierra apisonada*; sin embargo, el uso de esta última técnica se está realizando con sistemas de construcción estándar, con grandes encofrados metálicos en altura, uso de potentes grúas y con tratamientos aditivos de naturaleza química para el mejoramiento de las propiedades de la tierra cruda. Las propiedades técnicas y estéticas del resultado son buenas, pero partiendo de un elevado coste de ejecución.

El patrimonio histórico de los castillos de tapial en España es importante y cuenta con denominación propia: las *alcazabas* de los califatos musulmanes y su reconversión en las *ciudadelas* de los reinos cristianos. Aunque la técnica para construir con tapial es muy antigua, se está promoviendo el desarrollo de estudios científicos por parte de cátedras universitarias, fundaciones y administraciones públicas con el desarrollo de líneas de intervención y protección del patrimonio, a la vez que favorecen también la revisión del propio discurso histórico. Sin embargo, en lo que afecta a la investigación con tecnología de materiales para el desarrollo constructivo en edificación, los pasos que se están dando son muy lentos.

En los últimos años se ha incrementado el estudio de diversos materiales estructurales (hormigón, acero y madera) para su uso mixto en construcción y estructuras, y se han analizado los resultados de los materiales en situaciones de confinamiento. Asimismo, también existe una creciente necesidad de refuerzo de estructuras antiguas, para dotarlas de una mayor resistencia adicional y mejor ductilidad. Para lo cual se están aplicando técnicas de protección superficial y confinamiento. Por otro lado se están reconsiderando los métodos de protección y rehabilitación del patrimonio histórico de construcciones realizadas con tierra.

Sin embargo, la información existente se circunscribe en un ámbito académico bastante limitado, y la mayor parte de los estudios realizados están basados en trabajos experimentales desarrollados en otros países. El principal foco de desarrollo en la investigación con tierra para la aplicación del tapial y el adobe se centra en los países de Latinoamérica. Allí se han realizado diversos estudios para la estabilización de muros de tapia frente a esfuerzos sísmicos e interesantes análisis en laboratorio de resistencia del adobe, para construcciones de bajo coste con pocos medios.

Durante el último tercio del siglo XX, surgen las primeras iniciativas en lo relativo al impulso de la construcción con tierra y su puesta en valor. Los estudios al respecto han experimentado un progresivo desarrollo, generando una joven red de conocimiento a nivel europeo. El auge experimentado en las últimas décadas está motivado por la

posibilidad de minimizar costes con el uso de la tierra, el mejoramiento de la sostenibilidad y la integración de las construcciones tanto en entornos rurales y tradicionales, como en espacios naturales de especial protección. La  
 5 investigación en estos centros se focaliza en el desarrollo e industrialización de nuevas técnicas, materias primas y medios auxiliares en beneficio de las necesidades sociales y de la mejora de su rendimiento y competencia en el mercado.

En el ámbito nacional existen diversos centros de  
 10 investigación con tierra cruda que a pesar de lo antiguo de esta construcción tradicional, su experimentación aún tiene un largo camino que recorrer hasta llegar a la obtención de una técnica moderna y mejorada, que sea económicamente viable y se pueda producir con un grado de precisión e  
 15 ingeniería avanzado, que permita ser presentada como producto de calidad que garantice su aceptación por la población. Algunos departamentos o asociaciones que están a la vanguardia de la investigación técnico-constructiva con muros de tapial han arrojado resultados interesantes y  
 20 alentadores. Estos son ensayos de resistencia a la compresión del material, afecciones de la exposición continuada a variaciones humedad-sequedad, congelación-deshielo, goteo permanente y estudios de retracción. Y también ensayos directamente relacionados con el comportamiento medioambiental como la erosión hídrica y la resistencia a agentes  
 25 atmosféricos.

En este sentido, la presente invención pretende complementar los resultados experimentales obtenidos en las investigaciones con materiales y técnicas que permiten conocer  
 30 el comportamiento de la tierra cruda sometida a estados de confinamiento. Como hipótesis de investigación, los estudios de ductilidad y resistencia del hormigón en situación de confinamiento sometido a estados de compresión triaxial pueden ser la base para el diseño de protocolos de  
 35 investigación con probetas de tierra encapsulada. En respuesta a estos planteamientos surgen nuevas tecnologías de refuerzo que incluyen la utilización de fibras de acero, producen efectos de confinamiento interno, tubos, zunchado con tejidos compuestos con polímeros reforzados con fibra o  
 40 tejidos de fibras sintéticas. En realidad, todo material que pueda proporcionar una restricción lateral suficiente, o confinamiento en la región post-pico, que puede ser usado para contener o demorar la rotura instantánea. El confinamiento restringe la fisuración por compresión o  
 45 cortante, aumentando así la ductilidad del elemento estructural durante la rotura e incrementando también la resistencia.

Asimismo, en la investigación del patrimonio histórico que se ha llevado a cabo en los lienzos de tapias en la  
 50 península ibérica se observa sistemáticamente que aquellos que presentan una técnica de ejecución más depurada: con la utilización de aditivos y mezclas de tierra seleccionadas, y sobre todo con la protección de las tapias mediante chapados o

guarnecidos y dedican una atención especial a los puntos débiles de los paramentos (basas de apoyo, esquinas, ojivas, jambas, durmientes en los apoyos de vigas) tienen un mejor estado de conservación.

5

#### PROBLEMA TÉCNICO PLANTEADO

La presente invención plantea el problema intrínseco del tratamiento de la extrema fragilidad mecánica de la tierra cruda, que es el principal punto de atención de las  
10 diversas investigaciones. Nos encontramos frente a un material con múltiples ventajas y propiedades, pero asociadas a un grado extremo de languidez, que deberá ser fortalecido y protegido para que esta no llegue al agotamiento elasto-plástico o a su colapso producido por la  
15 extenuación más absoluta.

La invención plantea también el problema del encapsulamiento de la tierra cruda asignando diversos grados de confinamiento y establecimiento de valores de post  
20 tensionado en el interior de las tapias mediante su conformación en sistemas estructurados tipo núcleo y corteza, o médula y cápsula; que puedan favorecer ulteriormente al rendimiento mecánico del conjunto. Todo ello redundará en que los usos funcionales de la edificación quedarán dotados de las extraordinarias propiedades que la  
25 tierra aporta a la habitación humana: el aislamiento, la impermeabilidad, la transpiración, la gravidez, la estabilidad y las diversas inercias térmicas y acústicas.

La invención plantea el problema de la fragilidad inherente de la tierra con la creación de un sistema  
30 estructural mixto y permanente, que dota a la tierra de las propiedades que carece, mediante tablas y barrotes de madera de configuración simple. Las propiedades que aporta la madera son: rigidez, deformación elástica, conformación geométrica regular, confinamiento axial, agresión de los  
35 agentes atmosféricos y racionalización de la ejecución en obra. La utilización mixta de tierra y madera establece un maridaje tradicional y económico. Supone un complemento natural de dos materiales constructivos con excelentes propiedades y múltiples ventajas. Asimismo ambos materiales  
40 reparan mutuamente sus debilidades intrínsecas. El conjunto constituido queda como un sistema constructivo-estructural racional en donde la madera aporta rigidez, resistencia y protección; y la tierra estabilidad, gravidez e inercia.

