



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 293 781**

⑫ Número de solicitud: 200501571

⑮ Int. Cl.:
E04G 11/04 (2006.01)
B28B 7/32 (2006.01)
E04B 5/32 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **28.06.2005**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2008**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.03.2008

⑰ Solicitante/s: **Jaime Enrique Jiménez Sánchez**
Avda. Juan Carlos I, nº 22 - 3º B
10600 Plasencia, Cáceres, ES

⑱ Inventor/es: **Jiménez Sánchez, Jaime Enrique**

⑳ Agente: **No consta**

② Título: **Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares.**

③ Resumen:

Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares.

Consiste en una bovedilla hinchable de material termoplástico formada por cámaras cilíndricas interiores con aire comprimido que soportarán el peso de los trabajadores caminando sobre ellas, y una envolvente exterior sin presión de caras lo más paralelas posibles que se apoya tensada sobre los cilindros, y que soportará el escaso peso del hormigón de la capa de compresión de forma que no haya huecos entre cilindros rellenos de hormigón innecesariamente. Dado que las cámaras internas son cilíndricas y que sus paredes sólo trabajan a tracción pura, el espesor de dichas paredes será muy pequeño, ahorrando en material termoplástico. Antes de la aplicación de los enlucidos deberán desinflarse las bovedillas para evitar reventones fortuitos en el futuro, como consecuencia, la parte inferior de las bovedillas será ondulada para rigidizar esta parte una vez desinfladas de cara a soportar los enlucidos.

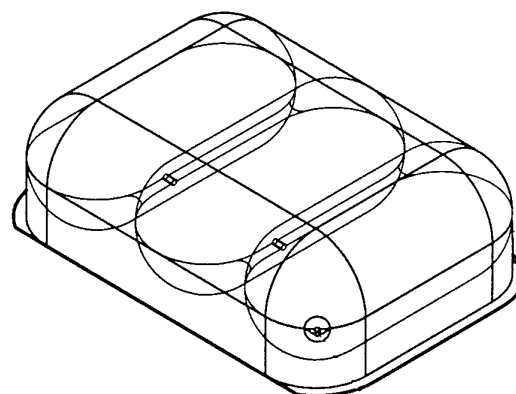


FIG. 16

ES 2 293 781 A1

DESCRIPCIÓN

Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares.

Objeto de la invención

La presente invención tiene por objeto una bovedilla de plástico *hinchable* a baja presión formada por cámaras cilíndricas internas y envolvente externa con forma de paralelepípedo de aristas redondeadas para la construcción de forjados de hormigón unidireccionales o reticulares de los edificios en general.

Esta bovedilla se diseña con la finalidad de *abaratar y aligerar* las estructuras de hormigón de los edificios tanto de viviendas como de oficinas, centros comerciales, parkings, industriales, o de cualquier otro uso.

Su diseño se basa en la idea de utilizar el *aire como elemento colaborante* para la fabricación de bovedillas o bloques de encofrado perdido de los forjados, sustituyendo a las bovedillas actuales de cerámica, hormigón o poliestireno expandido, que son las más utilizadas en la actualidad y las más económicas, e incluso llegando a sustituir a los encofrados de “casetones” de plástico recuperables que se utilizan sobre todo en la construcción de parkings, centros comerciales y oficinas con falso techo, ya que con este nuevo elemento hinchable tan económico podrá resultar más interesante no tener que recuperar los “casetones” y tener que transportarlos a otras plantas para continuar la obra.

Ciertamente la única manera de crear una bovedilla o encofrado perdido muy económico es utilizar la *menor cantidad de materia prima posible*, sea del tipo que sea, pero dado que la bovedilla además deberá cumplir ciertas funciones resistentes durante la construcción y luego durante su uso en el edificio, será necesario rigidizar dichas bovedillas sin incrementar dicha materia prima en exceso.

Dentro de estas cualidades requeridas, los plásticos bien como *termoplásticos* o bien como termofijos pueden ser candidatos ideales por su fácil manipulación, resistencia y coste para la fabricación de las bovedillas, y también por su relativa *economía de instalaciones* necesarias para la fabricación de estas bovedillas, pues hay que pensar que la instalación de una fábrica de bovedillas cerámicas (*las más económicas que existen si hay arcillas aptas en la zona*) es de 9 millones de Euros para una planta competitiva.

A pesar de su fácil transformación los plásticos son muy caros si los comparamos por volumen o peso con las arcillas o los hormigones, no siendo viable utilizarlos como paredes resistentes mediante flexión y/o compresión.

Con la nueva invención se estructura y dimensiona la bovedilla hinchable para utilizar la menor cantidad de materia plástica posible, haciendo trabajar sus paredes *sólo a tracción*, y se rigidiza internamente la estructura mediante *aire comprimido* a una presión relativamente baja, entre 0,05 kg/cm² y 1 kg/cm² aproximadamente de presión extra por encima de la presión atmosférica.

Actualmente en España por motivos de seguridad en las obras se tiende a encofrar de forma continua toda la planta de la estructura con tableros de encofrado. Sobre estos tableros se colocan luego las bovedillas, los nervios o viguetas del forjado y las vigas con ferralla entre los pilares, rellenándose luego todo con hormigón.

Por lo tanto la presente invención se circunscribe dentro del ámbito de la construcción de *estructuras de edificios* con hormigón, y más en concreto al campo de las bovedillas o bloques aligerantes perdidos o no recuperables que forman el forjado, tanto de tipo unidireccional como reticular.

Antecedentes de la invención

Como hemos mencionado, dominan el mercado Español en la actualidad y por este orden las bovedillas *cerámicas*, las de *hormigón* y las de *poliestireno* expandido.

Las de cerámica son las más económicas seguidas de las de *hormigón*, que si bien estas últimas pueden tener un coste directo ligeramente menor para el constructor, presentan el inconveniente de *pesar más* que las de cerámica encareciendo la estructura por el aumento de acero y hormigón que requiere este incremento de peso en el edificio. Por otro lado al ser más pesadas que las cerámicas los trabajadores sufren físicamente más con la manipulación de este tipo de bovedillas.

Las ideales parecerían ser las bovedillas de *poliestireno expandido* ya que *no pesan* prácticamente nada frente a las anteriores, y proporcionan un *aislamiento* térmico mucho mayor que las otras. Los inconvenientes sin embargo son la baja capacidad aislante al ruido aéreo frente a las de cerámica u hormigón, y el mayor precio frente a las otras bovedillas que no llega a compensar la disminución de acero y hormigón de la estructura por la disminución del peso del forjado.

Existen bovedillas hinchables en los antecedentes localizados en las *bases de datos* de las Oficinas de Patentes, pero que no han llegado a imponerse ni utilizarse (*fuera de los meros ensayos*) en el mercado debido en unos casos a la inviabilidad de la propia invención y en otros casos al excesivo coste económico que suponen en materia prima.

Como antecedente más cercano tenemos la Patente Española ES2014700 que consiste en una bovedilla cuadrangular inflable para forjados reticulares, que comprende *dos planchas cuadradas* de material plástico o de otro tipo pero en todo caso rígidas, una colocada en la parte inferior o base y la otra en la parte superior o tapadera, y unidas con paredes deformables de plástico de poco espesor que se plegarán para que la tapa superior quede en contacto con la base inferior mientras la bovedilla está desinflada. Por otro lado la base inferior sobresale perimetralmente más que la tapadera superior y que las paredes verticales, permitiendo fijar en este perímetro el acero inferior de los nervios del forjado reticular. Nada define o reivindica de la estructura interna apropiada.

El principal inconveniente que presenta esta bovedilla, es que el trabajador *no puede caminar* en obra pisando de una a otra por encima de estas bovedillas, ya que esto requiere una mayor presión en el interior de las bovedillas y no solamente insuflar aire para dar forma cuadrada a dichas bovedillas y soportar 80 kg como propugna la invención. Pensemos que un trabajador pesa entre 80 y 100 kg (*100 kg determinan las normativas*) y que si pisa en el borde de dicha bovedilla, ésta deberá aguantar sin deformarse dicho peso, lo que se traduce en una presión por encima de la atmosférica de entre 0,05 y 1 kg/cm² (*100 kg repartidos en una huella de zapato de 200 cm² son 0,5 kg/cm²*). No es suficiente con que soporte 80 kg pisando justo en el centro, sino que debe poder pisar hasta en su borde, lo que no es posible con la bovedilla ES2014700. Pero lo peor de todo, de darle más presión, es que cuando el trabajador no camina por encima de la bovedilla, este aire comprimido ejercerá una presión también sobre toda la tapadera superior, toda la base inferior, así como sobre las paredes laterales de la bovedilla. Dado que la estructura descrita no presenta *rigidez ninguna* si el espesor de las paredes es muy fino (*para que resulte económica*), nos llevará al abombamiento de las 6 caras de la bovedilla. Es decir, la bovedilla *tenderá a curvar esféricamente* las 6 paredes, convirtiendo prácticamente en un balón inservible la bovedilla al perder su forma paralelepípedica, imprescindible como sabemos para constituir un forjado unidireccional o reticular y sustituir competitivamente a las bovedillas tradicionales.

En resumen, *si no damos suficiente presión* de aire al interior de la bovedilla el trabajador *no podrá caminar* sobre ellas ocasionándole caídas, inseguridad y lentitud por tanto de movimientos lo que hace inviable su uso en la obra, por otro lado *si le damos* la necesaria presión de inflado, *debemos rigidizar tanto* las seis paredes de la bovedilla para que se mantengan más o menos paralelepípedas que el coste de material plástico hace *inviable la venta* de las bovedillas.

Respecto a otros elementos inflables utilizables como encofrados, *no se trata* en esta invención de registrar *colchones cilíndricos inflables* para su uso como encofrado perdido colocados aisladamente por la estructura, sino que se trata de proteger una nueva variante de bovedilla hinchable con mayor fundamento, economía y aplicación práctica que las existentes, consistiendo en una bovedilla cuya *forma externa* tiene *caras paralelas* para poder utilizarse a modo de bovedilla convencional sin mayor gasto de hormigón que las tradicionales, y que se puedan colocar pegadas unas detrás de otras para el caso de forjados unidireccionales, o formando retícula cuadrangular de pasillos o nervios de ancho y alto constantes, bovedilla cuyo interior presenta una *estructura resistente diferente* a la exterior, pero verdaderamente responsable de soportar el peso del trabajador caminando por encima, con suficiente estabilidad y resistencia.

Tratamos de *imitar la forma* y de *sustituir* a las bovedillas de cerámica, hormigón o poliestireno expandido actuales, con un casetón mucho *más barato, ligero y sin volumen de transporte*, solucionando los problemas de *flotabilidad, adherencia* de los yesos, colocación de *lámparas*, conducción de *cables eléctricos* bajo la bovedilla y *reventón* fortuito por tener aire comprimido.

