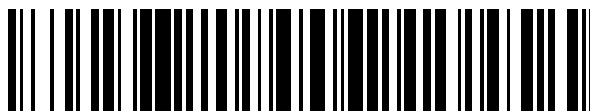


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 853**

51 Int. Cl.:

C04B 111/00 (2006.01)

B64F 1/02 (2006.01)

C04B 14/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2011** **E 11703509 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016** **EP 2523857**

54 Título: **Lecho de intercepción para vehículos**

30 Prioridad:

13.01.2010 US 294504 P
13.01.2010 GB 201000544

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
07.09.2016

73 Titular/es:

NORSK GLASSGJENVINNING AS (100.0%)
P.O. Box 102 Økern
0509 Oslo, NO

72 Inventor/es:

NARMO, JON, A.

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 581 853 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Lecho de intercepción para vehículos

Esta invención se refiere a lechos de intercepción para decelerar vehículos, tales como aeronaves incapaces de detenerse en una pista de despegue disponible.

5 Antecedentes

Un problema de seguridad en aviación es que las aeronaves durante el despegue o el aterrizaje de vez en cuando rebasan la pista de despegue disponible y terminan en el terreno por detrás de la pista de despegue. Hay varios ejemplos de este tipo de accidentes con resultados catastróficos, tanto en términos de daños materiales como en la pérdida de vidas/ salud gravemente dañada de las personas involucradas.

10 Se han identificado una serie de posibles causas de este tipo de accidentes, tales como descubrimiento tardío de fallos mecánicos de la aeronave haciendo necesario abortar el despegue, fallos de rotura de las aeronaves, incidentes meteorológicos inesperados, errores del piloto, etc. La amplia variedad de las causas detrás de los rebasamientos, hace difícil que sea posible introducir medidas para evitar por completo estas situaciones en la aviación.

15 Por lo tanto, para aliviar y evitar las graves consecuencias de situaciones de rebasamiento, es necesario dotar a las pistas de despegue con medios para la captura y/ o ralentización, de forma segura, de las aeronaves que rebasan la pista de despegue. Para los aeródromos con un montón de espacio disponible detrás de la pista de despegue, una respuesta obvia es simplemente prolongar la pista de despegue para permitir que las aeronaves amplíen el espacio para detenerse mediante el uso de sus frenos o la inversión de la potencia de los motores.

20 Sin embargo, muchos aeródromos no tienen espacio disponible para hacer una prolongación suficiente de la pista de despegue, y también hay incidentes cuando un rebasamiento es provocado por un mal funcionamiento de los sistemas de frenado de las aeronaves. Por tanto, es ventajoso proporcionar aeródromos con uno o más medios para ejercer una fuerza de deceleración externa sobre las aeronaves que rebasen el final de la pista de aterrizaje, y que sean capaces de forzar al avión a detenerse a una velocidad de deceleración que sea tolerable para la construcción mecánica de la aeronave, especialmente el tren de aterrizaje, y para las personas a bordo de la aeronave.

25 Estado de la técnica anterior

Una solución conocida para llevar aeronaves (u otros vehículos de ruedas) a su intercepción es proporcionar una zona de intercepción. Una zona de intercepción es una zona hecha con un lecho poco profundo de un material relativamente blando encima de un material duro capaz de soportar las ruedas del vehículo. Cuando un vehículo entra en la zona de intercepción, sus ruedas se hundirán de alguna manera dentro del material blando y por tanto se obtendrá un
30 aumento significativo de la carga de arrastre. La masa blanda de la zona de intercepción por tanto absorbe la energía cinética del vehículo y lo lleva a una intercepción segura. Las zonas de intercepción son atractivas para utilizarse en aeródromos debido a que son pasivas en su naturaleza y no tienen partes móviles, de tal manera que están siempre listas para su uso.