La invención plantea el problema de la gestión de las  
45 tierras de modo que permita economizar los costes y facilitar el dimensionado de este tipo de construcciones a escala humana. Es decir, el tapial tradicionalmente se ha usado en obra civil para la configuración de murallas y torres y no tanto para la construcción doméstica a una escala  
50 menor. La construcción de vivienda ha quedado relegada tradicionalmente a la técnica del adobe que permitía un manejo más operativo, con piezas unitarias más pequeñas.

VENTAJAS TÉCNICAS QUE APORTA LA INVENCION

La presente invención aporta la ventaja técnica de ejecutar de un modo racional la construcción de muros de tierra cruda apisonada. La invención permite economizar  
 5 costes, estandarizar la fabricación del producto y normalizar sistemas para su diseño, su cálculo técnico y su montaje en obra; homologable a los medios y oficios que disponemos en la actualidad.

La invención detalla la fabricación de los cajones, que se realiza mediante ensamblajes atornillados entre tablas y barrotes. La geometría de las uniones permite dar respuesta mecánica a los diversos esfuerzos laterales a los que son sometidos los elementos en su puesta en carga. En los  
 10 oficios de carpintero de estructuras y ebanista existe una amplia tratadística referente a la ejecución de ensamblajes entre piezas de madera. Y los que presentan mayor dificultad de resolución son aquellos ensamblajes sometidos a esfuerzos de tracción. El relleno y apisonado de los cajones provoca una fuerte expansión en todas direcciones. La restricción  
 15 de dichos esfuerzos laterales de carácter expansivo garantizará la correcta compactación de las tierras en el seno de los propios cajones. Es por ello que el proceso de compactación de las tierras lleva aparejado fuertes sollicitaciones de tracción en las uniones entre tablas y barrotes que son el fundamento de la invención del nudo denominado, tal y como se concibe inicialmente como ensamblaje en omega  $\Omega$ . Si bien es importante la contención de los esfuerzos mecánicos, no menos lo es la facilidad que debemos esperar del ensamblaje de las piezas que conforman las  
 20 uniones. Para que permita una fabricación operativa en taller y facilite en su caso un proceso de industrialización productivo.

La invención no solo detalla un producto unitario, que conforma el cajón de tierra, sino que resuelve el problema de la operatividad para el aparejo o montaje de los cajones en  
 35 la construcción de los muros. En la ejecución de los muros la gravidez de la tierra y su grado de compactación dotarán al conjunto de una mayor estabilidad y capacidad portante. En la presente invención la aportación estructural de la tierra se toma más bien como un coeficiente de seguridad antes que un parámetro efectivo de cálculo. Las estructuras de tierra están dotadas de una gran deformación plástica que en ocasiones llega a ser del todo inadmisibile; de manera que todos los aspectos de esta invención se aseguran tanto  
 40 la transmisión de esfuerzos, como el control de las deformaciones y evitar, de este modo, el desequilibrio plástico bien de una parte, o el colapso del conjunto. En la presente invención se ha tenido en cuenta que la facilidad de montaje en obra y la correcta ejecución de las uniones y refuerzos de madera reduzcan necesariamente los tiempos de ensamblaje en obra sin mermar la garantía estructural de las hipótesis de cálculo establecidas. Es decir, que lo que se  
 45 50 ensamble en obra se haga fácil y bien.

La invención desarrolla la utilización de técnicas para la obtención sostenible de las materias primas. Tal y como se concibe inicialmente la invención utiliza materiales naturales o reciclados. Los barrotes de madera se perfilarán a base de escuadrías y tablonos de madera aserrada. El tipo de madera y los espesores se determinarán en el proyecto técnico en función de cada diseño. Las maderas utilizadas en su mayoría serán de conífera (pino y abeto) y en menor medida maderas de frondosa. Las tablas se fabricarán mediante el reciclaje de tableros de encofrado (el célebre tablero tricapa 100x50cm) apartados de su circulación en obra, maltrechos y almacenados en desguaces, que por el desgaste sufrido en las puestas del uso corriente en su vida útil ya no son aptos para su utilización. Otra opción a considerar será la utilización de tablero de virutas orientadas, con denominación técnica OSB, que es un producto derivado de la madera de concepción técnica avanzada, con mucho auge en la construcción actual y que permite una mayor diversificación en los espesores de las tablas. El tablero tricapa queda restringido generalmente al espesor nominal de 27 mm, sin embargo el espesor nominal del tablero OSB es más versátil, establecido comercialmente en un rango de 6-25 mm y hasta 40 mm, y con una densidad típica sensiblemente mayor al tablero tricapa.

La invención prevé que la escala de los elementos que conforman el cajón de tierra se adecúe al tamaño del hombre. Es decir, que el espesor de los muros sea relativamente reducido y el peso del cajón sea fácilmente manipulable por un solo obrero.

La invención tal y como se concibe inicialmente, prevé que el acabado interior del muro sea la terminación propia del propio tablero, ya sea tricapa u OSB. Los acabados podrán ser mejorados con lija y barniz, realzando así un aspecto estético característico y único. La unión tabla-barrote se ejecuta de manera que los tornillos no queden vistos, ofreciendo de este modo una superficie homogénea y uniforme que presenta de manera natural un acabado con tonos y texturas variadas, desde un amarillo paja hasta un marrón suave. Además, sobre el paramento interior puede haber también otras opciones de acabado, incluyendo cualquier otro tipo de aplicación, de cubrición o de chapado convencional, ya sea mediante trasdosado directo atornillado o bien con estructura portante propia.

La invención prevé que en lo que se refiere a la habitabilidad interior, se obtengan estándares elevados de calidad ambiental y una alta sensación de confort, y en función de la geometría de la edificación podrá ser cuantificada en los proyectos técnicos específicos. Además del parámetro de aislamiento térmico, medido como transmitancia térmica, el muro dotará al edificio de una elevada inercia térmica, que atempera el ambiente interior de modo adecuado. En base a los parámetros de transmitancia térmica previstos en esta invención, las edificaciones que

utilicen este cerramiento obtendrán un grado de excelencia en su calificación de eficiencia energética, debido a las características propias del muro. La tierra y la madera al ser materiales naturales ofrecen una particular garantía de transpirabilidad que favorece una regulación adecuada de la humedad interior y proporciona así ambientes interiores saludables. Asimismo los materiales utilizados no producen alteraciones electromagnéticas ni emisiones tóxicas lo que garantiza que sea un material verdaderamente inocuo. La tornillería garantiza montajes rápidos que no generan residuos. En todo caso los materiales utilizados son reciclables o biodegradables, con una carga energética prácticamente nula y técnicamente no son emisores de CO<sub>2</sub> en su proceso de producción. Estas condiciones hacen que esta invención sea óptima para su utilización en emplazamientos naturales en los que se requiera un bajo impacto medioambiental. Ya que por el uso de materias primas naturales son asimismo biodegradables y sostenibles en un entorno de irreversibilidad.