Descripción de la invención

La invención da una nueva morfología a la distribución de paredes internas y externas de una posible bovedilla hinchable de material plástico, que permite por un lado que no se pierda la forma de *paralelepípedo* para no estrechar por ejemplo indebidamente los nervios del forjado o no disminuir el espesor de la capa de compresión superior o no presentar abombamientos bajo el forjado donde se aplica el yeso; y por otro lado permite que *el trabajador* en fase de construcción *camine* con total seguridad sobre la bovedilla sin que ésta se deforme demasiado o se incline debido a su peso. Es evidente que si la bovedilla soporta el peso puntual de un trabajador, soportará el peso repartido de la capa de compresión de escasa masa comparativamente, o incluso que las paredes laterales soporten bien la presión lateral de hormigonado con vibración.

La nueva bovedilla consiste en utilizar varias *cámaras cilíndricas* inflables de material plástico pegadas paralelas unas a otras, que con la presión interior no pierden su forma circular, recubriendo luego todos estos cilindros *externamente con una envolvente* de material plástico fino esta vez a la presión atmosférica apoyada sobre los cilindros, envolvente que dará su forma final de paralelepípedo de bordes redondeados al bloque así formado, con un perímetro casi igual al de las bovedillas tradicionales. La diferencia con la patente ES2014700 radica en la estructura interna a presión, en la envoltura externa sin presión, y en la enorme disminución por tanto de materia prima de plástico, siendo esta la única manera posible como veremos de obtener un precio competitivo de venta de las bovedillas frente a las existentes en el mercado. En la nueva invención hacemos que las paredes de las bovedillas trabajen sólo a *tracción pura* con lo que el espesor requerido será el mínimo posible (*del orden de 10 micras a 1000 según material y presión de inflado*) y estará íntegramente aprovechado desde el punto de vista resistente. Este funcionamiento a tracción sólo pueden darlo las *cámaras cilíndricas o esféricas* infladas a presión (*que para nuestras bovedillas el relleno más económico será aire a una presión del orden de 0,05 a 1 kg/cm² por encima de la atmosférica según dimensiones*). No obstante, una vez montadas unas cámaras cilíndricas junto a otras en fabricación, será necesaria una *envolvente* que dé una forma externa de *caras paralelas* a la bovedilla que disminuya al máximo la cantidad de hormigón empleado

ES 2 293 781 A1

en obra ajustándonos a la sección resistente ideal del forjado que consistiría en nervios verticales de caras paralelas y losa superior (*capa de compresión*) de espesor uniforme.

La envolvente podrá estar apoyada sobre los cilindros *relajada*, o podrá estar *tensada* sobre los mismos.

En la figura 6 se observa como un trabajador que *pise* encima de uno de los *cilindros* con un peso “Q” deformará el cilindro de manera que cuando el área “A” de su huella por la *presión interior* de inflado “p” sean mayores o iguales que “Q”, el cilindro dejará de deformarse. Por otro lado y en la misma figura vemos que la presión interna “p” se ejerce en todas direcciones, lo que provoca que la carcasa esté trabajando a tracción pura con fuerza “F”, así por ejemplo si el cilindro tiene 22 cm de diámetro y lo inflamamos con 0,5 atm de presión, la fuerza “F” valdrá 5,5 kg/cm. Si la resistencia a tracción de un PVC rígido por ejemplo es de unos 600 kg/cm², tendremos que necesitamos una pared de espesor mínimo de 0,092 mm, es decir 92 micras.

Por el contrario en la figura 7 observamos que si el trabajador pisara entre dos cilindros sobre la *envolvente*, esta cedería hasta que *quedara más tensada* sobre los cilindros, de manera que su peso “Q” queda contrarrestado por la componente vertical de las dos fuerzas “G” con la que se tensa la envolvente, y lógicamente también con la presión que los bordes del zapato reciben del propio contacto con los cilindros como se observa en dibujo superior de la figura 7.

Jugando con la combinación de diferentes diámetros se pueden lograr diferentes dimensiones exteriores de envolvente para *adaptarnos al entre-eje y al canto* requeridos, pero también la longitud de la bovedilla podrá ser variable sin más que prolongar o acortar los cilindros si se orientan en sentido longitudinal, o sin más que añadir o quitar cilindros en paralelo si se orientan en sentido transversal.

Para un canto de forjado de 22 cm por ejemplo, serían necesarias 3 *cámaras inflables* cilíndricas de 22 cm de diámetro envueltas por un film de plástico tenso. El largo de la bovedilla dependería del gusto del cliente, pero el ancho resultante sería de 3 x 22 cm = 66 cm. Actualmente los entre-ejes de nervios de un forjado unidireccional están como más típicos en 58 cm de bovedilla más 12 cm de nervio, y también 60 cm de bovedilla y 10 cm de nervio, por lo tanto si no quisiéramos variar dicho entre-eje de 70 cm a 76 cm, bastaría con utilizar por ejemplo 2 cilindros de 21 cm y 1 cilindro de 20 cm en el centro, y luego bastaría *apretar* sobre ellos la envolvente exterior para ovalar los cilindros, logrando que la bovedilla final tenga un ancho de 60 cm y 22 cm de alto. La razón de utilizar el cilindro central de menor diámetro, es que éste tiene sus dos costados laterales planos verticalmente al apoyarse contra sus hermanos, mientras que sus hermanos sólo tienen una pared, la interior, vertical mientras que la exterior permanece cilíndrica, lo que provoca que se eleve más el central, deformándose hacia el plano horizontal superior e inferior antes que sus hermanos como comprenderemos mejor con los dibujos que se adjuntan posteriormente.

Una bovedilla mínima sin base inferior, sólo cilindros y envolvente, por ejemplo a 0,5 atm de presión interior de los cilindros, utilizaría ya repercutido por metro cuadrado de forjado 0,5 kg/m² de PVC, que a 0,4 euros/kg de precio de granza reciclada nos arroja 0,2 euros/m² de coste de materias primas (0,6 si es con base rígida ondulada). Las bovedillas *cerámicas* se venden hoy día repercutido ya por metro cuadrado de forjado a 4,3 euros/m², lo que nos dará una idea de la gran economía de la nueva bovedilla.

Por otro lado, en el caso de querer fabricar bloques de 40 cm de canto por ejemplo para forjados reticulares donde el entre-eje es de 80 cm, podríamos utilizar dos filas de cilindros o cámaras circulares superpuestas, de 4 y 4 cámaras por ejemplo de 19 cm de diámetro. Bastará con *apretar un poco la envolvente* exterior, antes de inflar, para lograr que las medidas del paquete se estrechen a lo ancho, y se eleven a lo alto. Los dos cilindros interiores pueden tener menor diámetro, o incluso estar desplazados hacia arriba y hacia abajo por ser de menor diámetro. De esta forma jugando voluntariamente con el número de cilindros, con una pequeña desviación entre sus ejes respecto al plano medio y con la tensión de la envolvente deformar el paquete para acercarnos a las medidas requeridas por el proyecto de la obra. Lógicamente también podremos adaptar el entre-eje de los nervios en el proyecto a los anchos de fabricación de las bovedillas.

Otra solución, como hemos dicho, es disponer las *cámaras transversalmente* a la dirección del forjado, diseñando el diámetro y la longitud de los cilindros para adaptarnos a los entre-ejes y cantos requeridos.

En cuanto al tipo de *material plástico* a emplear para las paredes de las cámaras cilíndricas interiores, éste podrá ser muy variado: desde los PVC (Policloruro de Vinilo) blandos utilizados en los hinchables para la playa, hasta PVC más rígidos de bolsas y envoltorios (*blister*) de alimentos, también PE (polietileno), PEHD (polietileno de alta densidad), PET (polietileno tereftalato), PS (poliestireno), ABS (acrilonitrilo butadieno estirenos), PP (polipropilenos), etc. etc. Para la envolvente exterior cualquier tipo de plástico de los utilizados para embalaje en la actualidad servirá: desde los blister transparentes de productos de todo tipo que abundan en supermercados y tiendas, hasta film de empaquetado de ladrillos, sacos de cemento, film de empaquetar botellas de refrescos, etc. etc.

Como podemos ver no caracteriza a la invención el tipo de material plástico empleado, sino la morfología empleada. Tampoco caracteriza a la invención el procedimiento de fabricación que empleemos para las cámaras interiores o la envolvente exterior como son las: técnicas de fabricación por *soldadura* de los colchones inflables partiendo de dos películas o films planos, técnicas de *termoconformado* de las bandejas o blister de alimentos o de productos de todo tipo que encontramos en las tiendas, técnicas de *termoconformado-soplado* de las botellas de refrescos de 1.5

litros, técnicas de *inyección* de pared delgada en moldes, o técnicas de *extrusión-soplado* empleadas con los botes de droguería por ejemplo. Envoltente exterior retráctil por deformación térmica, etc.

Cualquier técnica de las conocidas en el mundo de los plásticos permite cerrar o pegar las cámaras y envoltente exterior, por ejemplo, el *sellado* perimetral de los cilindros en el caso de haberlos fabricado por termoconformado en dos mitades previas puede realizarse por soldadura de *alta frecuencia*, ultrasonidos, termosoldado, pegado, etc..

En el caso de *enlucir inferiormente con yeso* el forjado en lugar de falso techo, otra característica opcional del diseño de las nuevas bovedillas consiste en colocar como base inferior de la envoltente, o simplemente como base a 10 pegar bajo la envoltente, una *lámina ondulada* de material plástico de *mayor espesor* que la envoltente superior y que los laterales de la bovedilla, ya que una vez terminado el forjado deberá recubrirse éste inferiormente con una capa de yeso entre 10 y 15 mm de espesor, para lo cual previamente habrá que *vaciar el aire* de las bovedillas o un reventón fortuito en el futuro haría caer el yeso bruscamente.

Para este caso la lámina o base inferior deberá presentar mayor rigidez que las otras caras de la bovedilla, ya que una vez *desinfladas* las cámaras de aire a presión, en el caso de colgarse una lámpara por ejemplo, podrían producir una deformación y caída de la capa de yeso. Además el gancho de la lámpara no podría anclarse si no disponemos una superficie rígida que soporte el peso de dicha lámpara. Estos dos inconvenientes quedarán solucionados si colocamos como decimos una lámina de mayor espesor y rigidizada a su vez mediante pequeñas ondas, actuando como base o cierre inferior de la envoltente del paquete o bovedilla. Por otro lado las ondas favorecerán el “*agarre*” del *enlucido* de yeso inferior pues hay que pensar que el material plástico no presenta porosidad alguna para que los cristalice del yeso fragüen en dichas porosidades microscópicas trabando ambos materiales.

Opcionalmente también, podrá diseñarse la superficie de la base inferior con *moteado* o resalte superficial de pequeño espesor o bien cepillarse con cepillo de púas, para que al conformar luego las ondulaciones, creemos una trabazón para el yeso y éste se “*agarre*” a las bovedillas y no se desprenda. También podrá solucionarse opcionalmente mediante la pulverización de un moteado o *pintura* continua de “*agarre*” del yeso sobre la superficie de material plástico.

