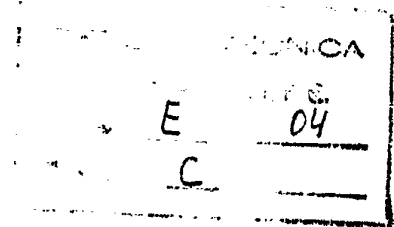




356391



P A T E N T E  
D E  
I N V E N C I O N

por "SISTEMA ESTRUCTURAL LAMINAR PARA EDIFICACIONES", a favor de la firma española NADAL, DE LEW INTERNATIONAL INGENIEROS CONSULTORES, S.A., domiciliada en BARCELONA Rosellón, núm. 283 - bis.

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a un sistema estructural laminar para edificaciones.

Las estructuras laminares construidas con diversos materiales (hormigón armado, pretensado, acero, etc.) son del dominio práctico de la construcción desde hace muchos años y existe gran cantidad de literatura técnica sobre variados aspectos del particular. Se entiende en general, desde el punto de vista estructural, como lámina, todo



sólido de tres dimensiones definido por una superficie media, y cuyo espesor es muy pequeño, tanto respecto a las demás dimensiones de la estructura como respecto a sus radios de curvatura.

5. Es clásico plantear la determinación del estado de tensiones de una lámina, correspondiente a una cierta hipótesis de acciones exteriores, bien por el método directo (Cauchy) o por el indirecto (Saint Venant), pero frecuentemente no es posible resolver el sistema de ecuaciones en derivados parciales, siendo obligado recurrir a modelos reducidos o bien a establecer hipótesis simplificadoras, consistentes con frecuencia en despreciar las flexiones de lámina y conservando sólo los esfuerzos de membrana, sólo aceptable en determinados casos. Esta simplificación es aún menos admisible, cuando, en relación, con el material de que se trate el espesor de membrana es notablemente pequeño (del orden de 0,5 a 2 ó 3 milímetros en el acero, por ejemplo), especialmente en los casos de simple curvatura, pues las deformaciones debidas precisamente a los efectos despreciados, son de tal entidad que alteraría substancialmente la forma y el estado de tensiones. La variación de curvatura, consiguiente a la deformación, alteraría de nuevo las flexiones, como acción secundaria, con lo que se producirían fenómenos de inestabilidad sumamente complejos que obligan a adoptar coeficientes de seguridad elevados, desvirtuando la economía alcanzable tan sutil.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



- En la presente invención se ha proyectado y concebido el desarrollo del cálculo de una estructura de cubierta en que las flexiones de membrana son transmitidas a una sucesión de elementos, dispuestos, dimensionados y ligados a la lámina exclusivamente para tal fin. En el caso citado, la superficie de la membrana es de revolución, pero su aplicación es general para cualquier superficie  $f(x^n, y^n, z^n)$  o sea, aplicable a cualquier membrana de simple o doble curvatura.
- 5.
10. Aparte de prever estos elementos de conformación o "cuadernas" para tal exclusivo fin, pueden asignarsele otras funciones, en láminas en que resulte forzoso absorber por vigas de borde, las torsiones derivadas del hecho de que la resultante de las acciones exteriores se aleje con exceso, en alguna hipótesis de carga, del centro de torsiones de su sección. En tal caso, las "cuadernas" sirven además para transmitir a la lámina la resistencia de las vigas de borde al par torsor.
- 15.
20. Otra función frecuente de las "cuadernas", será la siguiente: cuando la forma de la lámina y las acciones exteriores sean tales que determinen un estado de compresión en uno o varios bordes libres de la membrana, será preciso evitar su pandeo. En tal caso, habrá que reforzar el borde en cuestión con un cordón, cuya esbeltez sea adecuadamente pequeña. El enlace de las cuadernas con el borde, reduce la longitud de pandeo a la que corresponde al distanciamiento entre tales enlaces.
- 25.



En cuanto precede y en las reivindicaciones consecuentes, se hace referencia a "momento de lámina" como el que tiene su eje en el plano elemental de membrana que se considere.