20

#### DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

##### **Figura 1 - Cajón de madera**

La figura 1 es una perspectiva del cajón una vez se encuentra montado. El cajón está formado por dos tableros formeros (1) colocados en paralelo con cuatro orificios cada uno, tangentes al perímetro. Los tableros están unidos entre sí por cuatro barrotes cilíndricos (2). Los barrotes quedan acoplados al tablero formando cuatro nexos o nudos (3), que quedarán ejecutados mediante el denominado ensamble en omega  $\Omega$ . El cajón constituirá la unidad modular para la ejecución de aparejos de muros portantes y se concibe inicialmente con dimensiones de 90x45x45 centímetros. Posteriormente, los cajones se rellenarán por hiladas con tierra cruda, apisonada mecánicamente por tongadas. La sencillez de fabricación del cajón y la simplicidad de montaje del aparejo de muros son los objetivos principales de esta invención.

##### **Figura 2 - Orificio en omega $\Omega$**

La figura 2 es una perspectiva del detalle del orificio en el tablero, que queda tangente a su perímetro. El cajeado que se presenta en la figura se ha inventado de modo que tenga capacidad de soportar esfuerzos de tracción en tres dimensiones. El ensamble queda completado con la espiga del barrote introducida en el orificio (figura 3). La holgura que se le debe exigir al taladro para insertar la espiga con soltura y facilidad provocará que el orificio en el tablero (4) quede abierto (6) en el punto de tangencia con del borde del tablero (1). Por su geometría, el orificio objeto de la invención presenta la forma característica de la última letra del alfabeto griego: la omega mayúscula  $\Omega$ , que dará el nombre a su descripción. La abertura del orificio permite que el taladro se pueda ejecutar tanto con broca de tres puntas como con broca en corona. También se podrá ejecutar



mediante mecanizado con fresadora universal o pantógrafo matricial. La tangencia perfecta entre el cilindro que conforma el barrote y el borde de la tabla garantiza un adecuado montaje posterior de los cajones en obra, como muestran las figuras 12 y 13, gracias a la superposición tangencial de los mismos. La dimensión del orificio para acoger la espiga podrá ser variable, en función del cálculo de proyecto, que se establece tal y como se concibe inicialmente en 46 mm. de diámetro.

10 **Figura 3 - Ensamble en omega  $\Omega$**

La figura 3 es un alzado del detalle del ensamble una vez terminado mediante la introducción de la espiga del barrote en el orificio. Esta figura complementa la descripción de la figura 2 y refleja la unión entre el tablero formero (1) y el barrote (2). Este nudo deberá garantizar tanto la conformación del cajón como la respuesta futura frente a esfuerzos de tracción. Una vez realizado el ensamblado mediante encolado, se clavarán los tornillos del ensamble (7) por el canto de la tabla. El ensamblado mediante encolado y atornillado constituye una doble garantía en la unión mecánica entre el barrote y el tablero. El procedimiento de clavado por el testero del tablero hará que los tornillos siempre permanezcan dispuestos en los cantos de la tabla, y así quedarán ocultos cuando se proceda al montaje de los cajones. De este modo, cuando el muro esté montado no se va a apreciar ningún tornillo. El posicionado oculto de los tornillos en los nudos es sin duda objeto de la presente invención.

**Figura 4 - Barrote aguja**

La figura 4 es una perspectiva del barrote de madera cilíndrico. Este barrote se colocará en posición horizontal y efectuará la función de aguja de sujeción de los dos tableros al coser entre la tierra las dos tablas que conformarán el cajón. La longitud del barrote aguja (2) determinará el ancho total del muro, que se establece tal y como se concibe inicialmente en 45 cm. El diámetro del cilindro también será variable en función del cálculo del proyecto para cada caso, y que se establece tal y como se concibe inicialmente en 45 mm. Los extremos de los barrotes presentan un ranurado que conformará la espiga de ensamble (5), para una óptima inserción en el orificio de tablero formero y también para conseguir un encolado efectivo. Ver también el proceso de montaje de cajón en la figura 7.

**Figura 5 - Barrote corto**

La figura 5 es una perspectiva del barrote corto, también cilíndrico de madera. El barrote corto (10) se utiliza para unir la tercera tabla del cajón para conformar las cabeceras de los muros. Cada uno de sus extremos es distinto: uno tiene la terminación en espiga de ensamble (5) igual que el barrote aguja de la figura 4, pero el otro extremo presenta un bocado cilíndrico (8), o substracción, del mismo diámetro que el barrote; a fin de acoplarlo a los barrotes aguja, mediante clavado de tornillos de unión entre barrotes. Ver

también el proceso de montaje del cajón con costero de la figura 10.

#### **Figura 6 - Tablero formero**

La figura 6 son dos vistas: el alzado y el perfil del tablero formero. Consistente en una tabla de madera rectangular de dimensiones 90x45 cm y espesor de 27 mm tal y como se concibe inicialmente, que actuará como tablero formero (1) del cajón. Dispone de cuatro orificios perimetrales en omega  $\Omega$  (4), descritos en la figura 2, para el ensamblaje de los barrotes (2), y conformarán el nudo de unión (3). Los orificios están realizados en posición tangente al borde largo del tablero: la soga, y están dispuestos simétricamente, dos a dos, a una distancia entre ellos de la mitad de la soga y por tanto distantes una cuarta parte de los bordes laterales, los tizones. La ubicación estratégica de los orificios es, sin duda objeto de esta invención. De esta manera permitirá la ejecución de un doble aparejo en el montaje de los cajones: el aparejo cuadrado, con todas las juntas en continuidad, tanto vertical como horizontal; o el aparejo a media tabla, con la partición de las juntas verticales para favorecer una mejor trabazón de los cajones.

#### **Figura 7 - Modo de ensamblaje del cajón**

La figura 7 consiste en una perspectiva explotada con una secuencia de montaje del cajón de madera. El cajón de madera está formado por dos tableros formeros (1) colocados en paralelo y unidos entre sí por cuatro barrotes cilíndricos (2) acoplados al tablero por ocho nexos o nudos (3), que quedarán ejecutados mediante el ensamble en omega  $\Omega$  de la figura 3. El cajón constituirá la unidad modular de esta invención con unas dimensiones de 90x45x45cm según se ha concebido inicialmente. El cajón está formado por piezas sencillas descritas en las figuras anteriores. La simplicidad del montaje y la facilidad del manejo posterior son sin duda, objetivos principales de la presente invención. Se procederá al montaje del cajón según la descripción de la figura con carácter enunciativo, que no limitativo: colocado el tablero (1) en posición horizontal se insertarán los cuatro barrotes (2), dos a dos en los orificios perimetrales del tablero (4). La superficie ranurada que conforma la espiga del barrote (5) se habrá encolado previamente con algún adhesivo de los tipos de resinas sintéticas, aplicado mediante pincel o espátula. Una vez se haya insertado la espiga se recolocarán los barrotes alineados a escuadra con el tablero mientras se remacha el nudo con el clavado de dos tornillos de ensamble (7) desde el canto del tablero. Los tornillos se clavarán en diagonal hasta que la cabeza del tornillo quede ligeramente rehundida en canto del tablero. Para finalizar, se colocará el otro tablero sobre las testas de los cuatro barrotes y se procederá a insertar, una a una, las cuatro espigas que se habrán encolado previamente. Una vez que los cuatro barrotes hayan quedado insertados en los cuatro orificios se procederá a su clavado como se ha descrito

anteriormente. Terminada la operación, se habrá obtenido un cajón debidamente ensamblado, sólido, ligero y manejable, que permitirá una fácil operatividad para su almacenamiento, transporte y puesta en obra. El cajón constituye junto con el  
 5 ensamble la característica principal de la presente invención. Lo dicho queda sin desmerecer otros elementos y modos de realización de la presente invención.