Un ejemplo de zonas de intercepción se da a conocer en US 3 066 896, donde el interceptor consta en una cuenca poco profunda rellena de líquido de una longitud de aproximadamente 300 m situada al final de la pista de despegue, y que está cubierta con una cubierta superior flexible pero dura. La cuenca rellena de líquido con la cubierta superior forma una zona blanda al final de la pista de despegue que se presionada por las ruedas de un avión que se mueve sobre la cubierta superior. Debido a la necesidad de desalojar el líquido subyacente a medida que las ruedas giran sobre la cubierta superior, la zona de presión crea un incremento dimensionable en la resistencia al giro de las ruedas
40 y por tanto funciona como una zona de intercepción que induce una fuerza de deceleración sobre el avión

US 3 967 704 da a conocer el uso de un material deformable como lecho de intercepción, adyacente a una pista de un vehículo. Un vehículo que sale de su pista entrará en una zona con una capa de este material deformable; las ruedas del vehículo penetrarán en el material deformable y por tanto inducirán una resistencia al giro significativa la cual decelerará el vehículo. El material deformable es una espuma curada con una resistencia a la compresión que
45 varía entre aproximadamente 100 a 350 kPa (15 a 50 psi), la cual es calculada para proporcionar un retardo en un avión del orden de 0,7 a 0,9 g. Se mencionan resinas de urea/ formaldehído como espumas curables adecuadas.

US 5 193 764 da a conocer un lecho de intercepción hecho de placas de espuma resistentes al fuego, friables rígidas conectadas para formar un panel. Las placas de espuma deberían estar hechas, de forma preferente, de espuma
50 fenólica, tener un espesor en el rango de entre 2,5 a 15,2 cm y una resistencia a la compresión en el rango de entre 137 a 552 kPa (20 a 80 psi).

La Administración de Aviación Federal de los EE.UU. ha investigado el uso de diferentes materiales para hacer zonas de intercepción para las aeronaves. En estudios realizados por Robert Cook y otros, "Sistemas de intercepción para aeronaves de terreno blando: Informe final"., Washington DC, Administración Federal de Aviación 1987, FAA/ PM-87-

27, y "Evaluación de un lecho de intercepción de espuma para áreas de rebasamiento de seguridad de aeronaves", Dayton: Instituto de Investigación de la Universidad de Dayton, 1988, UDR-TR-88-07, se discute la necesidad de contar con materiales blandos con un comportamiento mecánico confiable y consistente con el cambio de las condiciones climáticas. El comportamiento mecánico de materiales blandos, tales como arcilla o arena depende del contenido de humedad, es decir, la arcilla seca es dura y ofrece un reducido efecto de arrastre, mientras que la arcilla húmeda es tan suave que las ruedas se pueden hundir hasta abajo y obtener un arrastre que colapse el tren de aterrizaje. Las cuencas de aguas poco profundas se ha encontrado que funcionan satisfactoriamente como lechos de intercepción para aeronaves a velocidades de 90 km/ h (50 nudos) o menos, pero atraen a las aves y también tendrán problemas de congelación en climas fríos. Otro posible problema con lechos de intercepción es que las ruedas de las aeronaves pueden crear una explosión de material en partículas que puede ser tragado por los motores de aeronaves cuando el avión pasa a alta velocidad sobre el lecho de intersección. Los informes de Cook y otros también investigaron la idoneidad de varios materiales de intercepción espumados, y encontraron que, en este sentido, las espumas cementosas tenían ventajas sobre las espumas poliméricas.

Investigaciones adicionales realizadas por White y Agrawal, "Sistemas de intercepción de terreno blando para aeropuertos: Informe final", Washington DC, Administración Federal de Aviación, 1993, TC-93-80, encontraron que los materiales deformables, tales como la espuma fenólica y el cemento celular tienen ventajas al proporcionar cargas de arrastre predecibles impartidas en el tren de aterrizaje y de propiedades mecánicas constantes durante un amplio intervalo de temperaturas. El cemento celular se convirtió en el material de elección debido a su recuperación cercana a cero después de una deformación y de una composición químicamente inerte.

US 6 726 400 da a conocer un lecho de intercepción de hormigón celular que tiene una longitud, anchura y espesor que incluyen primeras y segundas filas de bloques de hormigón celular compresible, teniendo cada bloque una resistencia de gradiente de compresión (CGS) característica que representa un gradiente seleccionado de resistencia a la compresión con la profundidad, a lo largo de una profundidad de penetración de al menos un 10 a un 60 por ciento del espesor del bloque, la resistencia de gradiente de compresión característica seleccionada para proporcionar una deceleración gradual de un vehículo que entra en dicha lecho. Se describe que los bloques de hormigón tienen una densidad en seco en el rango de entre 192 a 352 kg/ m³. La primera fila de bloques debería tener una 60/ 80 CGS característica nominal igual a 482,6 MPa (70 psi), y la segunda fila de bloques debería tener una 80/ 100 característica nominal igual a 620,5 MPa (90 psi), cuando se hace la media a lo largo de dicha profundidad de penetración de dichos bloques respectivos.

