



344198

344198

PATENTE DE INVENCION

que por veinte años, para España y sus posesiones, se solicita a favor de la firma HEIERLI & CO., entidad suiza, con residencia en ZURICH (SUIZA), Culmannstrasse, 56, por: "MEJORAS INTRODUCIDAS EN LAS ESTRUCTURAS PORTANTES DE SUPERFICIES EN FORMA DE ARCO MACIZADAS".-

Memoria descriptiva

La invención se refiere, a unas mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, que pueden estar constituidas como encofrados o revestimientos curvados o como estructuras en tramos rectos asimiladas prismáticamente a éste, y constar de piezas de hormigón armado prefabricadas o piezas de hormigón armado al pie de obra fabricadas.

Esta construcción puede ser, por ejemplo, un paso superior o inferior macizado. Para el macizado se adapta todo material para la construcción de terraplenes, del cual pueden construirse terraplenes para carreteras.

En dicha construcción es aprovechada la ventaja del encofrado o, respectivamente, de la estructuras en tramos rectos - asimilada prismáticamente al mismo, así como el peser con reduci



15 do consumo de material, debido a su estructura especial, su deformabilidad, así como al macizado una considerable resistencia. El macizado facilita la distribución de la carga y el apoyo del encofrado o revestimiento necesarias para aprovechar esta ventaja y contrarresta en ello la deformación exagerada de la estructura portante.

20 Cuando la construcción es un paso superior o inferior, resultará con inclinación conocida de la rampa y la altura interior conocida del paso inferior el terraplén a continuación tanto más alto y más largo o, respectivamente, la trinchera para el paso inferior tanto más profunda y larga cuanto más alto es el macizado.

Según las leyes corrientes de la estática pertenecientes al estado actual de la técnica, se derivaba anteriormente la norma de que el macizado debe ser en el punto más alto de tal estructura portante de superficie, al menos, de $1/4$ del radio de curvatura del encofrado (o respectivamente, del radio del círculo interior o exterior del prisma asimilado al encofrado). Con el ángulo de centraje corriente del revestimiento de, por ejemplo, 110° es entonces macizado en el punto más alto de la estructura portante más del $1/2$ de la altura de la flecha del arco.

35 De esto se deduce que la altura del macizado, es decir, la diferencia en altura entre el punto exterior más alto de la estructura portante y el plano superior, por ejemplo horizontal, del macizado es una magnitud muy esencial para los costos de construcción. En la mayoría de los casos era, conforme a las citadas normas de la estática para la aplicación de reducido grueso de construcción, aplicadas anteriormente, imposible en la práctica la construcción de un paso inferior con estructura portante de superficies en forma de arco por las razones de que era necesario un macizado demasiado voluminoso.

45 La invención tiene por objeto reducir los costos de cons

344198
-3-



trucción o, respectivamente, hacer posible la aplicación del arco macizado en los citados casos. Esto se consigue según invención, por el hecho de que el grueso de la estructura portante de superficies es con curvatura circular cilíndrica menor del $1/30$ del radio de curvatura y con curvatura no cilíndrica menor del $1/40$ del mayor radio de curvatura y la altura del macizado es en el punto más alto de la estructura portante con curvatura cilíndrica menor del $1/10$ del radio de curvatura y con curvatura no cilíndrica menor que el $1/20$ del mayor radio de curvatura.

50
55 Cuando la línea periférica en el punto más alto de la construcción no transcurre paralela al macizado, los valores límites anteriores del macizado deben ser válidos para el punto en que esta línea periférica tiene la mínima distancia al macizado.

60 El límite superior, por ejemplo horizontal, del macizado puede ser, según invención, incluso aproximadamente un plano tangencial del revestimiento o, respectivamente, de la superficie del revestimiento asimilado a la estructura en tramos rectos (macizado en el punto más alto, por ejemplo, algunos centímetros).