**Figura 8 - Tablero costero**

La figura 8 consta de tres vistas: el alzado y la planta del tablero costero, y una planta de secuencia de montaje del  
 10 tablero costero en el cajón general. El tablero costero es una tabla de madera rectangular (9), similar al tablero costero (2) de la figura 6 pero con dimensiones diferentes. La tabla dispone de dos orificios en omega  $\Omega$  (4), descritos en la  
 15 figura 2. Los orificios están centrados en los bordes superior e inferior del tablero. La invención de este tablero se utiliza para conformar los laterales de los cajones en las cabeceras de los muros. Se procederá al montaje de la tercera tabla o tablero costero (9) con los dos  
 20 barrotes cortos (10), siguiendo el procedimiento de encolado, inserción y clavado descrito en la figura 7.

**Figura 9 - Cajón de cabecera**

La figura 9 es una perspectiva del cajón de cabecera una vez montado. El cajón de cabecera está formado por el cajón  
 25 general descrito en la figura 1 pero con el añadido de una tercera tabla para la ejecución de las cabeceras. Se procederá al montaje de la tercera tabla o tablero costero (9) con los dos barrotes cortos (10), siguiendo el procedimiento de encolado, inserción y clavado descrito en la figura 7.

**Figura 10 - Modo de ensamblaje de cajón de cabecera**

La figura 10 consiste en una perspectiva explotada con una secuencia de montaje del cajón de cabecera. El  
 35 descriptivo consiste en el cajón de madera de las figuras 1 y 7 que se suplementa con el tablero costero en el lateral (9) descrito en la figura 8. El tablero costero se insertará en uno de los laterales del cajón, conformando así un cajón cerrado por tres de sus seis caras. Los barrotes de la  
 40 tercera tabla son más cortos (10), en la medida justa para que queden acoplados al barrote aguja transversal, procurando una ortogonalidad perfecta. Antes del acoplamiento de los barrotes se habrá procedido al encolado del interior del bocado cilíndrico del barrote corto y seguidamente se  
 45 clavará al barrote aguja con tornillería desde el lado opuesto (11). Terminada la operación, se habrá obtenido un cajón singular que suplementa al módulo básico para la resolución de la esquina de los muros, para los testeros del muro y para las jambas puertas y ventanas.

**Figura 11 - Modo de post tensionado de cajones**

La figura 11 es un detalle constructivo en sección de la  
 50 unión entre cajones una vez rellenos de tierra. Los cajones, una vez montados por hiladas, como muestra la figura 13, se

procederá al relleno y apisonado de las tierras (12), medido el proctor definido en proyecto. Tras el apisonado se procederá al post tensionado del cajón de tierra. El proceso de post tensionado se realizará mediante la introducción de  
 5 cuñas de madera (13), dobles y por pares, en la holgura existente entre el nivel, aproximadamente plano, de las tierras apisonadas y los barrotes en ocho del cajón de madera, unidos en una línea de tangencia (17). El relleno y apisonado de tierras se realizará cada dos hiladas para  
 10 garantizar una buena operatividad y un correcto compactado, tal y como se concibe inicialmente. El apriete del par de cuñas (14) - cuña vulgaris de madera - generará en el seno del cajón de tierra la tensión interna que se pretende. Esta tensión consiste en un par de fuerzas tracción-compresión que  
 15 favorecerá la estabilidad en altura del muro. La compresión adicional que se genera sobre las tierras (15) al aplicar el esfuerzo, se verá compensada por una tracción complementaria (16) en el plano propio de los tableros formeros. De esta forma se genera un nuevo maridaje, de naturaleza mecánica,  
 20 entre la madera y la tierra. Así, ambos elementos no sólo se implican por la restricción de los esfuerzos expansivos laterales aparejados al apisonado sino que el post tensionado les vinculará aún más con un estado de tracción de la madera contra la compresión de las tierras del cajón de  
 25 tierra.

**Figura 12 - El ocho, unión entre cajones**

La figura 12 es un alzado de los barrotes superpuestos y unidos en una línea de tangencia. El montaje de los cajones sobre las hiladas anteriores provoca que entren en contacto  
 30 los barrotes por pares, los cuales quedan unidos tangencialmente por una generatriz del barrote (17) entre los cilindros que forman los barrotes (2). En esta figura se visualiza el conjunto que conforman los dos círculos unidos tan solo por el punto de tangencia, y que dan el  
 35 nombre al detalle: el ocho. Mediante el clavado de varios tornillos de montaje (18) en toda la longitud del barrote, y que fijará inicialmente la posición del cajón. Posteriormente y en función del proyecto técnico se determinará el número, tipo de penetración y posición del  
 40 clavado de los restantes tornillos de resistencia (19), para garantizar la estabilidad del conjunto constructivo.

**Figura 13 - Tornillería de unión de barrotes**

La figura 13 consta de dos vistas en alzado de los barrotes superpuestos y la disposición de la tornillería que  
 45 los une. Durante el montaje de los cajones se clavarán los barrotes (2) mediante tornillos pasantes uniendo el barrote superior y el barrote inferior. Los tornillos de montaje (18) estarán dispuestos en posición perpendicular a los barrotes y se usan para favorecer la ejecución rápida y efectiva del  
 50 montaje. Una vez el aparejo de cajones haya tomado forma se clavarán los tornillos de resistencia (19) dispuestos en diagonal, en número y calibre que indique el proyecto, para garantizar la estabilidad del conjunto constructivo.

**Figura 14 - Aparejo de los cajones para formar el muro**

La figura 14 es una perspectiva del montaje de los cajones mediante superposición y clavado de los barrotes los unos con los otros. Los cajones conforman el aparejo del muro de entramado de madera para su relleno con tierra cruda. La superposición de los cajones, unidos barrote sobre barrote por su línea tangencial (17), mediante el clavado de tornillos entre barrotes (18), según muestran las figuras 12 y 13, se fijará la posición del cajón sobre la hilera anterior. El cajón costero se empleará para conformar las testas de los cajones de las esquinas.