Un estudio realizado por Stehly, "Informe de ensayo de hormigón, Proyecto: Sistema de intercepción de material de ingeniería del aeropuerto St. Paul Minneapolis", American Engineering Testing Inc, 2007, 05-03306, encontró que el rendimiento del interceptor basado en hormigón se degradó después de su instalación en 1999.

El documento "Desarrollo de mejora de sistemas de intercepción de aeronaves civiles" (Mateo Barsotti, Proyecto ACRP 07-03ACI, Conferencia América del Norte, Denver, EE.UU. 6 de mayo de 2008) da a conocer un sistema de intercepción de un vehículo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Es considerado como el estado de la técnica anterior más próximo a la invención.

Objetivo de la invención

El principal objetivo de la invención es proporcionar un sistema de intercepción capaz de decelerar de forma segura vehículos según la reivindicación 1. También se reivindica el método correspondiente (reivindicación 9) y el uso (reivindicación 11).

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un sistema de intercepción con un rendimiento, para múltiples aeronaves, superior.

Descripción de la invención

La invención se basa en la constatación de que un agregado de espuma roto rugoso hecho de vidrio se puede utilizar para formar lechos de intercepción de bajo coste de inversión y bajo coste de mantenimiento para interceptar vehículos, y en el descubrimiento de que los agregados de vidrio espumados muestran un incremento exponencial en la absorción de energía con una mayor tasa de compresión. El último descubrimiento proporciona una ventaja de que la tasa de compresión del material en un lecho de intercepción es una función de la profundidad de penetración de las ruedas del vehículo que está siendo interceptado, de manera que el incremento exponencial en la absorción de energía con profundidades de penetración de rueda mayores hace que el agregado de vidrio espumado sea muy adecuado para su utilización en lechos de intercepción de usos múltiples para su uso en vehículos de enormes variaciones en el peso.

El término "vidrio", tal y como se usa en este documento significa un sólido amorfo usualmente denominado vidrio de sosa y cal o vidrio de sosa, pero también puede incluir otros tipos de vidrio tales como vidrio de borosilicato. El vidrio de sosa y cal está normalmente hecho fundiendo materias primas que incluyen uno o más de, carbonato de sodio (sosa), piedra caliza, dolomita, dióxido de silicio, óxido de aluminio, y pequeñas cantidades de aditivos. Los vidrios de

borosilicato están hechos fundiendo óxido de boro, dióxido de silicio, y pequeñas cantidades de aditivos. El término "agregado de vidrio espumado", como se usa en este documento significa un vidrio que es fundido, aireado, solidificado, y luego triturado a partículas con tamaños que varían desde 0,25 cm a 15 cm (~ 0,1 a 5,9 pulgadas). El vidrio aireado tiene fracciones de huecos nominales de aproximadamente un 70 a un 98%.

5 Así, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un sistema de intercepción de un vehículo, en el que el sistema comprende:

- una zona de intercepción del vehículo que comprende un lecho relleno de agregado de vidrio espumado con tamaños de partícula que van desde 0,25 cm a 15 cm y fracciones de huecos nominales de aproximadamente un 70 a un 98%,
y

10 - una cubierta superior que cubre la superficie superior del lecho de agregado de vidrio espumado. En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para la intercepción de vehículos, en el que el método comprende

15 - hacer un lecho en el terreno, donde los vehículos van a ser interceptados,
- llenar el lecho con el agregado de vidrio espumado con tamaños de partícula que van desde 0,25 cm a 15 cm y fracciones de huecos nominales de aproximadamente un 70 a un 98%, y
- cubrir la superficie superior del lecho con una cubierta superior.

20 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere al uso de agregado de vidrio espumado con tamaños de partícula que van desde 0,25 cm a 15 cm y fracciones de huecos nominales de aproximadamente un 70 a un 98% en los sistemas de intercepción de vehículos.