65 Según las normas obligatorias mencionadas anteriormente que pertenecían al estado de la técnica, tal construcción no podía ser resistente. Las consideraciones sobre las que se basa la invención han cambiado, sin embargo, por resultado lo que han confirmado -- unos experimentos descritos más abajo que no hay motivo para aplicar las normas de medida y de construcción de la estática de la construcción y mecánica de terreno para construcciones del presente tipo en el sentido de las normas arriba citadas pertenecientes al estado actual de la técnica.

70
75 Cosa análoga procede con la norma hasta ahora obligatoria derivada de la misma ley, según la cual un talud que transcurre paralelo al plano tangencial de la estructura portante debía tener con una inclinación de máx. $1 : 4$ una distancia al plano tangencial de al menos $2/3$ del radio de curvatura, y con inclina



ción más acentuada, una mayor distancia al plano tangencial. Las consideraciones y experimentos sobre los que se basa la invención, han demostrado más bien que tal talud puede tener una inclinación de 1 : 1 hasta 1 : 4 y que la distancia del plano del talud puede ser desde el punto de la estructura portante más próximo al mismo, hasta reducido al 1/4 del radio de curvatura (o, respectivamente, del mayor radio de curvatura con arco no cilíndrico en especial - en forma de clotoide).

Por el hecho de que según invención se maciza menos que según la norma que hasta el presente era obligatoria, son reducidos considerablemente los costos de construcción. De este modo pueden reducirse los costos para la construcción de un paso inferior al 70 % del costo corriente hasta el presente.

El objeto de la invención se describe a continuación a título de ejemplo con ayuda del plano en que muestran:

- fig. 1, una vista de un paso inferior en perspectiva;
- fig. 2, un croquis sobre las dimensiones;
- fig. 3, una forma de arco especial no cilíndrica;
- fig. 4, una vista frontal esquemática de un paso inferior con arco gemelo;
- fig. 5, una sección de un cimiento del pasoinferior según fig. 4.

Según figura 1, una vía de comunicación 1 (carretera, línea de f.c., río, canal) está situada con una trinchera (no dibujada) más baja que una vía de comunicación 2, indicando 3 el talud del paso inferior. El paso inferior tiene una estructura portante de superficie 4 en forma de un revestimiento curvado (arco). La misma consta de elementos de hormigón armado 5 prefabricados, que están curvados correspondientes al radio de curvatura y pueden ser unidos entre sí, como descritos ya en patentes anteriores.

La estructura portante de superficie 4 se apoya directamente (es decir, sin muro de apoyo) sobre los cimientos individua

344198

- 5 -



110 les o en forma de franja o las vigas de unión cimentadas sobre pilotes (no dibujada). La estructura portante 4 es un parte de una
camisa cilíndrica circular cuyo grueso (grueso de la placa de hormigón armado 5) es aproximadamente $1/40$ del radio. La altura del
macizado es en el ejemplo dibujado en el punto más alto de la estructura portante aproximadamente $1/20$ del radio de curvatura del
115 revestimiento, en la práctica, por ejemplo, 50 cm. La capa de la pista del cuerpo de la carretera de la vía de comunicación superior 2 puede descansar en el punto más alto de la estructura portante 4
sin embargo, inmediatamente sobre dicha estructura, siendo el límite superior del macizado un plano tangencial del entibado.
120

La estructura portante de superficie 4 está recortada - en los extremos del paso inferior oblicuamente en correspondencia con el ángulo del talud 3; la misma consta en dicha zona de placas de hormigón armado que tienen la forma de una escuadra o un trapecio con dos ángulos rectos y que, por lo demás, están formadas tal
125 como descrito más arriba, estando unidas además con las placas contiguas. Se ha demostrado que los extremos oblicuos del revestimiento son bastante rígidos y puede ser sujetados suficientemente por la parte restante del revestimiento, con el fin de sostener el talud, siendo suficiente unir los extremos oblicuos en una ranura
130 del cemento en forma articulada o rígida con dicho cemento. En las partes exteriores de los extremos oblicuos exteriores puede renunciarse a un cemento.