**RELACIÓN ORDENADA DE REFERENCIAS**

- Ref. 01 - Tablero Formero (Figs. 1,2,3,6,7,8,9,13,14)
- 15 Ref. 02 - Barrote Aguja (Figs. 1,2,4,6,7,8,9,12,13,14)
- Ref. 03 - Nudo de ensamble, omega  $\Omega$  (Figs.1,2,6,7,8,9,13)
- Ref. 04 - Orificio en tablero (Figs. 2,6,7,8,10)
- Ref. 05 - Espiga de ensamble (Figs. 4,5,7,10)
- Ref. 06 - Abertura por tangencia (Fig. 2)
- 20 Ref. 07 - Tornillería de ensamble (Figs. 3,7,10)
- Ref. 08 - Bocado cilíndrico (Fig. 5)
- Ref. 09 - Tablero costero (Figs. 8,9,10,13)
- Ref. 10 - Barrote corto (Figs. 5,8,9,10)
- Ref. 11 - Tornillería de barrote costero (Figs. 8,10)
- 25 Ref. 12 - Relleno de tierra cruda (Fig. 11)
- Ref. 13 - Cuñas de tracción (Fig. 11)
- Ref. 14 - Par de apriete (Fig. 11)
- Ref. 15 - Compresión sobre las tierras (Fig. 11)
- Ref. 16 - Tracción sobre entramado de madera (Fig. 11)
- 30 Ref. 17 - Unión tangencial barrotes (Figs. 11,12,13,14)
- Ref. 18 - Tornillería de montaje (Figs. 12,13,14)
- Ref. 19 - Tornillería de resistencia (Figs. 12,13)

## REIVINDICACIONES

- 5           1.- Cajón de madera **caracterizado** por dos tableros formeros (1) colocados en paralelo y unidos entre sí por cuatro barrotes cilíndricos (2) ensamblados al tablero por nexos o nudos (3) ejecutados mediante ensamble a tracción. Los barrotes se posicionan simétricamente, dos a dos, a una distancia entre ellos de la mitad de la soga y distantes, por tanto, una cuarta parte del lateral largo.
- 10           2.- Cajón de madera según reivindicación 1, **caracterizado** porque el ensamble a tracción entre tabla y barrute está ejecutado mediante el acoplamiento del barrute en sentido perpendicular al plano de la tabla, en el orificio (4) con forma de la letra omega ( $\Omega$ ) mayúscula (4) practicado en el borde de la misma para la inserción del barrute mediante espiga de ensamble (5), encolada y clavada con tornillos.
- 15           3.- Cajón de madera según reivindicación 2, **caracterizado** por el ensamble de una tercera tabla o tablero costero (9) en uno de los laterales del cajón, mediante dos barrotes cortos (10) unidos en perpendicular a los barrotes largos (2).
- 20           4.- Muro de entramado de madera formado por el aparejo de los cajones descritos en la reivindicación 1, **caracterizado** por la superposición de los cajones, unidos barrute sobre barrute por su línea generatriz tangencial exterior (17). La unión de los barrotes, con forma similar al número ocho, y se efectuará mediante el clavado de tornillos de montaje (18) dispuestos perpendicularmente al barrute y posteriormente clavarán tornillos de resistencia (19) dispuestos en diagonal.
- 25           5.- Muro de entramado de madera descrito en la reivindicación 4, **caracterizado** por su posterior relleno de tierra cruda apisonada (12) por tongadas.
- 30