5. Con el fin de facilitar la explicación, se acompaña a la presente memoria descriptiva de una lámina de dibujos en la que se ha representando un caso de realización que se cita a título de ejemplo.

10. En los dibujos:

La figura 1, corresponde a la representación gráfica del diagrama de fuerzas.

15. La figura 2, es una perspectiva de la estructura laminar.

La figura 3, muestra un detalle en sección de la cuaderna.

20. Haciendo referencia a las figuras, se aprecia en su realización los apoyos o cunas de la lámina  $A_1, A_2$ . Vigas de borde  $B_1, B_2$ . La lámina de acero, L, cuya forma responde a la ecuación  $f(z,y) = 0$ . (cilíndrica). Cuadernas C, en contacto y enlazada con la lámina. Centro de torsión  $C'$ , de la sección conjunta de la lámina y vigas de borde. Por "O", se representa el encuentro de las secciones de las vigas de borde, las cuales son rectangulares muy alargadas.

25.

Se supone, en este caso, que las cuadernas dividen



la lámina en ocho campos. En cada uno de ellos, las acciones exteriores seguirán una determinada ley en el sentido de la curva. Para simplicidad de exposición, se admite que las acciones exteriores en un módulo estan representadas por una serie de fuerzas,  $\vec{1}, \vec{2}, \vec{3}, \dots, \vec{n}$ , con una resultante general  $R$ , cuya línea de acción pasa a una distancia  $\vec{r}$ , del centro de torsión  $C$ . Se admite asimismo la hipótesis de Navier, en el supuesto de que la deformación de las cuadernas sea despreciable.

5.

10. En tales condiciones, el análisis de tensiones se puede hacer por el estudio de las flexiones según los ejes principales de inercia de la sección y por la torsión  $\vec{R} \wedge \vec{r}$  aplicada.

15.

Se dispone, pues, de vigas de borde, aptas para resistir acciones en sus planos. Estos se sortan según una arista  $O$ . Se compensa el par torsor en cada módulo  $\vec{R} \wedge \vec{r}$ , por el momento igual y de signo opuesto, de una fuerza  $\vec{B}$ , normal a  $\overline{OC'}$  y pasando por  $O$ , cuya magnitud y sentido quedan así fijados.

20.

Se descompone la fuerza  $\vec{B}$  en otras dos  $\vec{B}_1$  y  $\vec{B}_2$ , actuando en las líneas de acción  $\overline{OB}_1$  y  $\overline{OB}_2$ . Estas fuerzas son las reacciones de las vigas de borde sobre las cuadernas, que anulan la torsión.

25.

Para el cálculo de las cuadernas, supuesto un módulo aislado por dos planos normales a la lámina, medios entre dos cuadernas sucesivas, las tensiones de las cuadernas



se obtendrán por la consideración de las siguientes fuerzas, todas conocidas, que en su proyección sobre la sección transversal, al que son paralelas, forman un sistema en equilibrio.

5. 1º Las acciones exteriores sobre el módulo, actuando según una determinada ley, las cuales se han substituído por la serie de fuerzas  $\vec{1}, \vec{2}, \vec{3}, \dots, \vec{n}$ .

10. 2º La diferencia de esfuerzos cortantes entre una y otra sección de corte. La ley de variación de éstos a lo largo de la sección, es conocida y serán en todo caso tangentes a la lámina.

3º Los esfuerzos, exteriores para la lámina,  $\vec{B}_1$  y  $\vec{B}_2$ , según los planos de las vigas de borde.

15. Hechas las comprobaciones locales, podemos suponer que a efectos del cálculo de la cuaderna, todas estas fuerzas actúan en su plano medio. Por cualquier procedimiento gráfico o analítico, determinamos la ley de momentos en la cuaderna, lo que permite su dimensionado, calculando a continuación su de  
20. formación, que sirve para asegurar que el aceptar la hipótesis de Navier fué correcto.