El término "vehículo" tal como se usa en este documento significa cualquier estructura mecánica automóvil que se desplaza sobre la tierra mediante el uso de ruedas y/ o correas. El término también incluye aeronaves que se mueven en tierra/ aeropuertos. También puede incluir vehículos no automóviles, tales como bicicletas.

25 El término "cubierta superior", como se usa en este documento significa cualquier cubierta de la masa de agregado, lo cual impediría a la masa de agregado de ser contaminada o llena de partículas aéreas, sujeta al crecimiento de plantas, u otros impactos ambientales que interfieran con el rendimiento de la masa de agregado de vidrio espumado. La cubierta superior debe ser lo suficientemente fuerte como para mantener mecánicamente la mayor parte de la masa de agregado limpia, pero no tan fuerte que impida que las ruedas de un vehículo que va a ser detenido, penetren a
30 través de la cubierta y entren en la masa de agregado. Ejemplos de cubiertas superiores adecuadas son las lonas poliméricas, láminas de plástico, césped artificial, etc. Sin embargo, se puede emplear cualquier cubierta capaz de proteger a la masa de agregado, pero incapaz de soportar las ruedas del vehículo. La cubierta superior puede tener ventajosamente una función decorativa mediante la aplicación de materiales con un atractivo estético o que estén en armonía con el medio ambiente. Un césped artificial que imita la apariencia de un césped de hierba puede ser un
35 ejemplo de una cubierta superior estética.

El término "fracción de huecos nominal" como se usa en el presente documento incluye fracciones de huecos que surgen de los poros microestructurales del vidrio espumado y los huecos entre las piezas agregadas, la fracción de huecos nominal general se entiende que es por lo tanto como el efecto neto de dichas dos fracciones tomadas en conjunto. La fracción de huecos nominal por lo tanto corresponde a la densidad total del agregado de vidrio espumado.
40 En caso de que, por ejemplo, se emplee vidrio de silicato, que tiene una densidad, para una fracción de huecos nominal de cero, de aproximadamente 2.500 kg/ m³, una fracción de huecos nominal de un 98% significará por lo tanto que 1 m³ de agregado de vidrio espumado pesa alrededor de 50 kg, mientras que una fracción de huecos nominal de un 70% corresponde a un peso de aproximadamente 750 kg por m³.

El término "lecho", como se usa en este documento se ha de entender como un término genérico que abarca cualquier
45 forma de depresión/cavidad formada en el terreno. La depresión/cavidad puede estar formada simplemente mediante la eliminación de masa/ volumen de movimientos de tierra y luego el relleno de la depresión/cavidad con agregado de vidrio espumado para formar un lecho de agregado cuyo plano de superficie superior está alineado con el plano de la superficie del terreno circundante. Como alternativa, el lecho de agregado de vidrio espumado puede ser mantenido en su lugar mediante el uso de muros de contención u otra forma de estructura mecánica, es decir, paredes, alrededor
50 del perímetro del lecho, en los casos en sea necesaria una resistencia mecánica más fuerte. El lecho también puede colocarse en el terreno, ya sea sin formar una depresión/ cavidad o, alternativamente, mediante la formación de una depresión/cavidad estrecha, de tal manera que el lecho de agregado de vidrio espumado sobresaldrá una distancia por encima del nivel de la superficie del terreno. En estos casos la masa de agregado necesita estar contenida mediante el uso de bermas u otra forma de estructura mecánica a lo largo del perímetro del lecho. Si la berma/
55 estructura mecánica sobresale una distancia por encima del nivel del terreno, el último modo de realización puede necesitar medios para hacer que el vehículo entre en el lecho de agregado de una manera suave, es decir, tal como una rampa etc. que lo conduzca al lecho. La parte inferior del lecho puede estar dotada por, por ejemplo, de suelo en la depresión/cavidad para reforzar mecánicamente el fondo del lecho cuando sea necesario.

Las dimensiones y ubicación del lecho de intercepción dependen del uso previsto, es decir, de la masa del vehículo, su velocidad y la presión de compresión de las ruedas del vehículo en el material de agregado de vidrio espumado. El material de agregado induce una fuerza de arrastre sobre las ruedas del vehículo, siendo incapaz de soportar la fuerza de compresión inducida por las ruedas, de tal manera que se hunden una distancia en el material de agregado y por lo tanto comprimen una pista/ canal/ surco en la masa de agregado al pasar sobre el interceptor. De este modo, la funcionalidad del interceptor está ligada a la resistencia a la compresión del agregado de vidrio espumado, que es una función de la fracción de huecos nominal del vidrio espumado, la longitud de la zona de intercepción, y la profundidad del lecho relleno de agregado de vidrio espumado .