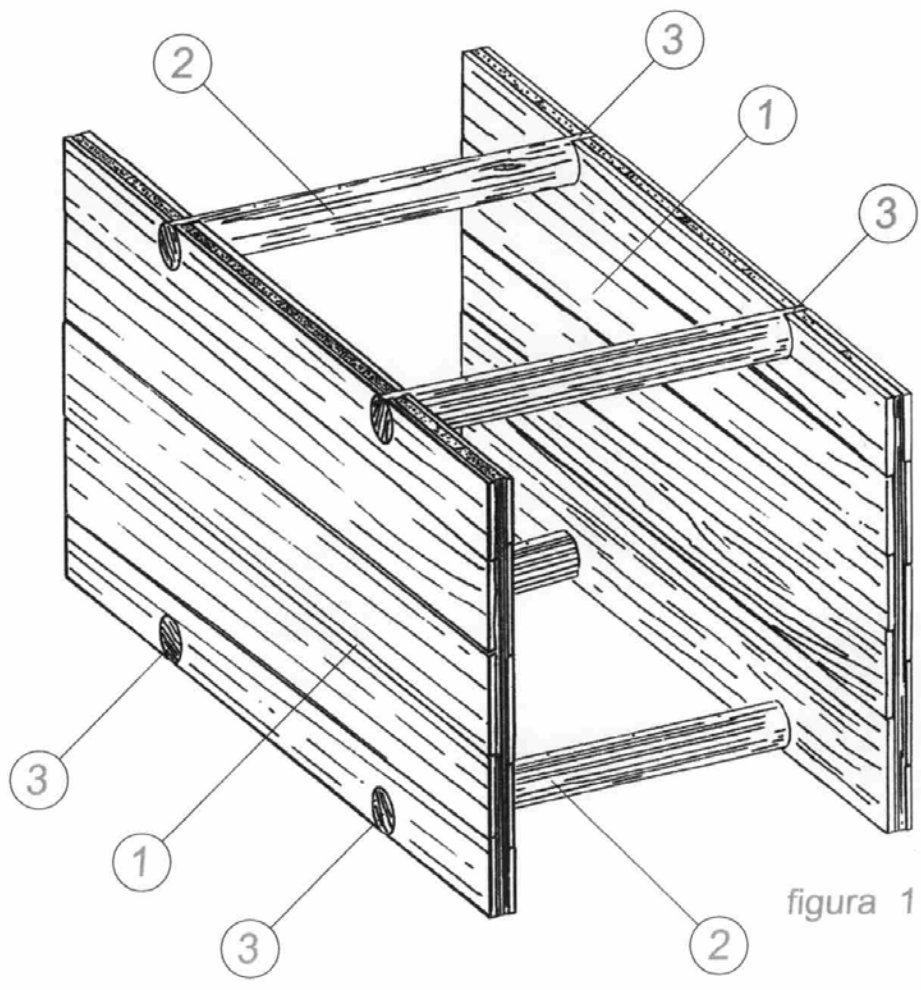
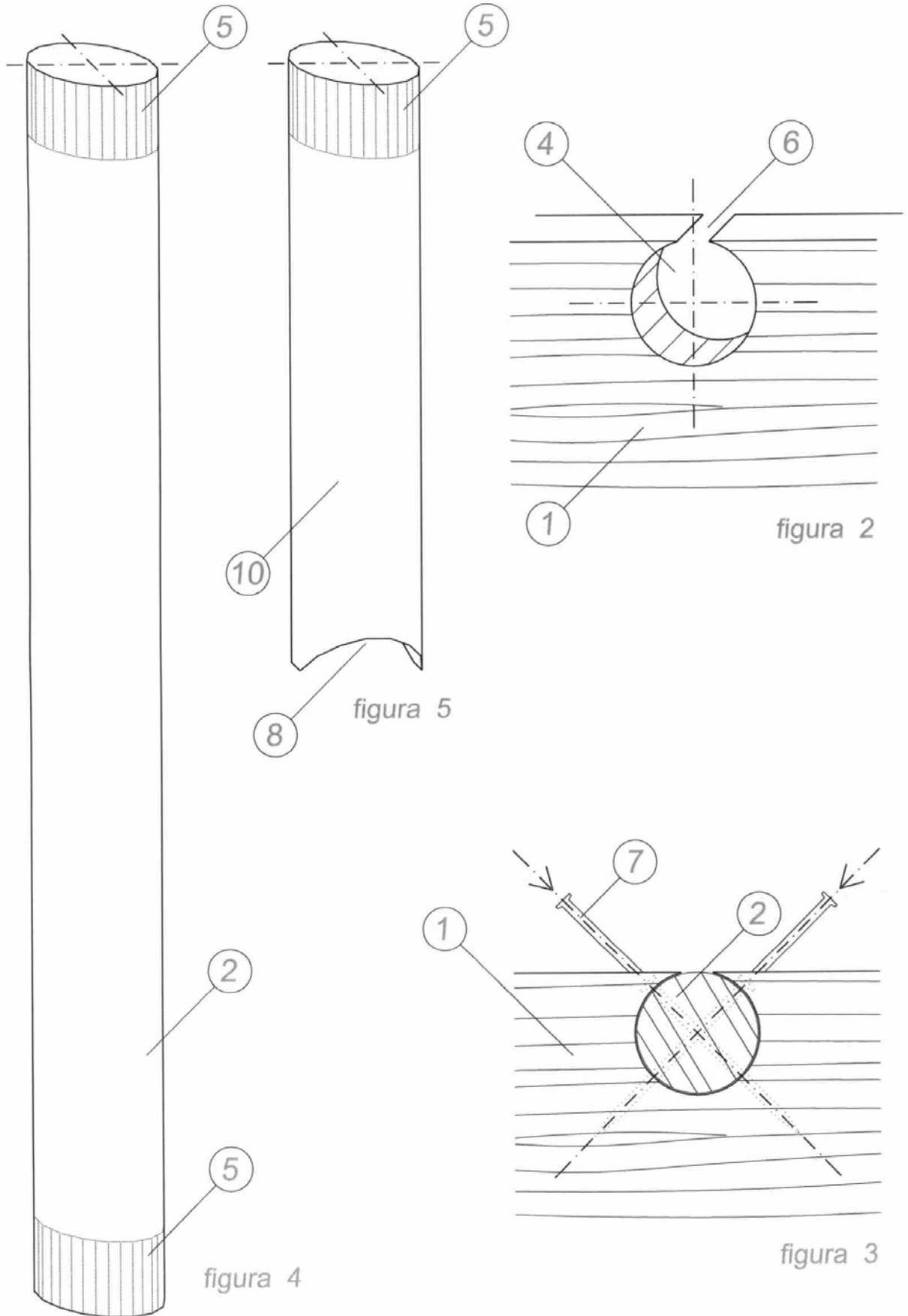
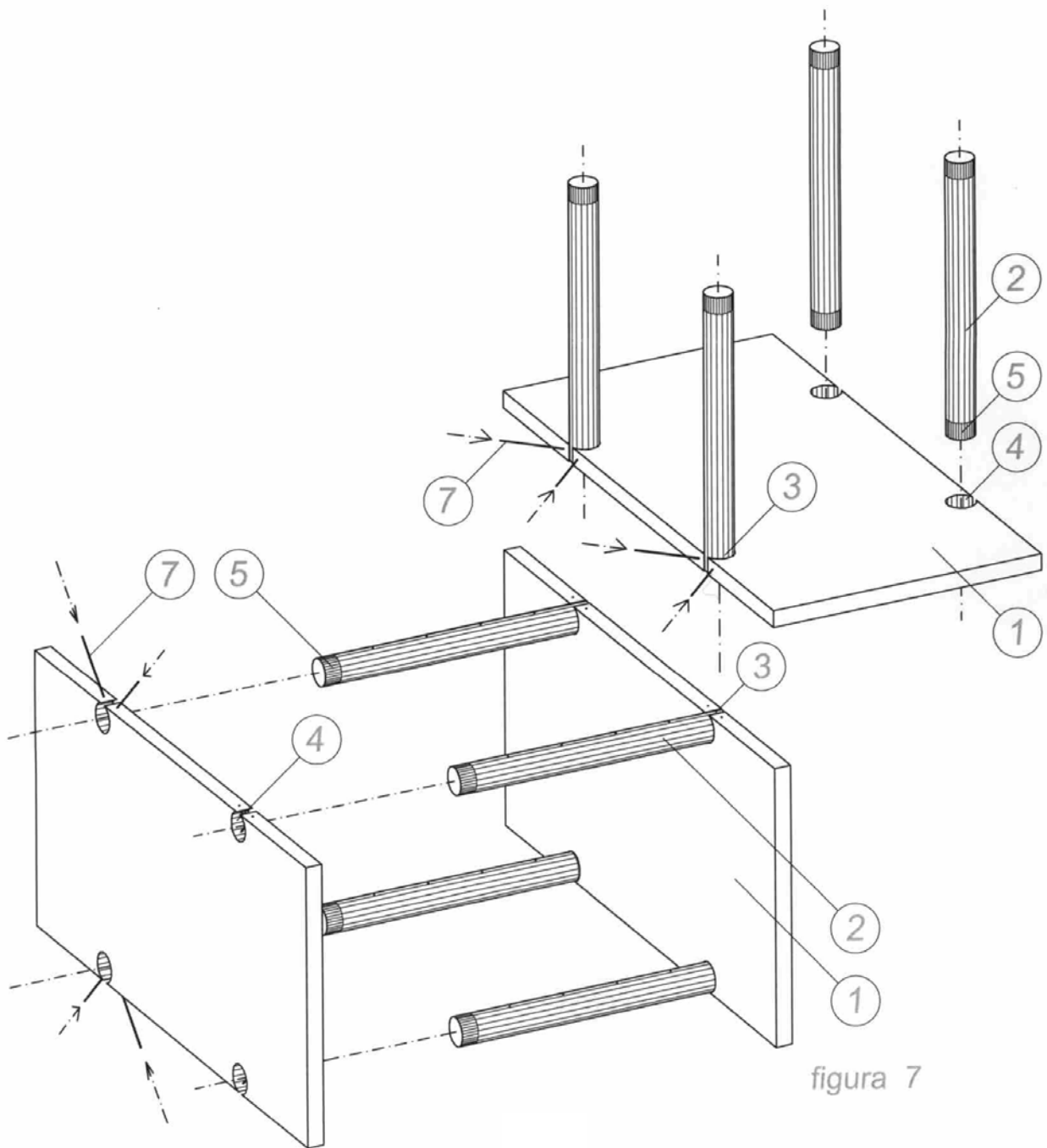
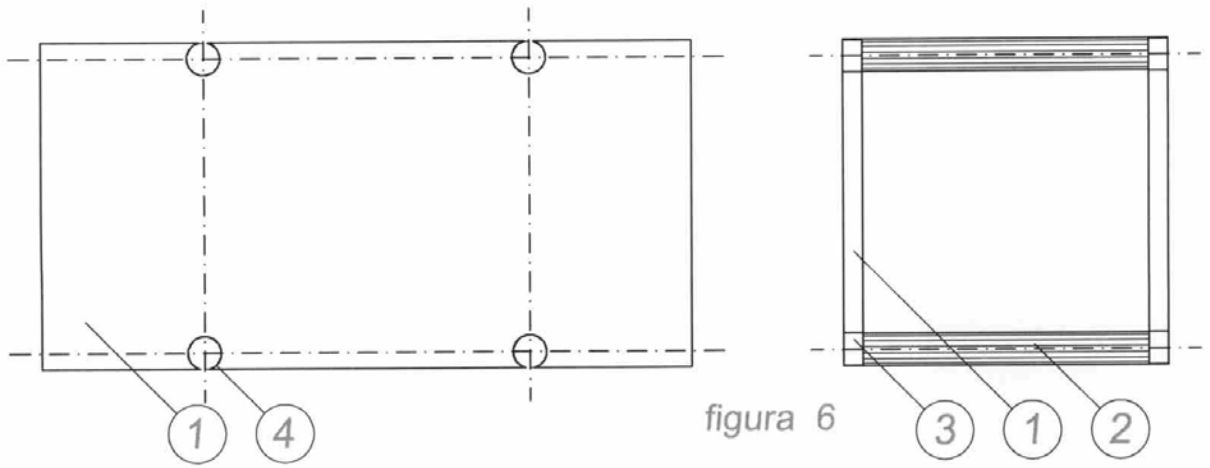