La recta seccional del plano del talud 3 con el plano de la vía superior 2 puede intersectar la dirección longitudinal de la vía 1 incluso en un ángulo inclinada, de por ejemplo 45° .
135

Una realización experimental del paso inferior arriba descrito tenía las siguientes dimensiones: Radio de curvatura del revestimiento 7,5 m, grueso de los elementos de construcción en forma de revestimiento 16 cm., altura interior de la estructura
140



portante de superficie hasta el vértice 5,30 m., macizado en el vértice 60 cm., anchura de la pista superior 15 m. Esta paso inferior fué cargado sobre una superficie de 7 m. de longitud (en dirección de la pista superior) y 4 m. de anchura en el borde -
145 con 370 toneladas, no presentándose aún ninguna deformación inadmisibile. No se trataba, sin embargo, aún de la carga límite que no fué determinada por falta de medios de carga adecuados o, respectivamente, debido a las dificultades en la adquisición y en el transporte, ya que la carga aplicada corresponde ya a un múltiplo
150 de la carga máxima para carreteras.

En fig. 2, el macizado aplicable según invención está ilustrado por una línea continua quebrada e inscritas la altura del macizado del vértice del revestimiento, la inclinación de un talud paralelo al plano tangencial del revestimiento y su distancia al revestimiento en relación con el radio de curvatura del mismo r. La línea de trazos quebrada muestra el estado de la técnica mencionado al principio.

La estructura portante de superficies descrita puede estar compuesta en vez de por placas abovedadas, además por placas planas, en cuyo caso se trata de una estructura de tramos rectos asimilada prismáticamente al revestimiento. Placas planas pueden ser fabricadas de forma más sencilla y con mejor calidad del hormigón, las mismas pueden ser almacenadas y transportadas más cómodamente y pueden ser aplicadas para estructuras en tramos rectos
160 con radio de curvatura del revestimiento extensamente diverso, al que va asimilada la estructura en tramos rectos. Las placas tienen en dirección periférica del prisma, convenientemente una anchura de 1,6 m. hasta 2,3 m., preferentemente, 2 metros.

La sección del revestimiento puede ser en forma de arco circular o una clotoide de vértice (fig. 3), en que el radio de curvatura se reduce, a partir de la parte central superior hacia
170

344198
- 7 -



175 el exterior. Esta forma tiene la ventaja de que la altura de la construcción es muy reducida, produciendo el peso propio de la estructura portante en esencial sólo tensiones por presión, pero -
ningunos momentos de flexión dignos de mención en la estructura.

Una forma de arco favorable en particular, tanto por -
razones estáticas como además con respecto al perfil interior, es explicada en figura 3 que puestra la mitad de un arco, cuya parte central superior es un arco circular a cuyos dos extremos se acopla en cada lado una clotoide con radio que se reduce hacia el exterior. La mitad ilustrada del arco lleva la referencia b y B el extremo dibujado del arco, mientras que la clotoide dibujada a continuación lleva la referencia c . O , es la raiz del sistema de --
coordenadas x , y de la clotoide O' es el punto vertical del arco, en decir, el centro del arco dibujado sólo por la mitad (b), y' es la vertical central de la cuerda g (dibujada sólo la mitad) del arco circular y también la recta de simetría del arco. x' es la -
tangente en el punto O' . O , está en el lado de la vertical central y' situado opuesto a la clotoide c , por encima de x' , teniendo O desde y' una distancia $O,0$ a aproximadamente y de x' una distancia de $O,015$ a aproximadamente . y e y' divergen hacia abajo e un ángulo de 4 neogrados (correspondiente a $3^{\circ} 36'$ aproximadamente). En ello es determinado a , al menos aproximadamente por la ecuación $R = 2,4a$, en que es R el radio del arco circular. La clotoide trans-
185
190
195 curre al menos aproximadamente conforme la ecuación $r \cdot L = a^2$, indicando r el radio de curvatura de la clotoide y L la distancia medida a partir de O a lo largo de la clotoide. En el punto B es $R = r$.

200 El paso inferior descrito puede estar realizado incluso con varios arcos o , respectivamente, con una estructura ensamblada. Figura 4 muestra un ejemplo de realización de este tipo con una estructura portante de superficies construída como arco gêmeo lo que en el centro se apoya sobre un muro con articulación.