En principio, la invención puede funcionar con vidrio espumado con cualquier fracción de huecos nominal conocida, pero en la práctica habrá un límite definido por la presión sobre el terreno inducida por las ruedas de los vehículos que van a ser interceptados. Las ruedas deben ser capaces de hundirse una distancia en la masa de agregado con el fin de recibir una fuerza de arrastre eficaz. Y viceversa, las ruedas no deben penetrar demasiado profundamente ya que esto dará lugar a unas tasas muy altas de fuerza de arrastre y de deceleración que pueden ser perjudiciales para el vehículo o las personas a bordo. Por tanto, se cree que en la práctica, la fracción de huecos nominal del vidrio espumado que se emplea en el agregado puede variar de una aireación relativamente baja con una fracción de huecos nominal de un 70% a los vidrios altamente aireados, con una fracción de huecos nominal de un 98%. Cualquier fracción de huecos nominal dentro de estos dos valores se puede emplear, y también se puede emplear cualquier mezcla de agregados de vidrio espumado con diferentes fracciones de huecos nominales dentro de estos límites.

Las investigaciones del agregado de vidrio espumado para su uso en sistemas de intercepción destinados a detener a las aeronaves, realizadas por Matthew Barsotti y otros [1] encontraron que un agregado de vidrio espumado con una densidad de 154 kg/ m³, que corresponde a una fracción de huecos nominal de un 93,8% y con una gradación, es decir, tamaños de partícula del agregado en el intervalo de 0,4 a 6,3 cm (0,2 a 2,4 pulgadas), y con una partícula de tamaño medio del agregado de 4,8 cm (1,9 pulgadas) es muy adecuado para su uso en sistemas de intercepción de aeronaves de usos múltiples. La distribución del tamaño de partícula del agregado es de un 0,88% en peso de partículas, con tamaños de 4 a 8 mm, un 0,29% en peso, con tamaños de 8 a 12,5 mm, un 1,03% en peso, con tamaños de 12,5 a 14 mm, un 1,91% en peso, con tamaños de 14 a 16 mm, un 4,21% en peso, con tamaños de 16 a 20 mm, un 33,45% en peso, con tamaños de 20 a 31,5 mm, un 35,30% en peso, con tamaños de 31,5 a 40 mm, un 15,13% en peso, con tamaños de 40 a 50 mm, un 5,74 de peso % con tamaños de 50 a 63 mm, y un 0,31% en peso, con tamaños superiores a 63 mm. Estos ensayos se realizaron con el objetivo de definir un interceptor de aeronaves de usos múltiples óptimo capaz de interceptar aeronaves que están en el rango de entre un Bombardier CRJ- 100/ 200 con 50 asientos de pasajeros a un Boeing B747-400 con 500 asientos de pasajeros.

Una gradación de, por ejemplo, 0,4 a 6,3 cm, tal y como se usa en el presente documento está relacionada con el tamaño de malla, de decir, rejillas utilizadas para clasificar las partículas, de tal manera que la gradación de 0,4 a 6,3 cm significa partículas de vidrio espumado con un tamaño lo suficientemente grande como para no pasar a través de una rejilla con un tamaño de malla de 0,4 cm, pero lo suficientemente pequeños para pasar a través de una rejilla con un tamaño de malla de 6,3 cm.

Los ensayos realizados por Barsotti y otros también muestran que el agregado de vidrio espumado tiene una propiedad ventajosa en que la absorción de la energía mecánica del material de agregado de vidrio espumado aumenta exponencialmente con el esfuerzo de compresión. Este descubrimiento fue inesperado, ya que cada pieza de vidrio espumado del agregado está compuesta de vidrio deformable, y se espera que muestre, desde el punto de vista mecánico, propiedades similares a los materiales deformables convencionales empleados en los interceptores de vehículos actuales del tipo de bloque de espuma como el dado a conocer en US 6 726 400 más arriba. Sin estar limitados por la teoría, se cree que el agregado de vidrio espumado también mostrará propiedades mecánicas de un continuo, dado que las piezas que ajustan de forma holgada del agregado fluirán más o menos libremente cuando estén expuestas a las fuerzas cortantes. El proceso de compresión para el agregado espumado consiste en comprimir los huecos de espuma microestructural así como los huecos intersticiales entre las piezas de agregado. Esta compresión doble puede ser la razón por la cual el agregado de vidrio espumado se encuentra que tiene un aumento exponencial en la absorción de energía mecánica con un esfuerzo de compresión mayor. Este comportamiento es mostrado en la figura 1, la cual muestra de forma gráfica el historial de carga de ensayos de compresión realizados en dos gradaciones del agregado de vidrio espumado.