Otro inconveniente que debe resolverse con las bovedillas de poco peso, como le ocurre a las de poliestireno expandido, es el problema de la *flotabilidad* de las bovedillas, que viene originado cuando se introduce sin querer el hormigón licuado por acción del vibrador entre el tablero de encofrado y la parte inferior de la bovedilla. Hay dos maneras de resolver este inconveniente: *Volando* más la base inferior perimetralmente a toda la bovedilla y *clavando* por ejemplo mediante grapadora en dos, tres o cuatro puntos dicha base inferior al tablero de encofrado, o bien prolongando y cubriendo totalmente con la base inferior de la bovedilla la cara inferior de los nervios del forjado, para que al verter el hormigón este “*pisando*” dicha base y la bovedilla no flote (*esta técnica es la empleada con bovedillas de poliestireno expandido montadas sobre encofrado completo de planta*). También podemos colgar el acero corrugado de los nervios con unas “U” que se apoyan sobre las bovedillas y así su peso evita la flotabilidad.

Por otro lado la presente invención resuelve opcionalmente el excesivo coste del transporte y la carga y descarga de bovedillas en la fábrica y en obra, así como el espacio que ocupan en obra las bovedillas, o el vandalismo que a veces sufren estos materiales si no están en lugar cerrado. Hay que observar que con estas bovedillas al final estamos *transportando aire* comprimido a las obras, lo cual es un derroche económico. La solución consiste en transportar a obra las *bovedillas desinfladas* y apiladas unas sobre otras con el mínimo espesor que esto conlleva (*de 22 cm pasamos a 1 o 1,5 cm*), y luego en obra el día que se necesiten colocar en una planta del edificio, inflarlas a pié de obra con un pequeño *compresor* y una válvula de seguridad en la manguera de inflado para hinchar todas a igual presión preestablecida. También será necesario colocar una *válvula* antirretorno del aire o de sellado en cada bovedilla para inflar y no tener que taponar el orificio de inflado con cada una perdiendo tiempo. Todo esto, mientras la grúa sube con la cesta llena de bovedillas, espera a que los operarios coloquen las bovedillas en la planta y baje con la cesta vacía, lo hará el trabajador o peón que hay a pié de obra que dispondrá de tiempo suficiente para inflar las bovedillas del próximo viaje o elevación sin estar de brazos cruzados esperando la llegada del gancho de la grúa para subir otro palet de bovedillas como ocurre actualmente con las de cerámica u hormigón. De esta forma también al constructor no le cuesta, casi una hora y media o dos horas, descargar un camión de 40 palets de bovedillas de las convencionales con tres operarios y un grúa, pues en dos viajes descargará todas las bovedillas que antes descargaría en 40 viajes. Pensemos que de canto 22 cm pasamos a canto 1 cm con las nuevas bovedillas desinfladas, es decir de 22 viajes de grúa pasamos a 1 viaje de grúa, o sea, 2 viajes para descargar un camión. De esta forma también las bovedillas en la obra no ocupan espacio y puede utilizarse más racionalmente o no pagar impuesto municipales de *ocupación de vía pública* durante la construcción. También evitamos el *vandalismo*. Lógicamente transportar en un solo viaje todas las bovedillas de una obra abarata mucho el precio de las mismas, pues además se puede realizar en pequeños camiones o *furgones* y no en trailers de difícil acceso a las obras. Evidentemente también se pueden transportar a obra ya infladas.

Por último como ventaja de las bovedillas de poco peso como las de poliestireno expandido estaría el *ahorro de acero y de hormigón* que el promotor tendría para sus viviendas, ya que la reducción de peso de una bovedilla de cerámica a una de aire comprimido es enorme, a razón de 80 kg/m², lo que supone en acero del orden de 2 kg/m² y en hormigón del orden de 20 lt/m² si contamos la reducción también del tamaño de la cimentación.

Como hemos visto todas estas soluciones constructivas opcionales para el enlucido de yeso, la flotabilidad de las bovedillas, o el transporte de aire en los camiones de suministro, etc., no afecta a la *esencialidad del invento*,

consistente básicamente en la disposición o configuración de una envolvente exterior *paralelepípedica* de plástico y un interior de cámaras cilíndricas de aire comprimido a baja presión de plástico también, con alguna de sus generatrices en contacto lateral y número y disposición de cámaras variable.

5 Las cámaras podrán estar comunicadas a igual presión o ser independientes con *igual presión de inflado*. Lógicamente también pueden tener distinta presión de inflado pero en ese caso habría que inflarlas en fábrica y transportarlas ya montadas.

10 Para evitar fisuras en el yeso entre hormigón del nervio y base inferior, se puede trabar la base de la envolvente al hormigón mediante un *reborde elevado* que se pinzará por el hormigón vertido en obra.

Hay que añadir como ventaja que nuestra bovedilla presenta doble capa o cubierta de material plástico entre cilindros y de envolvente, protegiendo más *contra los pinchazos* y desgarros.

15 Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de sus características, se acompaña a la presente memoria descriptiva, de un juego de dibujos en cuyas figuras, de forma ilustrativa y no limitativa, se representan los detalles más significativos de la invención en una *realización preferente y en varios modos particulares* similares de realización.

Figura 1.- Muestra un vista en perspectiva superior de un conjunto de *tres cilindros* hinchados paralelos y en contacto.

25 Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva superior de los tres cilindros anteriores recubiertos por su *envolvente* y en la parte inferior y separada una tapadera o base inferior *ondulada*.

Figura 3.- Muestra el conjunto anterior ensamblado.

30 Figura 4.- Muestra una sección de los tres cilindros, la envolvente abierta en dos mitades y la base inferior que se *pegará o soldará* a la envolvente.

Figura 5.- Muestra la sección de la bovedilla anterior ya montada, y debajo una bovedilla tradicional cerámica para viguetas a la que se le ha superpuesto la nueva bovedilla inflable para observar que tienen prácticamente *iguales perímetros*.

Figura 6.- Muestra como un pie humano calzado pisa encima de la bovedilla y como *la presión contrarresta su peso*. También se muestra como la presión hace que la pared de los cilindros trabaje a *tracción pura*.

40 Figura 7.- Muestra como un pie humano pisa entre dos cilindros sobre la envolvente, y como aparecen unas *tensiones inclinadas* en la envolvente que soportan el peso del trabajador, además de la propia presión de los cilindros en los lados del calzado.

Figura 8.- Muestra la sección de un *forjado "in situ"* hormigonado.

45 Figura 9.- Muestra la sección de una bovedilla adaptada a forjados de *viguetas armadas*, y como en la tapadera inferior se le ha realizado un rebaje en los laterales para apoyar sobre las viguetas.

Figura 10.- Muestra una perspectiva superior de un modelo de bovedilla con cilindros internos, envolvente perimetral y base que *no sobresale* más allá de la *proyección* vertical de la envolvente.

Figura 11.- Muestra una perspectiva superior de una bovedilla que no lleva base, pero que dispone de unas *tiras* de plástico situadas en sus esquinas cuya parte inferior se *grapará* o clavará al tablero de encofrado.

55 Figura 12.- Muestra la misma perspectiva pero esta vez de una bovedilla cuya base presenta *dos canales* longitudinales situados entre los tres cilindros, que servirán para conducir longitudinalmente los *tubos eléctricos* de la vivienda. También se observa que el *cosido* o sellado entre tapa superior y tapa inferior se realiza por la arista del plano inferior en dos caras laterales y por el borde del plano medio en las otras dos caras transversales o *tester*os.

60 Figura 13.- Muestra una vista en perspectiva transparente de una bovedilla con tapa superior de la envolvente con caída o *faldón vertical* hasta la tapa inferior, con alas que sobresalen de la tapa inferior y topes o labio verticales en sus bordes.

Figura 14.- Muestra la misma vista de la anterior bovedilla, pero esta vez la *envolvente* se lleva *más allá del perímetro* de apoyo sobre los cilindros en sentido longitudinal, para ahorrar hormigón en esta zona al cubrir más volumen la envolvente. Varios taladros pequeños posibilitan meter el dedo y estirar la envolvente antes de hormigonar si ésta estuviera arrugada por haber pisado encima.

Figura 15.- Muestra una perspectiva transparente de cómo se pueden fabricar los cilindros mediante dos tapaderas *termoconformadas en la misma pieza*, y ampliado se observa cómo pueden estar *unidas las tres cámaras* para el llenado por *una sola válvula*, u orificio sellable.

Figura 16.- Muestra una perspectiva superior de la anterior bovedilla a la que se le ha colocado ya la envolvente exterior, y como el *orificio de llenado* está situado en la esquina en un hueco circular dejado en la envolvente.

Figura 17.- Muestra una secuencia de bovedillas, *desinflada* abajo, y como va inflándose hasta llegar a la superior completamente hinchada.

Figura 18.- Muestra un paquete de bovedillas desinfladas, lo que posibilita su *reducido empaquetado* y gran volumen de bovedillas a transportarse a obra en el mismo camión.

Figura 19.- Muestra una perspectiva superior de cómo quedarían las bovedillas de faldón remetido en un forjado *unidireccional* montadas ya en obra, apreciándose en sentido longitudinal la formación de los nervios que recibirán el acero y el hormigón del forjado.

Figura 20.- Muestra una perspectiva superior de un forjado *reticular* de bovedillas con faldón vertical, donde se aprecian los anchos libres habilitados para los nervios en las dos direcciones del espacio.

Figura 21.- Muestra una sección de tres cilindros donde *el central es más pequeño* para que al tensar y apretar la envolvente se deformen los cilindros y se reduzca el ancho de la bovedilla para cubrir cualquier entre-eje y canto de forjado. El acortamiento de la envolvente se realiza sin aire en los cilindros.

Figura 22.- Muestra una sección de otra opción consistente en pequeños cilindros en *dos capas* y su envolvente exterior para alcanzar cualquier ancho y canto de forjado.

Figura 23.- Muestra la misma configuración anterior pero esta vez con los cilindros al *tresbolillo*, quedando con dos chaflanes los laterales externos de la bovedilla.

Figura 24.- Muestra una vista en perspectiva superior de tres cilindros con sus *extremos rehundidos al atar* con un hilo plástico los centros de sus extremos por dentro de cada cilindro. A la derecha como quedará externamente la envolvente bien apoyada y tensada sobre los cilindros.

Figura 25.- Muestra unos cilindros con bases en *bóveda exterior casi plana*, para lo cual será necesario un anillo más grueso de plástico que soporte la tensión de compresión y pandeo que produce la bóveda al tirar de su perímetro. A la derecha como quedará la envolvente.

Figura 26.- Muestra la misma configuración en bóveda plana, pero ahora la *bóveda hacia el interior* y en pared más gruesa para soportar las compresiones y pandeo que produce la presión sobre el material. También incorpora *anillo* en el borde que soportará ahora tracciones y a la derecha se observa la envolvente de lados testers planos completamente.

Figura 27.- Muestra tres cilindros con extremos cerrados a modo de base de ciertos envases de aceitunas o de paquetes de *sal "Ybarra"*. A la derecha como queda su envolvente.