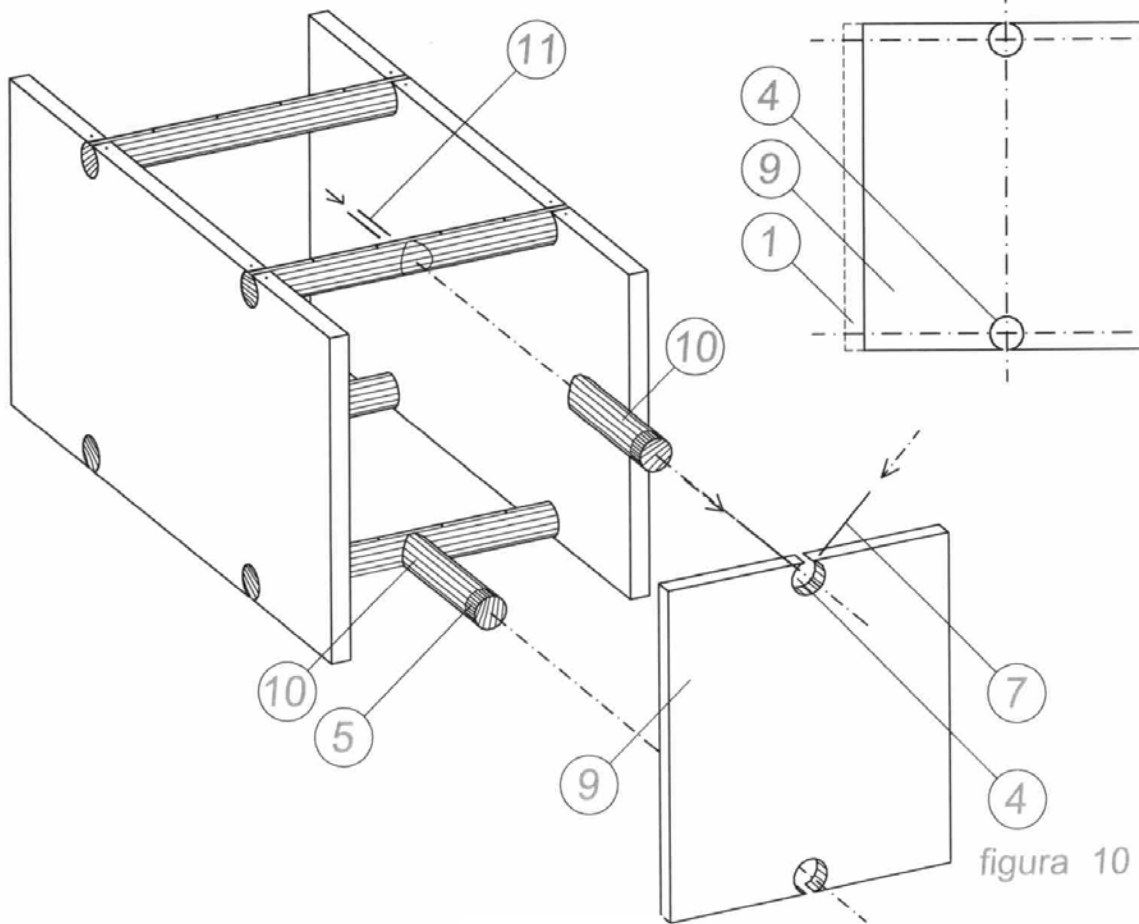
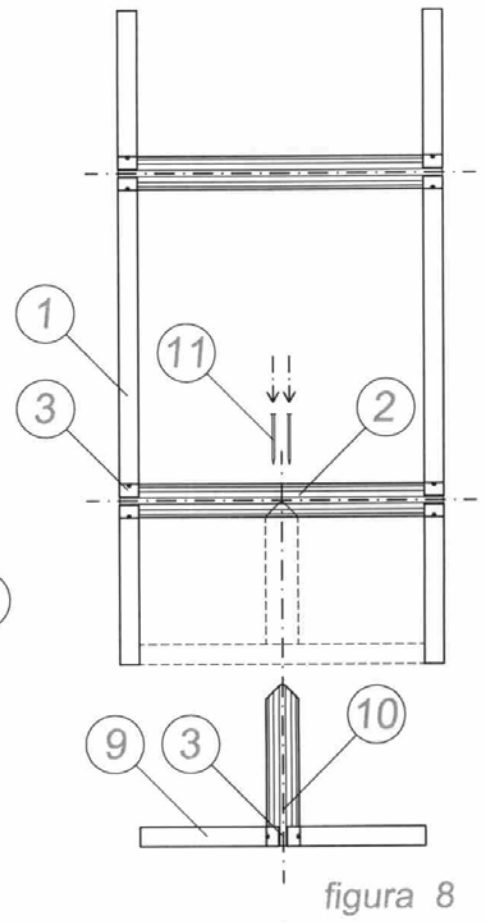
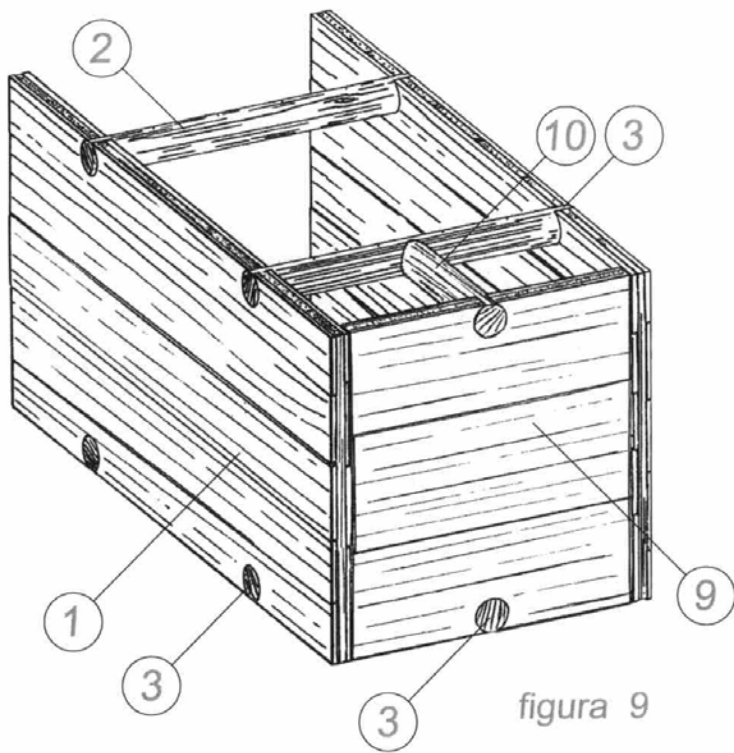