Los ensayos se realizaron rellenando un cilindro confinado con un diámetro interno de 31,433 cm (12,375 pulgadas) con agregado de vidrio espumado de una gradación, y presionando un rodillo de diámetro de 30,48 cm (12,00 pulgadas) dentro del cilindro a una velocidad fija de 7,62 cm/ min (3 pulgadas/ min). El rodillo tenía un diámetro el cual es al menos 6 veces el tamaño característico de las partículas de agregado para asegurar un comportamiento de material continuo. El material fue situado de forma holgada dentro del cilindro sin compactar.

Tal y como se muestra en el gráfico de la figura 1, se aprecia que la tensión inducida necesaria para comprimir el material, y por lo tanto la energía absorbida por el material, aumenta exponencialmente con el aumento lineal en el grado de compresión del material. Además, se encontró en los ensayos que los datos de carga para ensayos replicados fueron remarcablemente consistentes, a pesar de la naturaleza aleatoria de las piezas de agregado para cada ensayo. Sin embargo, se encontró que el tamaño de gradación del agregado tenía un efecto sustancial en la

carga y la absorción de energía. Es por tanto necesario elegir la gradación del agregado de vidrio espumado de forma cuidadosa para utilizarlo en lechos de intercepción. Otra observación importante de estos ensayos es que el material de agregado de vidrio espumado funcionará como un material de compresión variable con la profundidad en el que las penetraciones de la rueda más profundas conducirán a un incremento en la carga vertical, no sólo porque un área de superficie más grande entra en contacto con el material de agregado, sino también porque el material se endurece continuamente a medida que la compresión aumenta. Esta propiedad es la que hace que el agregado de vidrio espumado sea adecuado para sistemas de intercepción de usos múltiples capaces de manejar aeronaves de muy diferentes tamaños, desde aeronaves pequeños con pesos máximos de despegue de aproximadamente 24 toneladas métricas de un avión a reacción de 50 pasajeros tal como un Bombardier CRJ-100 a aproximadamente 590 toneladas métricas de un avión de 500 pasajeros tal como un Airbus A380.

Otro uso de un sistema de intercepción con agregado de vidrio espumado es como zona de seguridad para vehículos de pasajeros y/ o autobuses/ camiones que viajan en carreteras públicas. El sistema de intercepción puede ser dispuesto adyacente a la carretera en curvas pronunciadas, en colinas escarpadas etc. con el fin de interceptar vehículos que haya perdido su adherencia a la carretera y se dirijan sin control fuera de la carretera. Usos similares pueden ser la intercepción de bicicletas que han perdido el control cuando se mueven en carriles para bicicletas. Una zona de intercepción adyacente con un efecto de intercepción modesto puede proporcionar la asistencia de frenado necesaria que necesita el ciclista para recuperar el control. Un uso adicional de sistema de intercepción es como una limitación física para prevenir ataques sobre ruedas. Cualquier área o construcción que necesita protección contra ataques llevados a cabo por vehículos puede ser protegida formando zonas de intercepción alrededor de ellas lo cual asegura que cualquier vehículo que intente embestir el área/ edificio sea interceptado. Este uso del sistema de intercepción puede ser ventajoso para, por ejemplo, bases de Naciones Unidas en países en los que hay un riesgo de ser atacadas por camiones/ coches cargados con explosivos y un conductor suicida. El sistema de intercepción puede también ser utilizado en instalaciones militares en las que hay una necesidad para prevenir físicamente que los vehículos entren en el área. Para estos usos, se contempla emplear agregados de vidrio espumado con altas fracciones de huecos nominales y por tanto resistencias a la compresión bajas para asegurar que los vehículos que entren en el área de intercepción queden atrapados firmemente.