Figura 28.- Muestra cilindros con bases a modo de doble arco y protuberancias en los cuadrantes, con la misma técnica que las bases actuales de las *botellas de "coca-cola"* de 1.5 litros o gaseosas o refrescos de naranja o limón. A la derecha su envolvente de testers planos.

Referente a los dibujos, hay que señalar que muchas de las líneas que aparecen no son en realidad costuras del film de plástico, sino que se trata de líneas auxiliares de dibujo que ayudan a visualizar los volúmenes de los cilindros y envolventes.

Realización preferente de la invención

A la vista de las mencionadas figuras se describe a continuación un modo de *realización preferente* de la invención incluyendo modos particulares o variantes de entre los muchos posibles que son *semejantes*, así como una explicación de los dibujos.

La nueva bovedilla termoplástica hinchable a baja presión consiste en fabricar en primer lugar por *termoconformado* o por termoconformado-soplado, *varias cámaras cilíndricas* (1) internas pegadas unas a otras por su arista media de espesor de pared aproximadamente entre 0,1 y 0,5 mm, y una *envolvente exterior* (2) que se apoyará sobre las partes más sobresalientes de los cilindros, y que le dará el aspecto final de bovedilla de caras más o menos paralelas, con espesores aún menores de pared dada la menor importancia estructural de dicha envolvente. Esta envolvente puede ser enrollada y pegada como un film de empaquetado. Al unir los cilindros por sus generatrices y combinarlo con su envolvente se logra que los cilindros no rueden como troncos al caminar por encima.

Bajo la mencionada envolvente se puede colocar una base (3) de plástico rectangular, que servirá para cubrir de forma continua del mismo material plástico la parte inferior del forjado, base que deberá presentar cierta *rigidez* para soportar la colocación del enlucido yeso de acabado final inferior del techo de la vivienda, así como el peso de las lámparas. Esta rigidez se logrará con mayores espesores de material y sobre todo con *ondulaciones* (4) transversales o bien longitudinales en dicha base y pueden ocupar solamente la parte inferior de la envolvente, o puede incluso ir de fuera a fuera de la base si esta sobresale más allá de la envolvente.

Las cámaras cilíndricas (1) son infladas con aire comprimido entre *0,05 a 1 atmósfera* por encima de la presión ambiente por ejemplo, suficiente para soportar a una persona que pisara en obra sobre la bovedilla. Para soportar el hormigón de la capa de compresión bastaría una pequeña presión de inflado, pero no podemos olvidar que los trabajadores deben poder caminar sobre las bovedillas en obra. El espacio entre cilindros y envolvente estará a la presión ambiente.

La base de la bovedilla (5) podrá estar *pegada* o soldada a la envolvente, *o podría ser incluso* la parte inferior o *tapa inferior* de la propia envolvente como veremos más adelante, no siendo necesario que la envolvente rodee previamente a los cilindros, sino que está cerrada por esta tapa inferior por debajo de la bovedilla. No obstante, esta base (3) tendrá como misión también *evitar la flotabilidad* de las bovedillas al verter el hormigón, ya que este “pisará” sobre las alas de la base contrarrestando la sub-presión de flotación bajo la envolvente en su perímetro inferior lateral (2.1).

Por último dispondrán de unos *topes de desplazamiento* (6) verticales, que servirán para que una bovedilla haga “tope” contra la contigua y las mismas no se desplacen por efecto del hormigonado, manteniendo constante el ancho de los nervios (7) del forjado. Estos mismos topes o bordes de la base podrían *solaparse* sobre los bordes de la siguiente bovedilla contigua, quedando más estanca la superficie plástica por debajo del forjado.

Si observamos la superposición realizada en la figura 5 entre una bovedilla tradicional cerámica (8) y la nueva bovedilla (5) veremos que nos adaptamos perfectamente al perímetro de la bovedilla tradicional, sin que por ello vertamos más hormigón en obra con el nuevo diseño.

En la figura 6 se explica técnicamente como la presión de inflado de la bovedilla contrarresta el peso de una persona que camina sobre el cilindro, y debajo se secciona el cilindro para ver como actúa la presión y como las paredes de los cilindros trabajan a tracción pura únicamente.

En la figura 7 se modeliza la situación en que la persona pise sobre la envolvente entre dos cilindros, y como la pared de dicha envolvente se deformará y apoyará sobre la de los cilindros rígidos contiguos, creando una tensión tangente a su pared cuya componente vertical contrarrestará el peso de la persona.

Al situar las bovedillas en obra como mencionábamos anteriormente, los topes de desplazamiento lateral (6) se apoyarán unos contra otros y se configurará el alojamiento del nervio (7) del forjado, para posicionamiento de su armadura longitudinal (9) y transversal (10). También observamos cómo el hormigón de la capa de compresión (11) es soportado por la bovedilla (5), y cómo este hormigón de obra penetra también bajo la bovedilla en los huecos laterales (2.1).

A la base inferior (2) de la envolvente podemos practicarle unos rebajes rectangulares (12) que servirán para descansar sobre las viguetas “armadas” (13) típicas de obras, todo ello en el caso de usar la bovedilla para forjados de “viguetas y bovedilla” tradicionales, y no para forjados con encofrado continuo de planta con formación de nervios “*in situ*”.

Como variante de bovedilla (14), podemos configurar o fabricar la base inferior (15) (*caso de ser independiente de la envolvente*) para que no sobresalga más allá de la proyección vertical de la envolvente. De esta forma sí contrarrestamos la presión de *flotación* que ejercerá el hormigón, aunque nos veremos obligados a inmovilizar de alguna forma las bovedilla para que no se desplace lateralmente al hormigonar o se vuele por efecto del viento. Un *grapado* de dicha base inferior a los encofrados bastaría para ello entre otras opciones. También los métodos tradicionales de *inmovilizado* (*distanciadores*) de bovedillas de forjados “*in situ*” con encofrado completo de planta bastarán para sujetar nuestras bovedillas. Eventualmente, podemos descansar las armaduras inferiores de los nervios sobre varillas de acero en *forma de U* que descansarán a su vez sobre la parte superior de las bovedillas, evitando que éstas últimas se vuelen por el peso de la ferralla.

Otra opción consiste en no incorporar base a la bovedilla (16), pero debemos dejar unas láminas (17) de plástico colgando por ejemplo de las cuatro esquinas, para que podamos grapar al tablero de encofrado su punta inferior. Observar que dichos retales deberán impedir el desplazamiento lateral al hormigonar, para ello en este caso se presentan triangulares dichos faldones.

Una de las variantes más idóneas será fabricar la envolvente de la bovedilla (18) en dos mitades solamente, situando la costura (19) entre dichas dos mitades en la parte media del perímetro, o incluso descendiendo en los laterales pegados a los nervios para sellar la envolvente por la arista inferior. De esta forma la base (20) podrá ser más rígida que la tapa superior, por fabricarse con mayor espesor de pared, e incluso podrá tener *dos grandes canales* (21) situados entre cilindros consecutivos por donde alojar los tubos de *electricidad* a todo lo largo del forjado. Como estos dos canales (21) son longitudinales, el resto de ondas rigidizadoras de la base (20) serán también longitudinales, debiendo apoyarse

dichas ondas para dar rigidez a la base, en los dos testeros (22) de la bovedilla, de ahí que subamos con la costura (19) entre mitades de envolvente hasta la mitad del canto, formando dos especies de “vigas de canto” (22) de mayor grosor de plástico en ambos testeros, “vigas de canto” que descansarán a su vez o llevarán su carga del peso del enlucido hasta los nervios del forjado. Todo esto parecería innecesario si los cilindros conservaran su presión, pero hay que recordar

5 que antes de aplicar el enlucido *hay que descargar de aire* los cilindros, perdiendo rigidez el conjunto y debiendo confiarla ahora a la base (20) ondulada.

La soldadura en la parte inferior permite el grapado o *clavado del labio* soldado al tablero, sin necesidad de tiras de plástico extras especiales. En el caso de utilizar viguetas con encofrado continuo de planta, este labio permitirá que

10 la vigueta pise sobre la bovedilla para que no se vuele.

Aunque el labio inclinado que sube desde la base quedará pinzado por el hormigón de obra, en caso necesario podremos cepillar las zonas superiores (22.1) del testero, o aplicar una *pintura de agarre* entre hormigón y envolvente en dichas partes redondeadas laterales superiores (22.1) de las “vigas” o testeros de la bovedilla, que garantizarían aún

15 mejor el pegado de la bovedilla al hormigón de obra, o simplemente en estas partes inclinadas redondeadas (22.1) de la envolvente practicar unos taladros a fin de que el hormigón se adhiera al reborde de los taladros y sujete más la bovedilla. Estas mejoras serían sólo opcionales.

En la variante (23) los *faldones* (24) de la mitad superior de la envolvente, *bajan rectos* hasta encontrarse con la base (25), de esta forma impedimos que penetre el hormigón bajo la envolvente ahorrando dicho hormigón innecesario. En este caso dicha base (25) ondulada, presenta topes laterales (6) para posicionamiento respecto con otras bovedillas formando el nervio del forjado propiamente.

Por último en la variante (26), la tapa superior de la envolvente sobresale (27) más allá de las paredes cilíndricas interiores, para no perder hormigón en la junta transversal superior entre bovedillas. El problema resultante es que al quedar volada o hueca internamente la envolvente en dichas aristas, cualquier pisada abollará hacia dentro dicha envolvente. Para solucionar esta o cualquier abolladura se practican unos pequeños orificios (28) a la envolvente para que antes de hormigonar saquemos o enderecemos con el dedo dicha pared de envolvente, pared que aunque no tenga

30 aire a presión debajo, o no se apoye sobre los cilindros, por su forma en escuadra en el borde, sí será capaz de soportar el poco peso de los 5 cm de la capa de compresión aunque no sea capaz de soportar el peso de una persona.

Como hemos dicho anteriormente, los cilindros interiores pueden fabricarse sueltos por termoconformado-soplado, o por termoconformado en dos mitades (29) y sellado posterior perimetral (30), del mismo modo que se cierran los *blister*. En este último caso los dos, tres o cuatro cilindros pueden estar *intercomunicados* (31) por la zona intermedia

35 de soldadura, a fin de que al llenar uno de ellos por su boquilla (32), válvula o tapón, también situada en el plano medio de unión entre las dos bandejas o tapas, llenemos todos los cilindros. La intercomunicación también servirá para que si vaciamos uno de ellos se desinflen o pierdan la presión todos los demás, facilitando el trabajo del yesista.

Esta válvula (32) deberá quedar al descubierto al colocar encima la envolvente, para lo cual dejaremos un *orificio*

40 (33) en dicha envolvente.

Dado que las bovedillas son inflables, podemos *transportarlas a obra desinfladas* (34) para ocupar menos espacio (35), ya que de lo contrario transportaríamos aire y sería un gasto innecesario.