25. Para el cálculo de las vigas de borde, se preve que estarán sometidas a las tensiones que las correspondan, de tracción compresión y esfuerzo cortante, debidas a la flexión general de la lámina de cuya sección forma parte y además, a las acciones respectivas  $-\vec{B}_1$  y  $-\vec{B}_2$ , canalizadas por las cuadernas.



Se debe determinar, en las piezas o zonas comprimidas de dichas vigas, el coeficiente de pandeo transversal (en lo que juega la separación entre cuadernas) y se estará en condiciones de comprobar la sección a ellas asignadas.

5. Los complementos de cálculo, lo constituyen distintas comprobaciones locales de posible pandeo de lámina en zonas comprimidas, de remaches de enlace a las cuadernas, etc.

10. La invención, dentro de su esencialidad, puede ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo en la descripción y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba. Podrá, pues, construirse en cualquier forma y tamaño, con los materiales y medios mas adecuados, por quedar todo
15. ello comprendido en el espíritu de las reivindicaciones.



N O T A

Hecha la descripción del presente invento, lo que se declara como nuevo y de propia invención, comprende las reivindicaciones siguientes:

5. 1. Sistema estructural laminar para edificaciones caracterizado esencialmente por el hecho de que los "momentos de lámina" son absorbidos por una sucesión de elementos solidarios a la lámina, actuantes de costillas o cuadernas, con momentos resistentes suficientes y la rigidez necesaria para evitar unas deformaciones tales que los efectos secundarios  
10. tengan trascendencia apreciable.

15. 2. Sistema, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que se reduce la longitud de pandeo de los bordes libres de la lámina, comprimidos en alguna hipótesis de carga, al enlazar los extremos de las cuadernas con los cor-dones de borde de la lámina.

20. 3. Sistema, según la reivindicación 1, caracterizado porque facultativamente las cuadernas realizan función de enlace mecánico entre vigas de borde y entre éstas y la lámina, para resistir las torsiones derivadas de una distancia excesiva en-



tre la resultante de las acciones exteriores y el centro de torsión.

4. Sistema estructural laminar para edificaciones.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 9 hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara, acompañadas de los dibujos reglamentarios.

Madrid, a

15 Jul. 1968

p.a.