figura 1









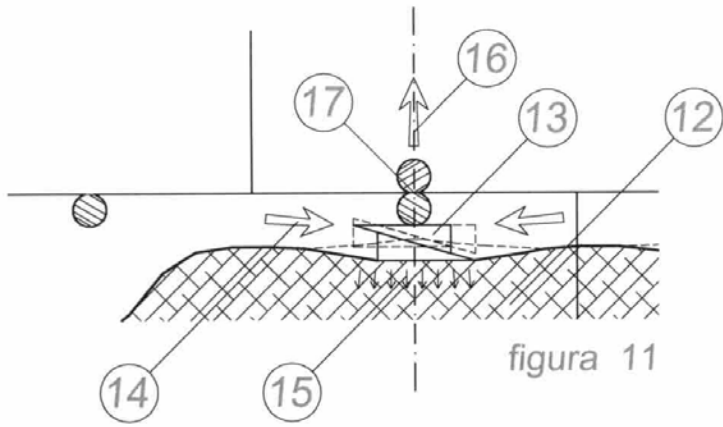


figura 11

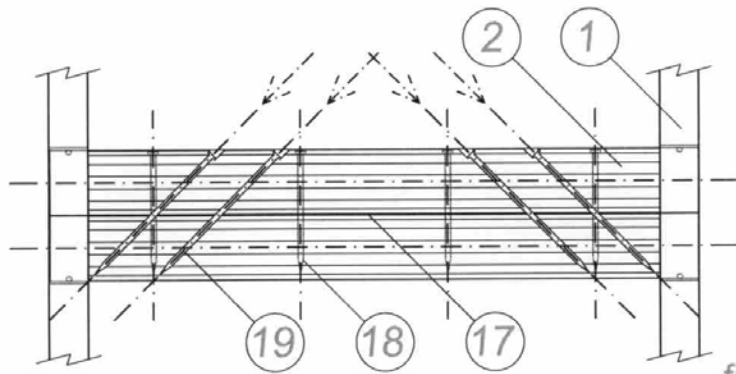


figura 13

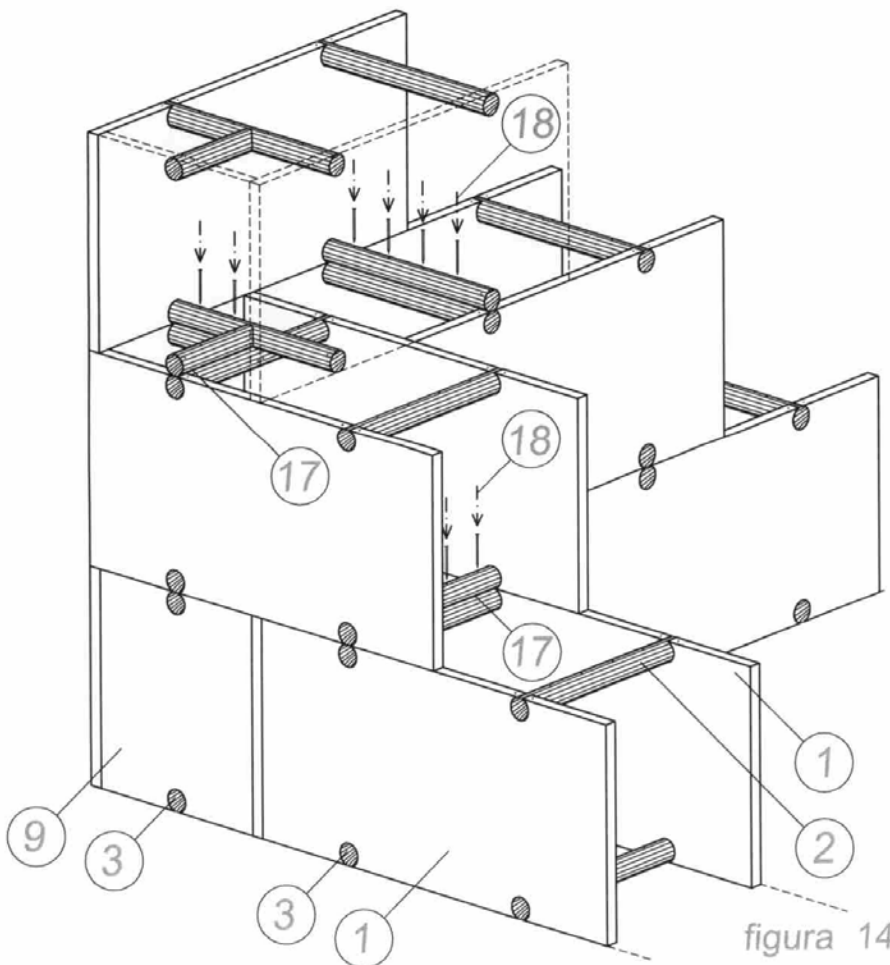
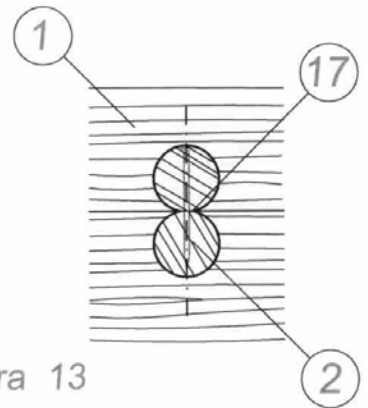


figura 14

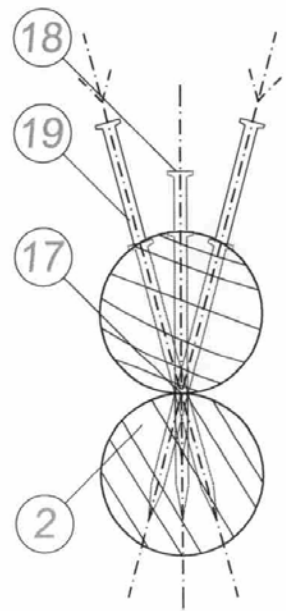


figura 12