Como hemos definido anteriormente el sistema de bovedillas aquí descrito, es aplicable a los forjados tradicionales *unidireccionales* (fig. 19), tanto “*in situ*” con todo encofrado como de viguetas con sopanda, y también en forjado *reticulares* (fig. 20). En el caso de los unidireccionales, los nervios (36) discurren en una sola dirección y quedan configurados entre bovedilla y bovedilla, y en el caso de los reticulares, los nervios se disponen en ambas direcciones del espacio (37 y 38), configurando en los laterales de dichas bovedillas estos nervios longitudinales (37) y transversales

50 (38). Para ello, en los reticulares, la bandeja inferior ondulada podría tener su reborde (39) sobresaliendo en los cuatro lados con unos topes levantados en los extremos para equidistanciarse de las otras bovedillas. Los topes son necesarios porque la lámina inferior será fina y se montaría sobre la lámina contigua.

Si queremos que la bovedilla resultante sea más estrecha para igual canto por ejemplo, podremos hacer el cilindro central (40) de *menor diámetro*, de manera que al tensar la envolvente (41), las bovedillas se deformen y alarguen la bovedilla central hasta hacer tangente (42) por arriba y por abajo con la envolvente. De esta forma conservando el canto habremos logrado hacer más estrecha la bovedilla para adaptarnos a las exigencias estructurales o entre-ejes del forjado. Lógicamente será más fácil primero introducir los cilindros desinflados dentro de la envolvente, y al inflarse éstos, dicha envolvente les obligará a tomar la forma mencionada.

60 Con una idea similar podemos hacer cilindros de *menor diámetro* y *apilarlos* (43) unos sobre otros, logrando cualquier configuración de canto y ancho. También podremos hacer chaflanes (44) inclinados en los laterales de la bovedilla si colocamos al tresbolillo la fila superior, es decir un cilindro (45) entre cada dos inferiores (46). Si el faldón inferior es recto no daremos *tensión* a la envolvente, si la envolvente abraza incluso por debajo podremos dar

65 tensión a la envolvente.

Para disminuir el *exceso de hormigón* en el redondeo en los extremos longitudinales o testeros de las bovedillas (*recordemos que llamamos longitudinal a la dirección de los nervios del forjado unidireccional*) podemos *unir los*

centros de los casquetes (47) con una tira o cordel de plástico interno que rehundirá dichos extremos quedando la envolvente (48) con una zona completamente plana en el centro de los testeros de las bovedillas.

Otra solución es dejar los casquetes con forma de *bóveda plana* (49), con *anillo* rigidizador (50) perimetral trabajando a compresión realizado con un espesor mayor de plástico o anillo postizo que aguante el pandeo. Con esta solución los testeros (51) de la envolvente final quedarán con menor curvatura o lo más paralelepípedicos posible. Si la bóveda la realizamos hacia el interior (52) del cilindro, al trabajar su pared a compresión debemos regruesar su espesor para que no pandee, colocando también el anillo (53) perimetral de refuerzo, esta vez trabajando a tracción por lo que será mas fino. Con esta solución la envolvente final tendrá forma completamente plana (54) en los testeros.

Basándonos en diferentes soluciones de la industria del embalaje, podemos cerrar los extremos de los cilindros del mismo modo que ciertos envases de aceitunas que podemos encontrar en los supermercados, o de *paquetes de sal* de la marca "Ybarra". En este caso los extremos son cilíndricos verticales (55) y la envolvente adquiere la forma plana (56) en dichos testeros. Estos envases se fabrican partiendo de bovinas de plástico soldados en plano, de forma que al inflarlas o llenarlas adquieren forma cilíndrica en los extremos.

Por último podemos basarnos en la solución de las bases (57) de las *botellas de refrescos* gaseosos actuales, que mediante el cruce de "cuartos" de *anillos radiales curvos* (58) (*en nuestro dibujo hay cuatro aunque en la realidad se utilizan casi siempre cinco*), se logra soportar la presión del gas interior de unas 2 atmósferas, y recreciendo los cuadrantes (59) con abombamientos o prominencias adecuadas de las paredes, lograr una base plana para el apoyo de las botellas en posición vertical. Es difícil representarlo gráficamente dado que todas las aristas son redondeadas, por lo que hemos realizado el esfuerzo de hacerlo con aristas vivas, aunque la visión al natural de las botellas de refrescos de 1.5 litros de los supermercados aclarará cualquier duda. Obsérvese que la envolvente (60) quedará también muy plana en los testeros, lográndose una bovedilla con caras lo más paralelas posibles para menor gasto de hormigón.

Desde la figura 24 a la 28 se ha representado la envolvente sin faldón (61) inferior vertical en los dos laterales junto a los nervios, pero es evidente que todas podrían llevar dicho faldón recto hasta la base.

Como ya hemos mencionado, antes de aplicar el enlucido de yeso o mortero de remate final de obra, deberán *desinflarse* las bovedillas para evitar que con el tiempo, un reventón de una de las cámaras cilíndricas, reviente también el enlucido y caiga sobre las personas. El método a utilizar para el desinflado podrá ser variado, como por ejemplo mediante un pequeño *tapón* con cordel colgante para tirar de él cómodamente el yesista. También mediante un pequeño orificio con *cinta* adhesiva que lo tapona cuyo extremo cuelga del techo y que el yesista retira tirando antes de aplicar el yeso. O bien mediante *tetón* inflado que deberá pinchar el yesista para dejarlo flácido y poder aplicar el yeso, tetón que deberá quedar plegado en la fase de construcción del forjado con ayuda de la fuerza hacia abajo del grapado de la bovedilla o con el propio peso de la bovedilla, pero que al retirar el encofrado inferior deberá sobresalir hacia abajo estorbando al yesista. Por último lo más fácil podrá ser mediante "*pinchado*" de las cámaras cilíndricas con aguja o clavo colocado en la punta de una varilla larga, que el yesista desde el suelo irá pinchando en las bovedillas para vaciarlas.

Obsérvese que al vaciar el aire comprimido de las bovedillas, la bandeja inferior o la mitad inferior de la envolvente deberá tener *rigidez suficiente* para permitir aplicar el enlucido sin hundirse ni deformarse e incluso soportar lámparas, de ahí que deba ser ondulada para ganar rigidez como dijimos. Esta ondulación inferior servirá a su vez para el *agarre del enlucido*, que podrá favorecerse mediante el raspado inferior en fabricación de la base ondulada, o mediante la aplicación de una pintura adherente o pintura tipo "gotelé", o también las ondulaciones podrán tener forma de cola de milano.

Aunque en los dibujos se han representado los cilindros *orientados* longitudinalmente, es evidente que pueden orientarse *transversalmente* también, siendo en algunos casos de ancho especial más interesante que la orientación longitudinal de dichos cilindros.

También hay que añadir que podrían sustituirse los cilindros por *esferas* de igual diámetro pues igualmente sus paredes trabajarían sólo a tracción pura, pero el inconveniente sería que la envolvente apoyaría en menos puntos haciendo incómodo el caminar sobre estas bovedillas.

El material ideal a utilizar sería un *plástico de termoconformado o termoconformado-soplado* como dijimos, que por lo general será un termoplástico aunque eventualmente podría utilizarse un termofijo. Los plásticos de termoconformado son polímeros orgánicos de cadenas largas y aunque la lista es enorme, los más usados y por tanto baratos son los llamados "*plásticos de gran volumen*", que entre otros tenemos: polietileno tereftalato (PET), polietileno (PE), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), o poliestireno (PS). Cualquiera de estos a su vez es susceptible de incorporar "cargas" o fibras para aumentar su rigidez, resistencia u otras propiedades.

Por último, hay que añadir, que no altera la esencialidad de esta invención las variaciones en materiales plásticos de los cilindros, envolvente o base, forma, tamaño y disposición de todos los elementos componentes de las bovedillas, así como su adaptación a los diferentes forjados "*in situ*" o sobre viguetas existentes en la actualidad, estando todo ello descrito de manera ilustrativa y no limitativa, y bastando ésta descripción a partir de ahora para su reproducción por un experto.

REIVINDICACIONES

1. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, **caracterizada** porque comprende varias cámaras cilíndricas internas y una envolvente externa, realizadas en material termoplástico con pequeños espesores de pared, cuyas cámaras cilíndricas internas se inflan con aire comprimido de forma que sus paredes trabajando sólo a tracción soportarán el peso de los trabajadores, y a su vez, la envolvente externa apoyada sobre dichos cilindros soportará el escaso peso del hormigón de la capa de compresión hasta su fraguado.

2. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque la propia parte inferior o tapadera inferior de la envolvente es de mayor espesor y presenta ondulaciones que la rigidizan, pudiendo sobresalir, según diseño, más allá de los laterales de la bovedilla o más allá del faldón vertical de la tapadera superior de la envolvente, sirviendo de tope de distanciamiento con otras bovedillas contiguas y para que el hormigón la “pise” y no flote la bovedilla durante el hormigonado.

3. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque comprende en la parte inferior una base termoplástica de mayor espesor de pared y rigidizada con ondulaciones, pegada o soldada a la envolvente de la bovedilla, que podrá sobresalir según diseño más allá de la proyección vertical de la envolvente.

4. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque de las caras laterales cuelgan bandas pequeñas de plástico que servirán para el grapado o clavado de las bovedillas al encofrado de madera para que no se muevan o vuelen.

5. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque las cámaras cilíndricas infladas a presión podrán estar comunicadas entre sí para que sólo sea necesario un inflado o desinflado para el conjunto de cilindros.

6. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque las cámaras cilíndricas interiores pueden tener diferentes diámetros entre ellas, no ser coplanarios sus ejes, estar dispuestas en dos capas, o incluso estar colocadas al tresbolillo en este último caso.

7. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque las bases o extremos de las cámaras cilíndricas interiores pueden tener formas con arcos y prominencias a modo de fondo de botellas de refrescos gaseosos tipo “cola-cola” para disminuir el redondeo de sus extremos y permitir que la envolvente tome forma de estas caras opuestas lo más paralelas posible.

8. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque las bases o extremos de las cámaras cilíndricas pueden tener formas de bóvedas planas exteriores o interiores con anillo para disminuir el redondeo del extremo y permitir que la envolvente tome forma lo más paralelepípedica posible en estas caras.

9. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque las bases o extremos de las cámaras se fabrican partiendo de bovinas de plástico soldadas en plano, de forma que al inflarlas adquieren forma de cilindro en los extremos a modo de ciertos envases alimenticios de los supermercados como los paquetes de sal de la marca “Ybarra”.

10. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque antes de aplicar el enlucido se desinflan las bovedillas pinchando o destaponando las cámaras cilíndricas.

11. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 2ª ó 3ª, **caracterizada** porque la base ondulada inferior podrá tener rugosidad por raspado, por aplicación de pintura, o por presentar colas de milano, para posibilitar el agarre directo de los enlucidos.

12. Bovedilla termoplástica hinchable a presión con cámaras cilíndricas internas y envolvente externa para forjados unidireccionales o reticulares, según reivindicación 1ª, **caracterizada** porque los cilindros interiores hinchables pueden sustituirse por esferas hinchables cuyas paredes igualmente trabajarán a tracción pura y por tanto serán de pequeño espesor, disponiéndose igualmente de una envolvente exterior que se apoyaría sobre dichas esferas.