Firmado: JOSÉ RODRIGUEZ

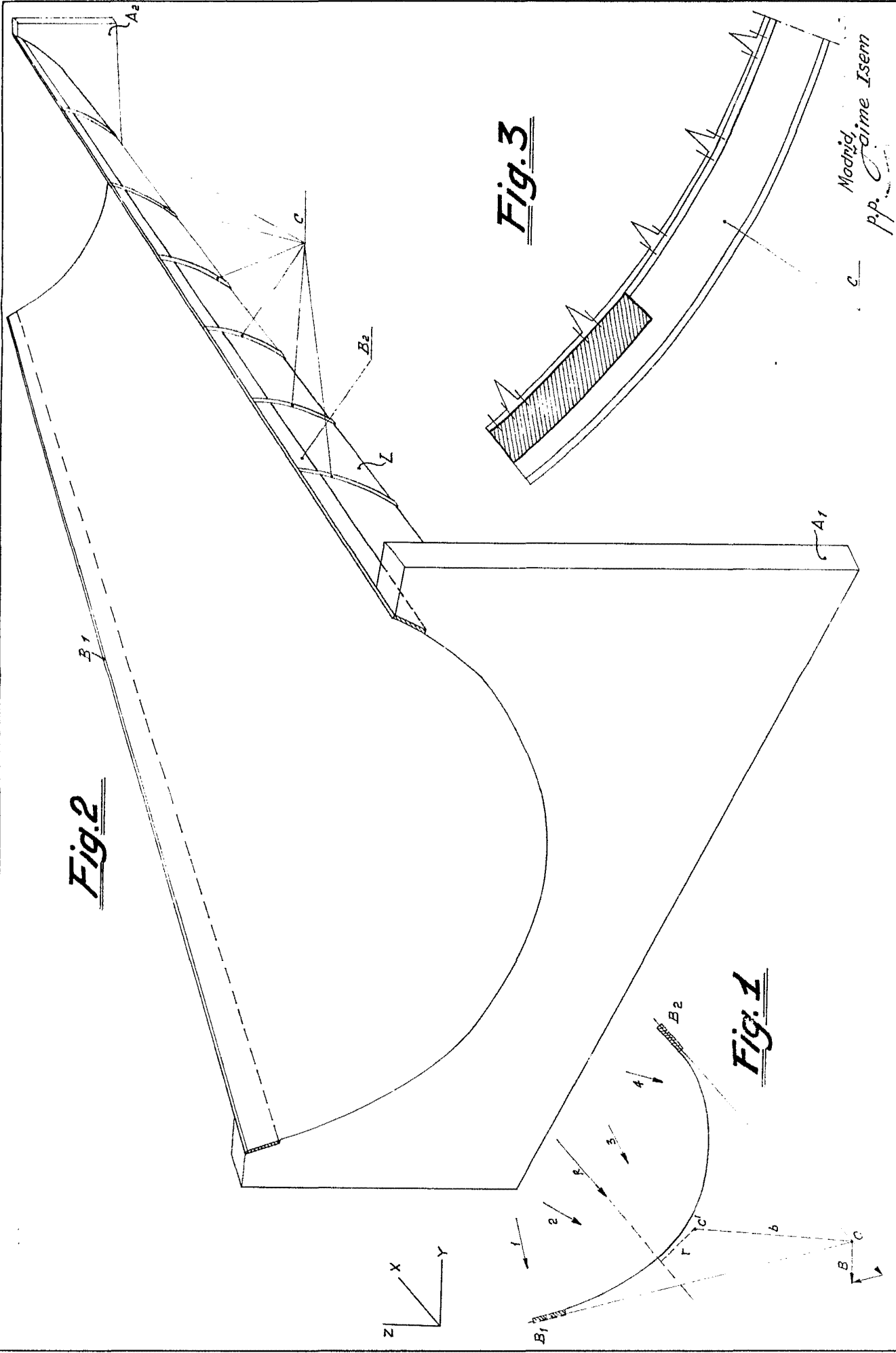


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 