Figura 5 muestra una vista frontal de una variante del
205 cimiento para los extremos exteriores del arco gemelo. Este cimien
to, que puede ser utilizado, por ejemplo, incluso para el paso in
ferior 1 según figura 1, tiene la forma de un prisma constituido
por hormigón in situ, cuya sección es una escuadra aproximadamen
te rectangular. El lado más ancho 6 se encuentra sobre el terreno
210 de cimentación, inclinado algo vertical con respecto a la tangen
te del extremo 4 del arco. Ventajosamente resulta para este lado
más ancho una inclinación, que se origina corrientemente durante
la excavación de la zanja. Uno de los lados más estrechos 7 trans
curre vertical a un poco inclinado hacia el exterior y forma una
215 parte de la superficie de la pared interior del paso inferior, el
otro 8 transcurre en línea ascendente desde la izquierda hacia la
derecha. Este cimiento puede ser efectuado sin armadura porque es
sometido sólo a esfuerzos de presión que se extienden en corres
pondencia con la sección triangular. Cuando el plano 8 es aproxi
220 madamente horizontal exige la construcción de este cimiento un -
revestimiento sólo en el lado 7, que puede ser fabricado o con ta
blas de entibado o como entibado perdido de placas de hormigón -
prefabricadas.

La estructura portante descrita con uno o varios arcos,
225 por ejemplo, un arco gemelo, puede ser fabricada incluso de hormi
gón al pié de obra, exigiendo la última realización ventajosamen
te menos contraforros que un único arco correspondiente. Cada ar
co puede ser fabricado incluso en una pieza al pié de obra.

La estructura portante descrita a base del ejemplo de -
230 dos pasos inferiores es mucho menos cara que construcciones co
rrespondientes anteriores. A menudo es ventajoso el macizado más
bajo. Por ejemplo, en un paso superior o inferior los costos de -
construcción -como mencionado ya más arriba- dependen decisivamen
te de la altura del macizado, porque el terraplén debe ser tanto
235 más alto o, respectivamente, la trinchera tanto más profunda y las

344198



* 9 -

240 rampas (con inclinación conocida) tanto más largas, cuanto más -
alto sea el macizado del paso superior o, respectivamente, infe-
rior. En un paso inferior en una vertiente o en un cruce de dos
vías de comunicación en un ángulo agudo, los costos son además tan
to mayores cuanto menor sea la inclinación del talud del talud -
en el lado descendente o, respectivamente, paralelo a la vía de
comunicación superior y cuanto mayor sea su distancia a la luz
del paso inferior. Cosa correspondiente vale idóneamente para otras
estructuras macizadas.

245 Puesto que la estructura portante es relativamente fina,
la misma se adapta a las diferencias en el asiento, los procesos
de contracción y variaciones motivadas por la temperatura (sólo -
transversal a la dirección longitudinal pueden ser necesarias en
largos pasos inferiores juntas de dilatación). En especial se ha
250 demostrado que en ello la resistencia del material del macizado de
limita las deformaciones de la estructura portante de superficie
a límites admisibles. Esto es debido a que la presión ejercida por
el material acumulado sobre la estructura portante se reduce en -
aquellos puntos en que la estructura portante tiene la tendencia
255 a flexionarse hacia el interior conforme vaya progresando la fle-
xión, y se aumenta conforme vaya progresando la flexión en aquellos
puntos en que la estructura portante tiene la tendencia de flexio-
narse hacia el exterior, contrarrestando así toda deformación.

260 La estructura obtiene convenientemente tal forma, que
su peso propio produce en esencial sólo tensiones por presión -
pero ningunas tensiones por tracción o momentos de flexión dignos
de mención en la estructura portante. En una realización de hormi-
gón in situ, tiene esto la ventaja de que poco después del hormigo-
nado puede desencofrarse porque las tensiones por flexión bajo el
265 peso propio son extraordinariamente reducidas. Por lo tanto, no se
originan a pesar de corto periodo de hormigonado, grieta alguna.
Una forma adecuada para dicho objeto, estriba en una curvarura -



270 al menos aproximadamente en forma de arco circular, siendo el ángulo central del arco convenientemente de 50 hasta 100°, en particular de 65 hasta 75°. Conveniente en particular es, como mencionado ya, la forma de clotoide.