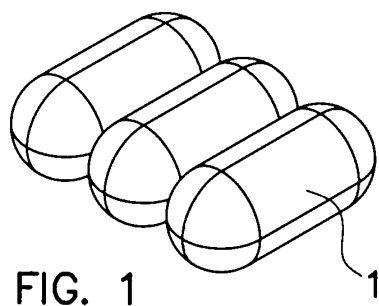


FIG. 1

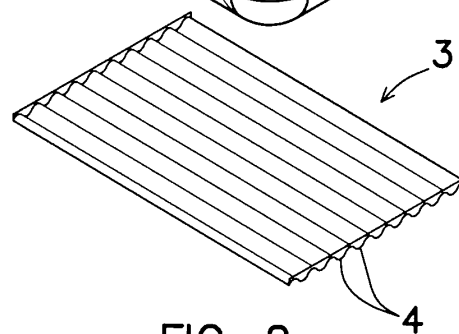
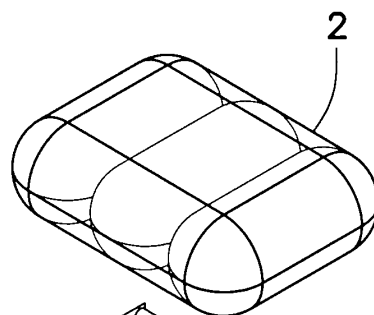