1

Fig. 2

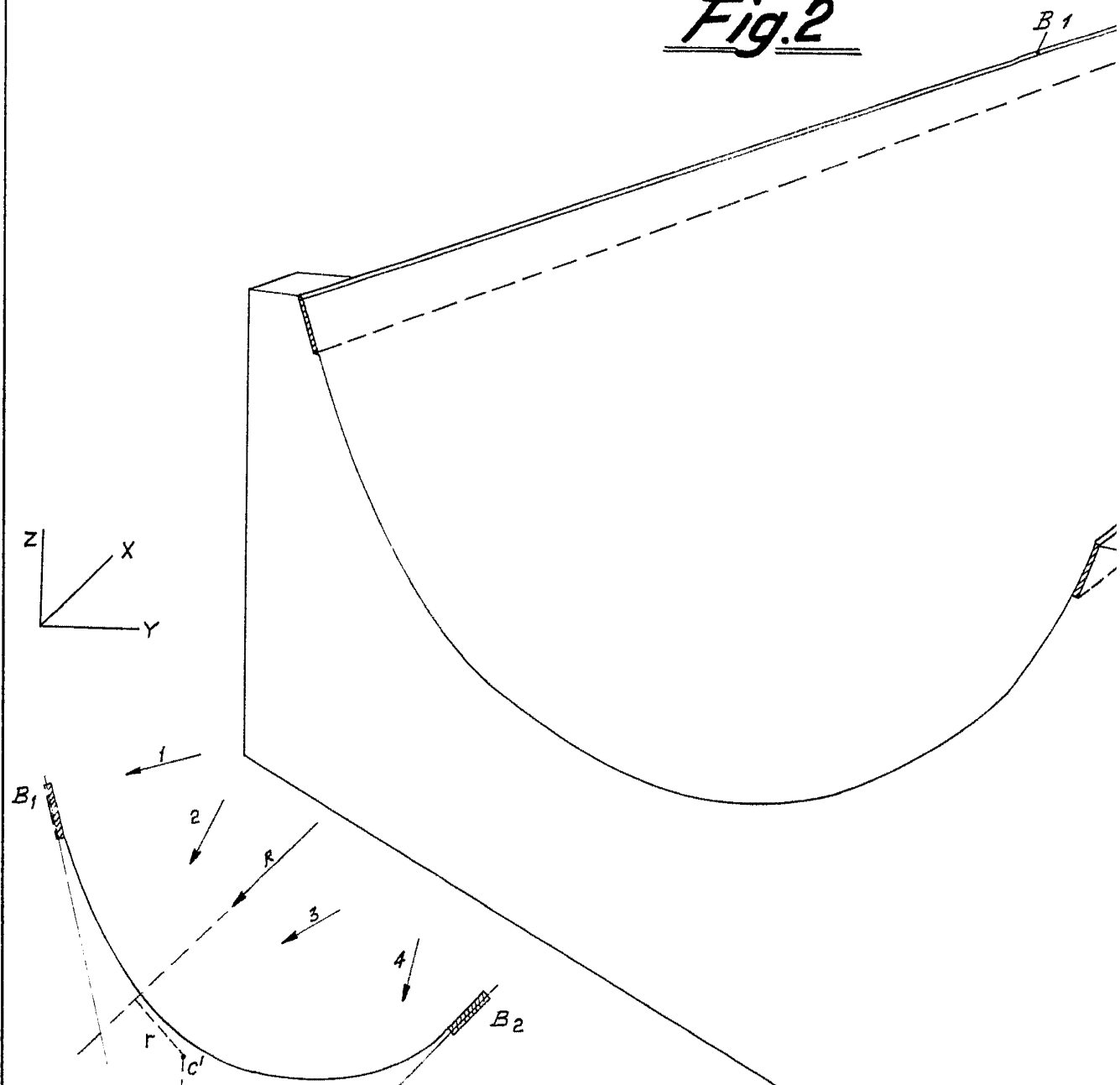
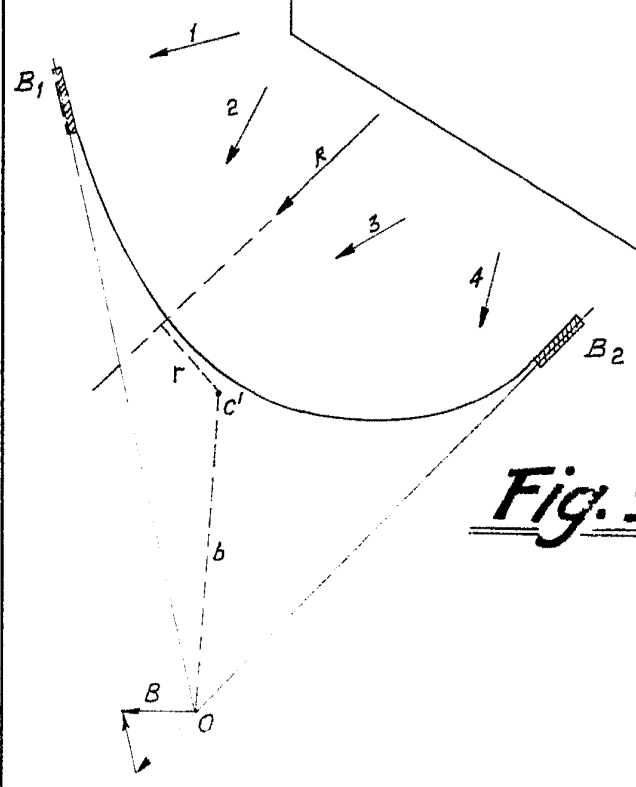