275 Los extremos de la estructura portante que descansan sobre los cimientos, tienen preferentemente una inclinación de - 35 hasta 55°, en especial de 40 hasta 50° y en realización con varios arcos, los extremos de los arcos soportados por las pilas -
280 tienen convenientemente una inclinación de 5 hasta 25, en particular, de 10 hasta 20° con respecto a la horizontal. De este modo son evitados espacios para el macizado en forma de ángulo agudo, en que es difícil una compresión del material de macizado y que -
285 conducen a un elevado peligro de accidentes durante la construcción, debido a la posibilidad de derrumbe del talud. En especial será posible una compresión mecánica. En relación con ello, es ventajoso además, el cimiento según fig. 5, cuyo lado aproximadamente horizontal puede tener 2 m. de anchura.

285 La exigencia de la práctica de realizar un perfil de luz conocido de pequeña altura de construcción, es cumplida de tal manera, que al arco toca los ángulos superiores del perfil de la luz y, en caso de arcos gemelos, el centro del mismo al canto superior del perfil de luz. El espacio situado por encima de este
290 canto superior que no exige costos adicionales, es por ejemplo, muy ventajoso en pasos inferiores largos de autopistas para la ventilación y hace posible además el transporte de mercancías de altura anormal. La superficie vertical de los cimientos según fig. 5, delimita junto con una pieza contigua del arco un espacio que
295 no ocasiona tampoco costos adicionales algunos, por ejemplo, para aceras o franjas de aparcamiento, midiéndose correspondientemente la altura de esta superficie. En largos pasos inferiores de autopistas, es ventajoso además este espacio para la ventilación.

344198

- 11 -



300 Describa suficientemente la naturaleza y alcance de la presente invención, se hace constar que en la misma, podrán ser variables los materiales, dimensiones y en general aquellos otros detalles accesorios o secundarios que no alteren, cambien ni modifiquen la esencialidad propuesta.

305 Los términos en que queda redactada esta memoria son ciertos y fiel reflejo del objeto descrito, debiéndose tomar en un sentido más amplio y nunca en forma limitativa.

REIVINDICACIONES

310 Se reivindica como de la propia y nueva invención, la propiedad y explotación exclusiva de:

1ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, realizadas como revestimiento curvado o como estructura con tramos rectos asimilada a éste en forma prismática y que constan de piezas de construcción de hormigón armado prefabricadas o producidas in situ de obra, caracterizadas, porque el grueso de la estructura portante de superficie es con curvatura cilíndrica menor de $1/30$ del radio de curvatura, con curva no cilíndrica menor de $1/40$ del mayor radio de curvatura y la altura del macizado en el punto más alto de la estructura soporte con curvatura cilíndrica menor de $1/10$ del radio de curvatura, con curva no cilíndrica menor de $1/20$ del mayor radio de curvatura.

325 2ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, según reivindicación 1ª, caracterizadas, porque la altura del macizado es en el punto más alto de la estructura soporte menor que $1/20$ del radio de curvatura más pequeño del revestimiento o, respectivamente, de un revestimiento asimilado a la estructura con tramos rectos.