FIG. 2

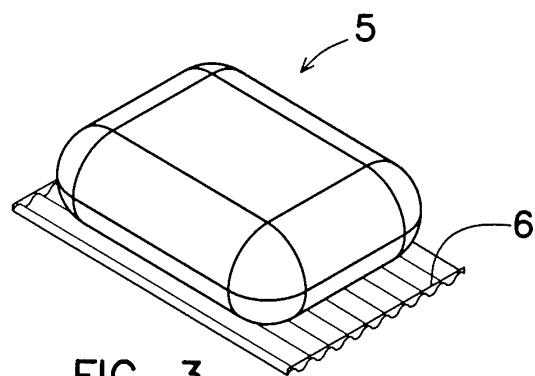


FIG. 3

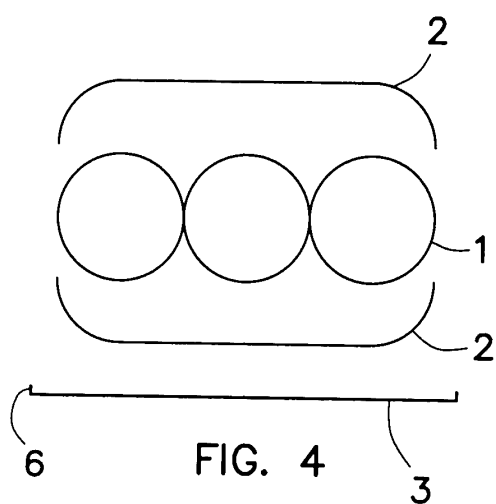


FIG. 4

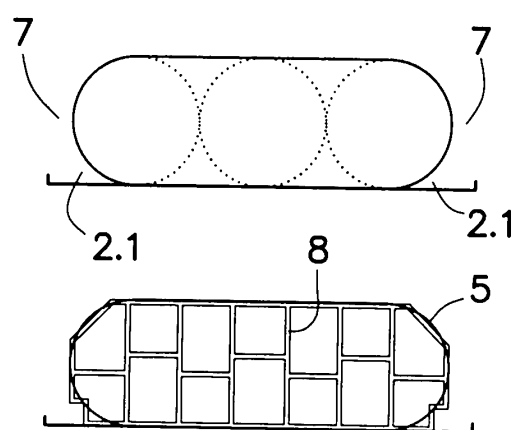
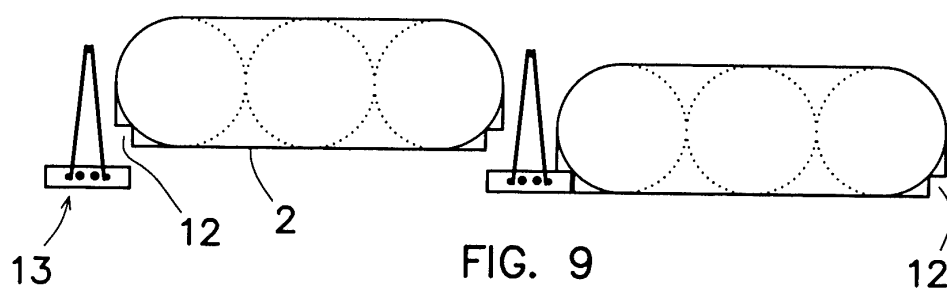
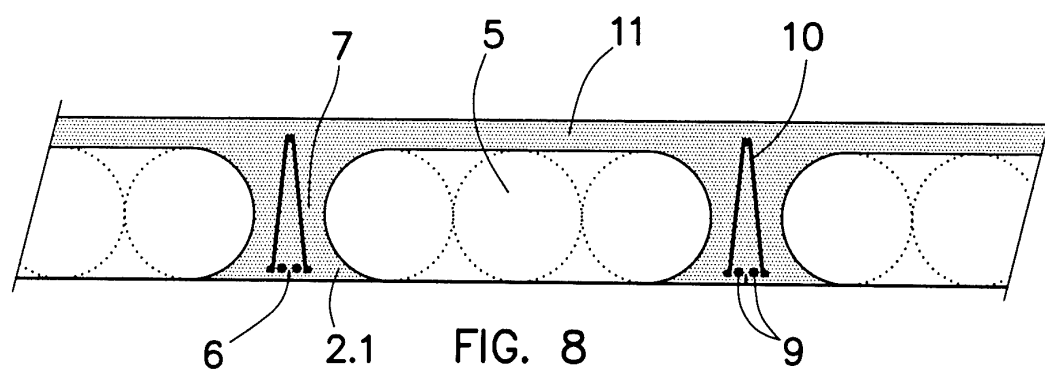
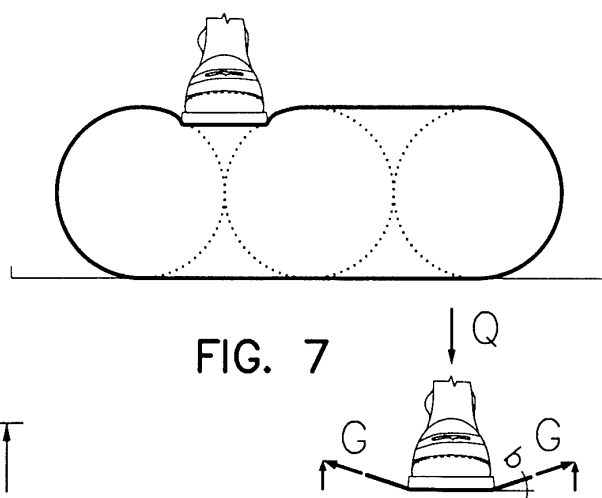
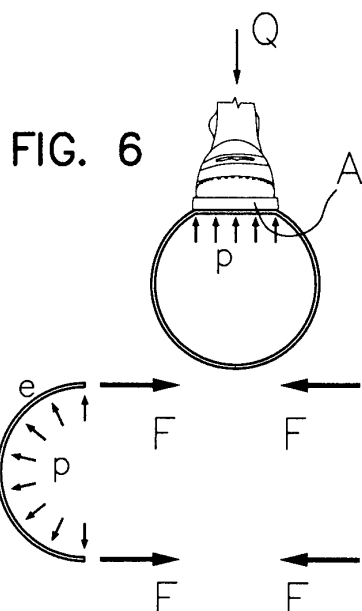
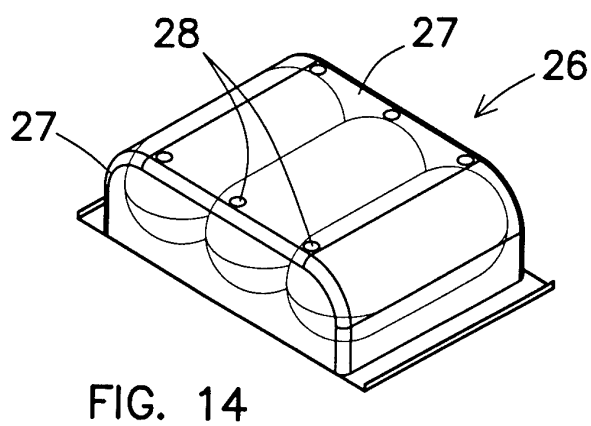
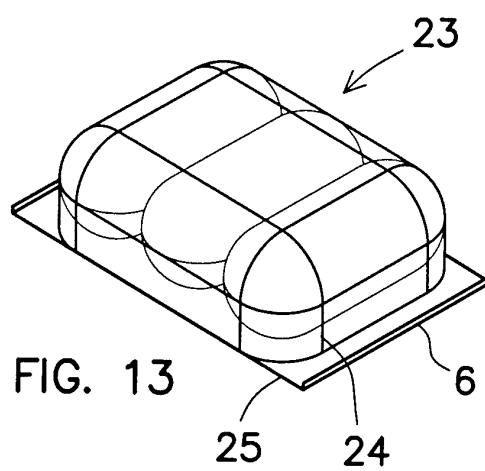
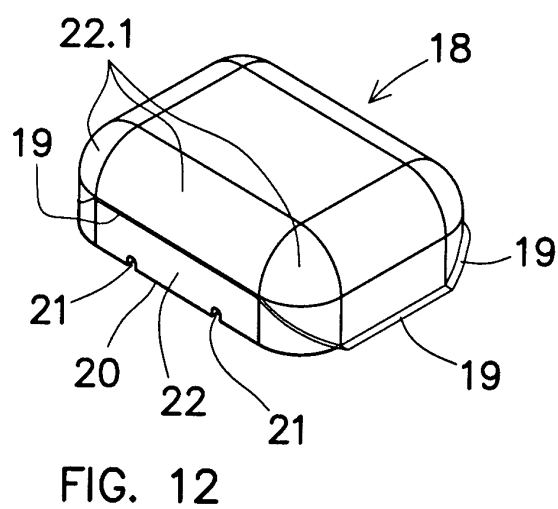
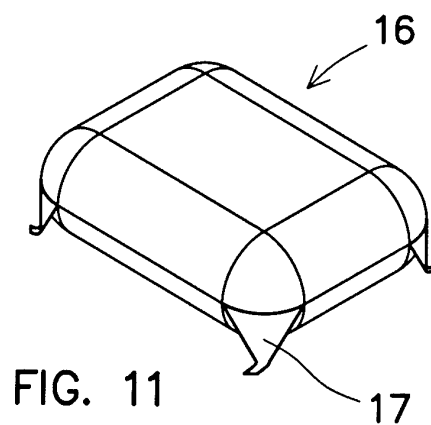
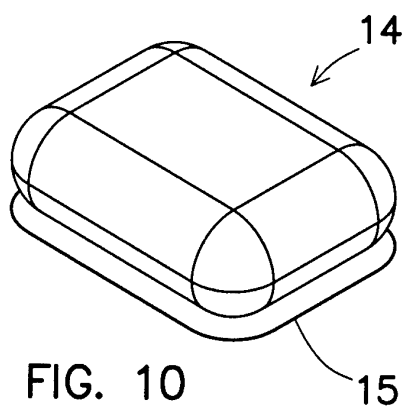
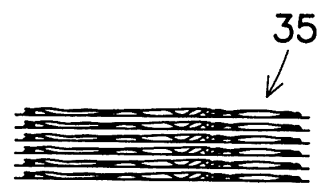
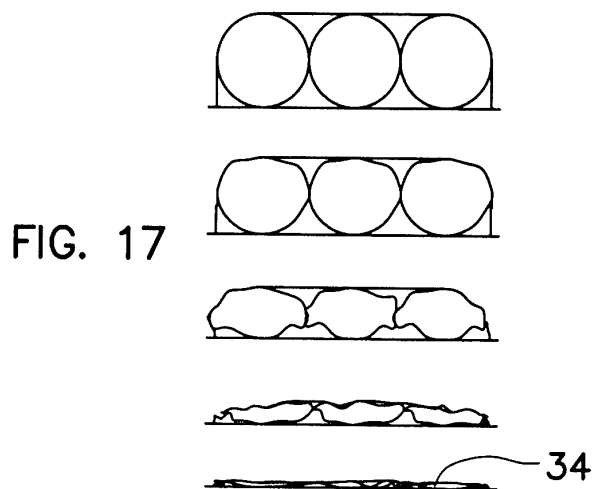
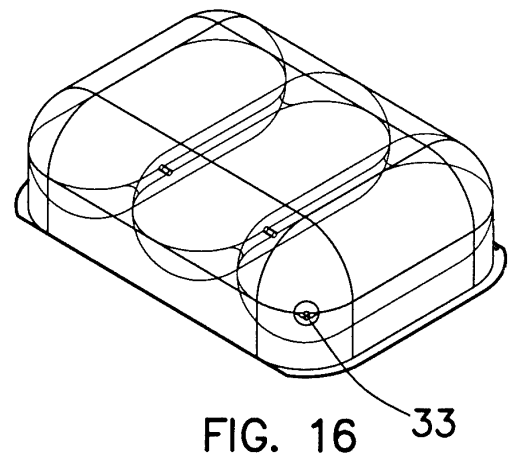
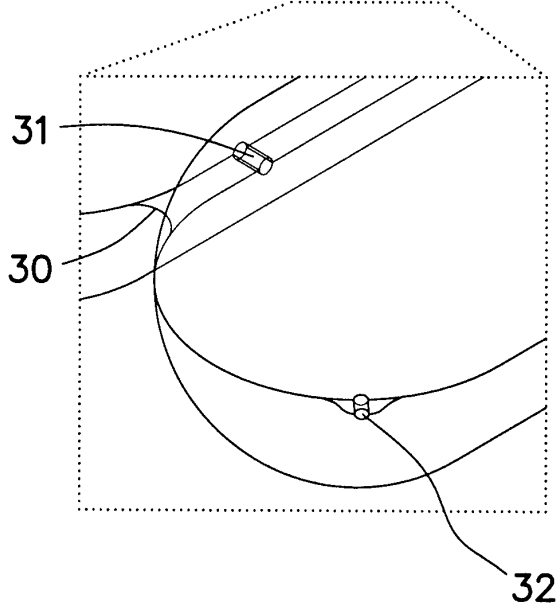
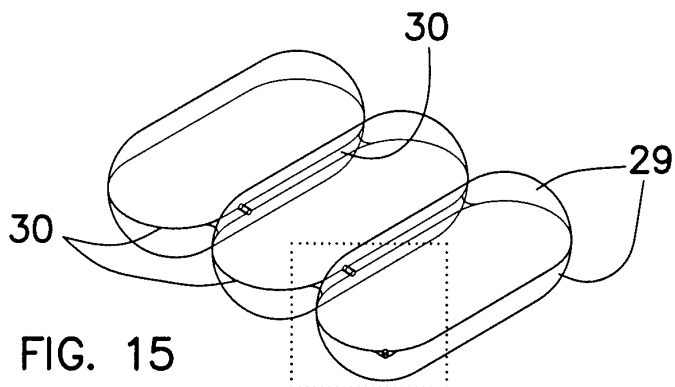
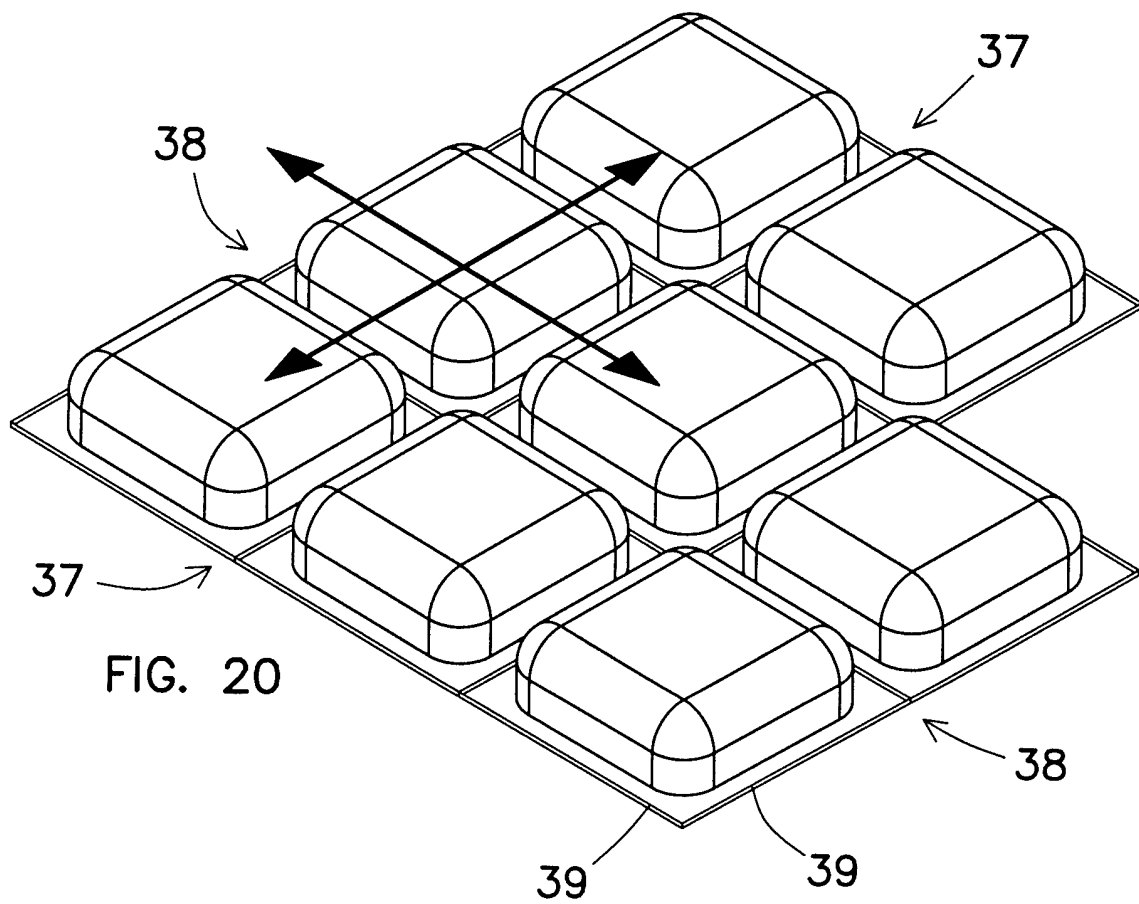
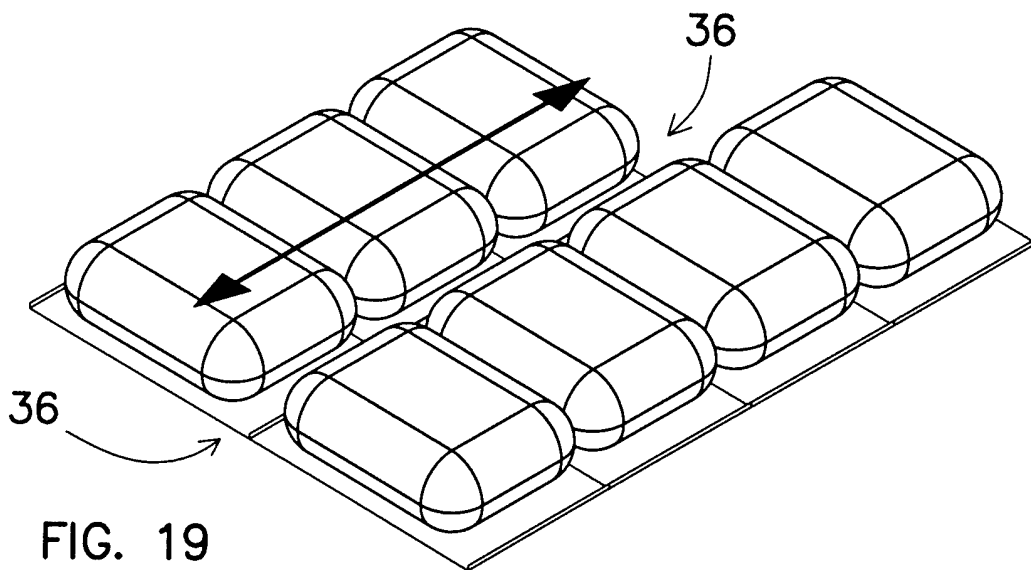