Fig. 1



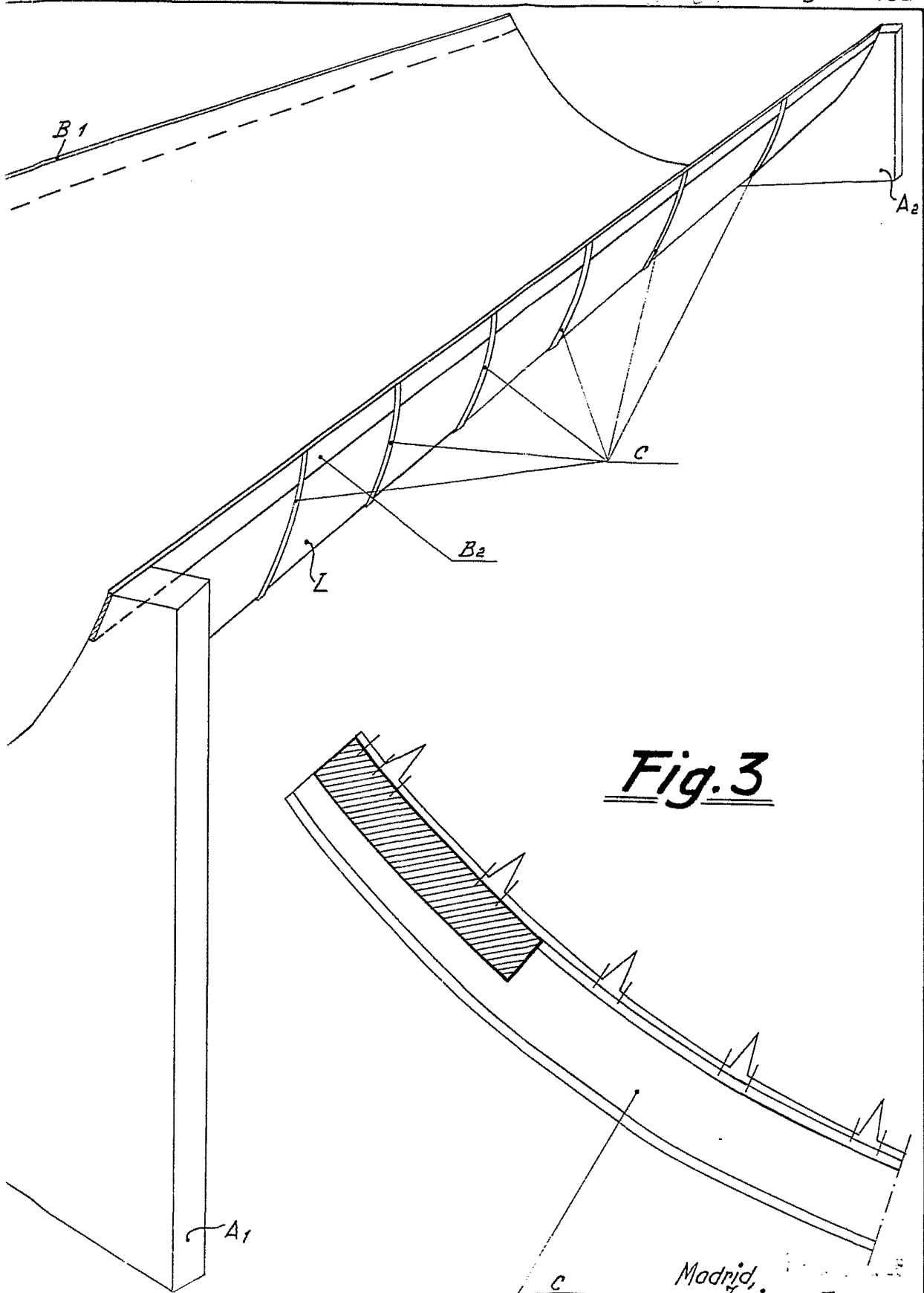


Fig. 3

Madrid,  
p.p. Jaime Isern