330 3ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, según reivindicación ^{1ª} 2ª, caracterizadas, porque el límite superior del macizado es por encima de



- una parte superior de la estructura portante un plano tangencial aproximadamente horizontal del revestimiento o, respectivamente, de un revestimiento asimilado a la estructura con tramos rectos.
- 335 4ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, según reivindicación 1, 2 o 3, con, al menos un talud que transcurre paralelo a un plano tangencial del revestimiento o respectivamente, de un revestimiento - asimilado a una estructura con tramos rectos, caracterizadas, por
- 340 que la inclinación del plano del talud es de 1 : 1 hasta 1 : 4 y la distancia entre el plano del talud y el punto de la estructura portante situado más cerca del mismo es aproximadamente $1/4$ del radio de curvatura más pequeño del revestimiento.
- 5ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, según una o varias de las reivin
- 345 dicaciones 1ª hasta 4ª para un paso inferior o superior, por ejemplo, de una vía de comunicación o río, caracterizadas, porque la estructura portante está recortada oblicuamente, el menos en un extremo del paso inferior, y el plano del recorte oblicuo es el
- 350 plano de un talud macizado de una parte inferior de la estructura portante.
- 6ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, según reivindicación 5ª, caracte
- 355 rizadas, porque el plano del talud intersecta la base de la estructura con un ángulo oblicuo con respecto al eje del arco.
- 7ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superficies en forma de arco macizadas, según una o varias de las reivin
- 360 dicaciones 1ª hasta 6ª, caracterizadas, porque la parte central superior de la estructura portante tiene un radio de curvatura menor que las partes laterales inferiores, de modo que el peso propio de la estructura portante produce en la misma en esencial sólo - tensiones de presión y ningunos momentos de flexión esenciales.
- 8ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superfi-

344198



- 13 -

365 cías en forma de arco macizadas, según reivindicación 7ª, caracte-
rizadas, porque el arco en la parte central superior es un arco -
circular con el radio R a cuyos extremos se acopla a cada uno una
clotoide con radio de curvatura r que va reduciéndose hacia el ex-
terior, al menos aproximadamente según la ecuación $r \cdot L = a^2$, -
siendo $R = 2,4a$ aproximadamente, indicando L la longitud del arco,
370 referido a la raíz del sistema de coordenadas de la clotoide, es-
tando esta raíz de las coordenadas en el lado de la vertical cen-
tral de la cuerda del arco circular, situado opuesto a la clotoi-
de, aproximadamente a distancia de $0,08a$ a dicha vertical central
y aproximadamente $0,015a$ por encima de las tangentes del vértice
375 del arco circular, estando divergida la ordenada de este sistema
de coordenadas en un ángulo de aproximadamente 4 neogradados hacia
abajo, referido a esta vertical central, siendo en los extremos
del arco circular $R = r$.

380 9ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superfi-
cias en forma de arco macizadas, según reivindicaciones 7ª u 8ª,
caracterizadas, porque el ángulo medido en el centro del mayor ra-
dio de curvatura es entre los bordes de la estructura portante -
que descansan sobre los basamentos, de 50 hasta 100° .

385 10ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superfi-
cias en forma de arco macizadas, según una o varias de las reivin-
dicaciones 1ª hasta 9ª, caracterizadas, porque la estructura por-
tante descansa directamente sobre la viga de unión de hormigón -
armado de un cimiento sobre pilotes.

390 11ª.-Mejoras introducidas en las estructuras portantes de superfi-
cias en forma de arco macizadas, según una o varias de las reivin-
dicaciones 1ª hasta 9ª, caracterizadas, porque los extremos de la
estructura portante están montados sobre cimientos de hormigón -
in situ no armado, cuya sección es una escuadra aproximadamente
en ángulo recto, cuya hipotenusa transcurre aproximadamente en -

344198

- 14 -



395 ángulo recto con respecto a la tangente del extremo de la estructura portante y se apoya sobre el punto de cimentación, transcurriendo el cateto aproximadamente en sentido vertical, formando una parte de la superficie interior de la estructura, estando inclinado el otro cateto hacia el exterior.

12ª.-"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LAS ESTRUCTURAS PORTANTES DE SUPERFICIES EN FORMA DE ARCO MACIZADAS.-"

Consta la presente memoria descriptiva de catorce hojas numeradas y meconografiadas por una sólo cara a las que se acompañan un plano para su mejor comprensión.

MADRID 7 DE AGOSTO DE 1.967.

RODOLFO DE LA TORRE ROSELLO
F. P.