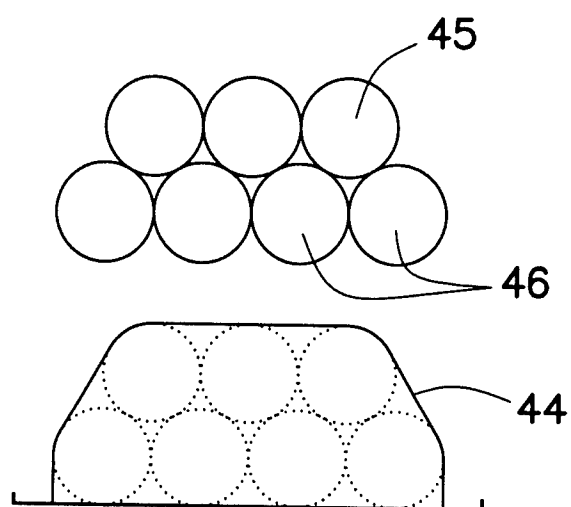
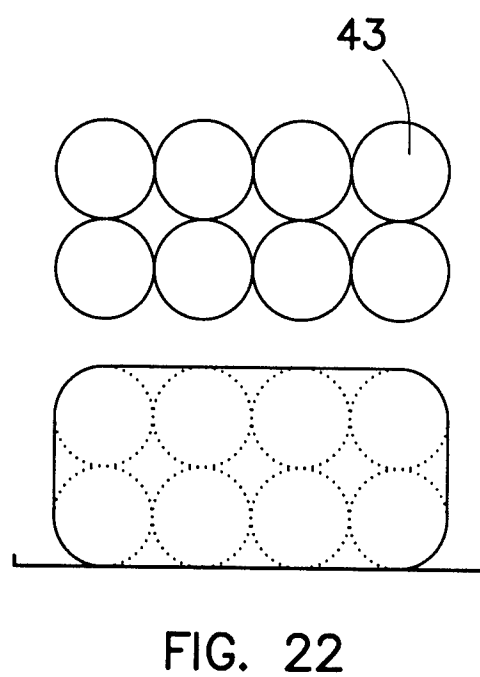
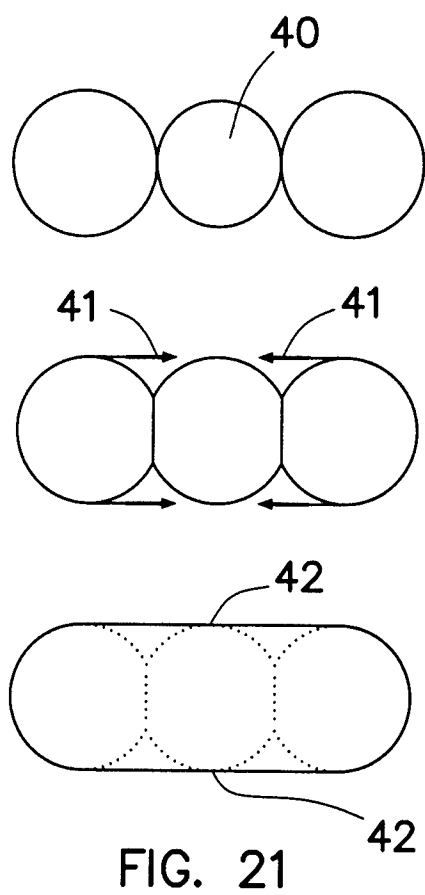
FIG. 5

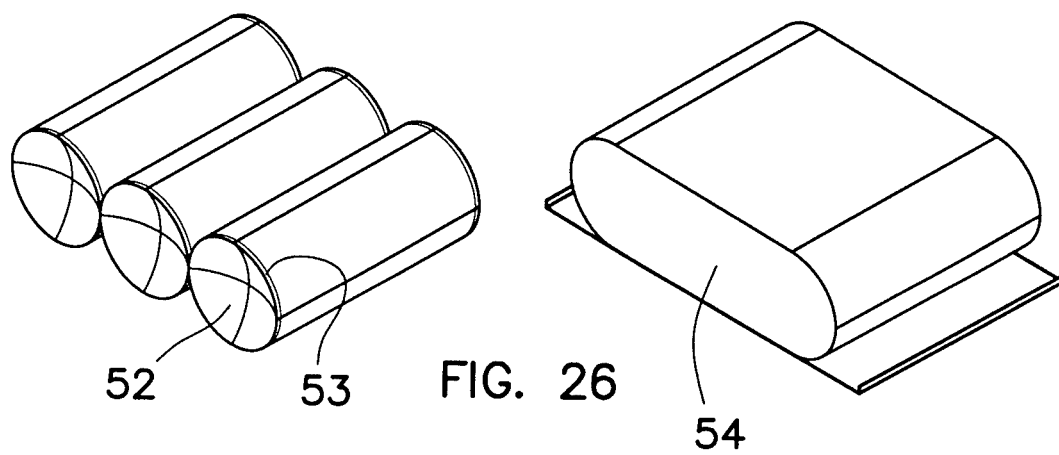
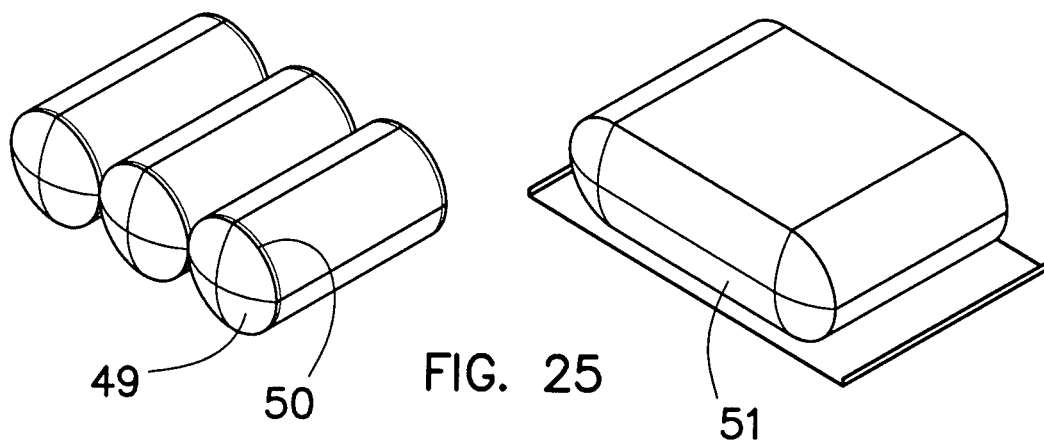
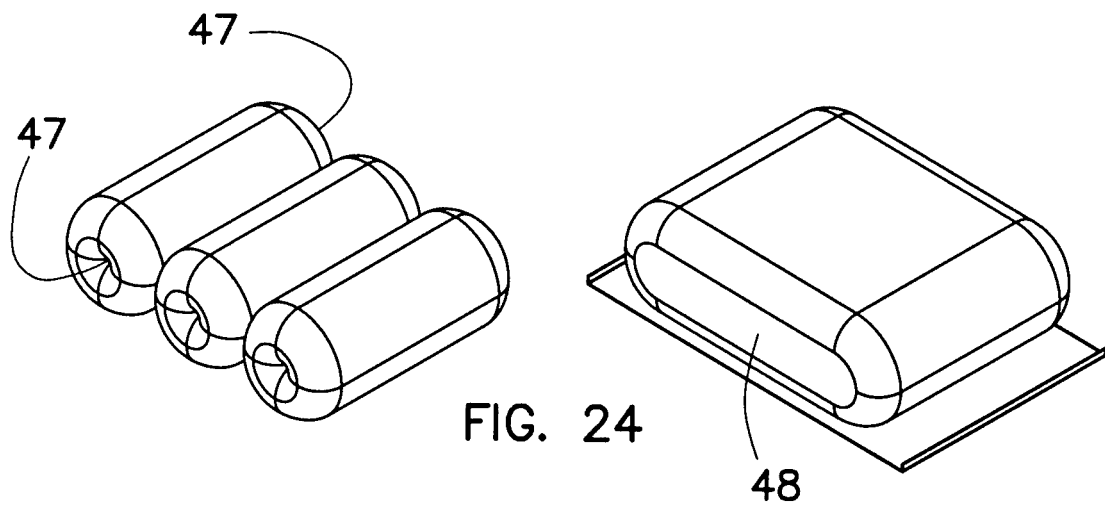












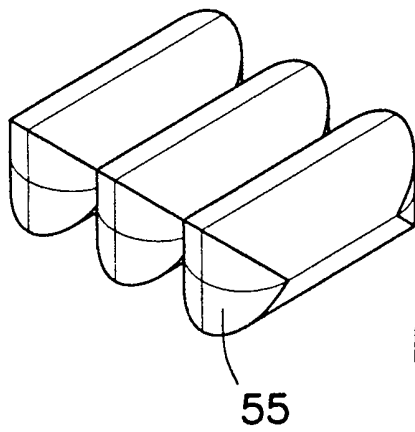


FIG. 27

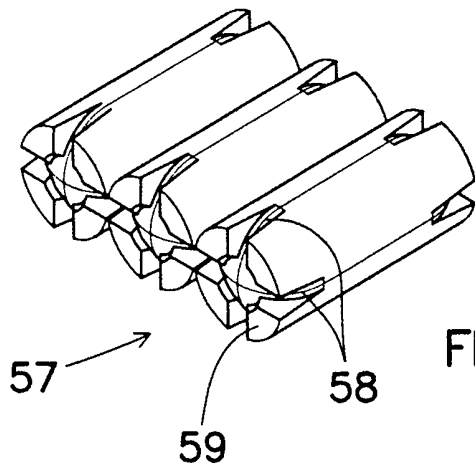
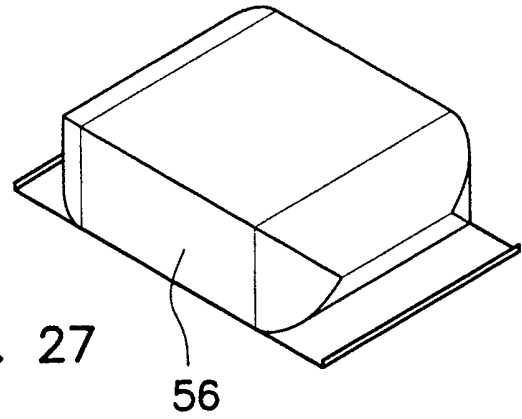
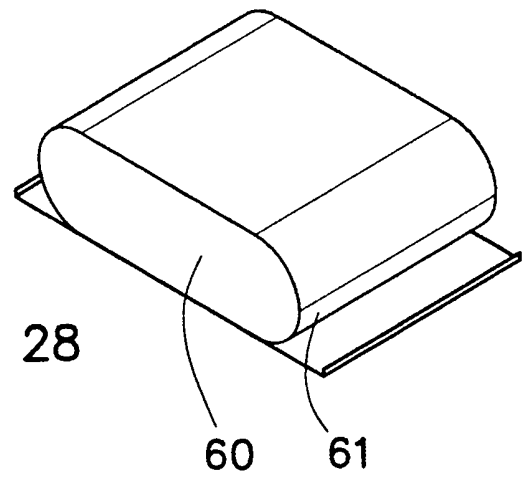


FIG. 28





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 293 781

⑫ Nº de solicitud: 200501571

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 28.06.2005

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	FR 2088097 A5 (EPIS MICHELLE) 07.01.1972, todo el documento.	1,10 5,12
X	FR 2607852 A1 (LEVIEL JEAN LUC) 10.06.1988, figuras 1,5.	1,6
Y	WO 0047381 A1 (BIDE STEPHEN) 17.08.2000, todo el documento.	5,12
A	ES 2014700 A6 (JURADO MORENO ALFONSO; GARCIA PEREZ SANTIAGO) 16.07.1990, todo el documento.	1-3,11
A	GB 458625 A (CHARLES BERNARD MATHEWS; JOHN GOLDWELL AMBROSE) 23.12.1936, todo el documento.	1,6,10
A	ES 338848 A1 (FERNANDEZ IGLESIAS) 16.04.1968, todo el documento.	1,4,10
A	US 3973749 A (FRIEDL et al.) 10.08.1976, figuras 3,4.	5,6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

20.02.2008

Examinador

S. Fernández de Miguel

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

E04G 11/04 (2006.01)

B28B 7/32 (2006.01)

E04B 5/32 (2006.01)