José Pérez Collado

344198

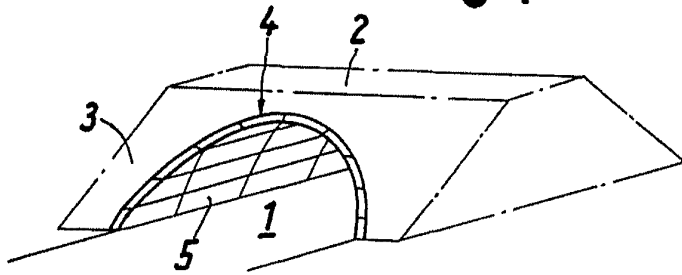


Fig. 1

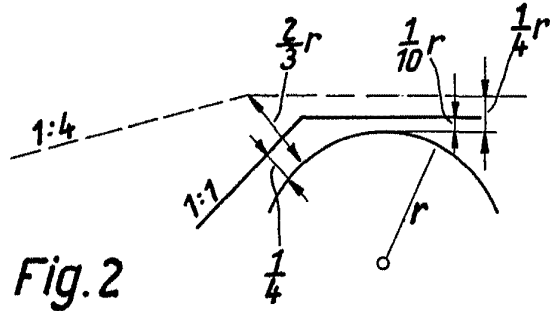


Fig. 2

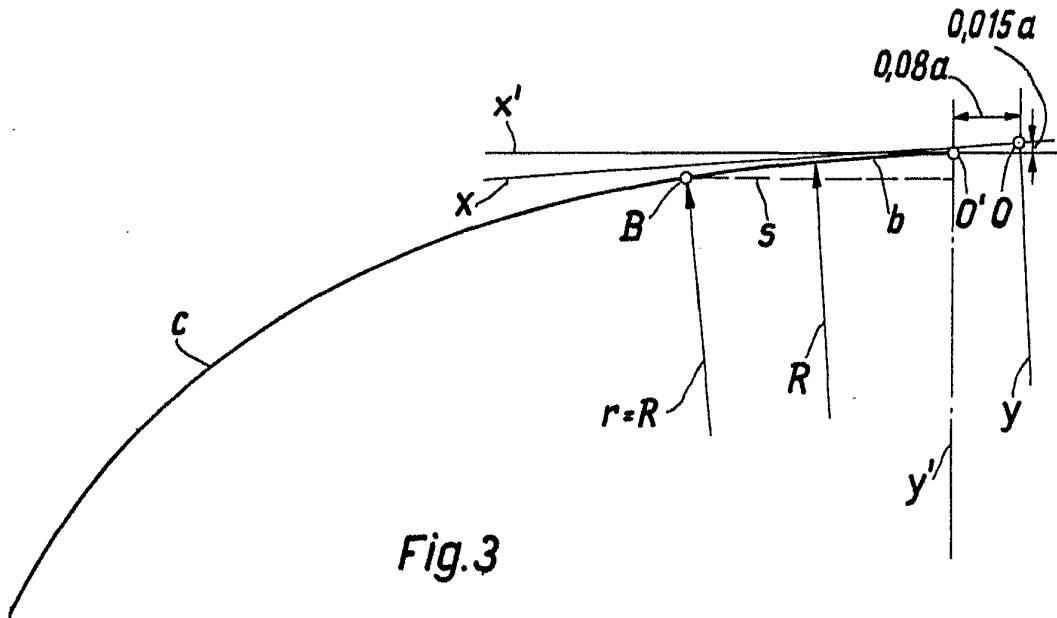


Fig. 3

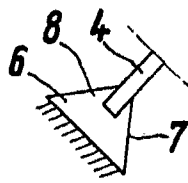


Fig. 5

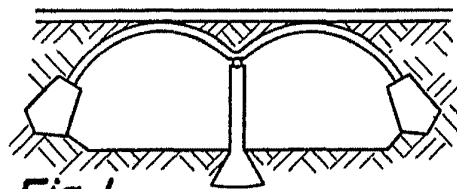


Fig. 4

ESCALA VARIABLE
MODELO DE LA TORRE ROSALDO
P. F.

Jose Peter Cordero

1917 AGO. 1917