Como se ha mencionado, la funcionalidad de la invención depende de la fracción de huecos nominal del vidrio espumado y de la gradación de las partículas. Es decir, el efecto de la invención se tiene cuando la resistencia a la deformación del agregado de vidrio espumado se sintoniza con la presión sobre el terreno de la rueda del vehículo que va a ser interceptado. Los ensayos que se han realizado en partículas de vidrio espumado con una gradación de 0,4 a 6,3 cm, tamaño medio de partícula de 4,8 cm y fracción de huecos nominal de un 86%, y los cálculos basados en estos ensayos muestran que este agregado es adecuado para su uso en interceptores de usos múltiples para aeronaves cuando las dimensiones del lecho de intercepción tienen una longitud de 200 m y una profundidad de 90 cm. Para otras aplicaciones, podría ser necesario emplear otras gradaciones y/ o fracciones de huecos nominales para tener en cuenta diferentes restricciones con respecto a las dimensiones permitidas y/ u otros vehículos que tienen que ser interceptados. Estas gradaciones y/ o las fracciones de huecos nominales se encontrarán por el experto la materia realizando investigaciones ordinarias de prueba y error.

La amplia gama de usos posibles del sistema de intercepción requiere el uso de agregados de vidrio espumados con un amplio rango de fracciones de huecos nominales y de gradaciones. La presente invención debería ser entendida como una explotación general de un material de intercepción nuevo. Es la explotación del descubrimiento de un aumento exponencial de la asociación de energía mediante tasas de compresión combinadas con un impacto medioambiental muy bajo y un bajo coste de vidrio aireado que es la esencia de esta invención. Por lo tanto la invención abarca cualquier posible uso de este material como interceptor para vehículos. En la práctica, las fracciones de huecos nominales estarían en algún lugar entre un 70 y un 98%, y la gradación estaría en algún lugar entre 0,25 cm y 15 cm. Cualquier fracción de huecos nominal y gradación dentro de estos límites se podría emplear. Es decir, el agregado de vidrio espumado podría tener una gradación con tamaño de partículas de cualquier rango comenzando con uno de, 0,25, 0,30, 0,40, 0,50, 0,60, 0,70, 0,80, 0,90, 1,00, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6 , 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,2, 2,4, 2,6, 2,8, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, y 5,0 cm, y terminando con uno de, 5,5, 6,0, 6,5, 7,0, 8,5, 9,0, 9,5, 10, 11, 12, 13, 14, y 15 cm. Rangos preferidos son gradaciones de 0,25 a 10 cm; de 0,5 a 8 cm; de 0,7 a 7 cm; y de 1 a 6 cm.

El agregado de vidrio espumado podría también emplear partículas de vidrio espumado con diferencias en las fracciones de huecos nominales. Es decir, tener además masas de agregado con una fracción de huecos nominal de las partículas de vidrio espumado, también contemplando para emplear de forma alternativa masas de agregado con mezclas de fracciones de huecos nominales en rangos comenzando con uno de, 75, 76, 77, 78, 79 , 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, y 94% y terminando con uno de, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 , 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94 y 95%. Rangos preferidos son fracciones de huecos nominales de un 80 a un 98%; de un 70 a un 95%; y de un 90 a un 94%.

Las partículas de vidrio espumado tienen una microestructura de celdas cerradas que limita la absorción de agua, de manera que el agua sólo puede penetrar en los poros abiertos más exteriores de las partículas. El agregado de vidrio espumado se ha utilizado en aplicaciones de ingeniería civil tales como la construcción de relleno ligero, el aislamiento y la protección contra las heladas de los cimientos de carreteras y terrazas. Estas aplicaciones muestran que las propiedades mecánicas del agregado de vidrio espumado son estables con variaciones cíclicas de temperatura y

humedad. Sin embargo, el agua estancada que sumerge las partículas de vidrio espumado puede ser un problema en climas con ciclos de congelación y descongelación, ya que los poros llenos de agua abiertos más exteriores pueden sufrir erosión por congelación. Esto puede conducir a una disminución de la gradación del material de agregado en el tiempo. Los ensayos realizados sobre el material han descubierto que después de 50 ciclos de congelación descongelación en inmersión completa en agua, el material sufre una disminución del 47% en la capacidad de absorción de energía.

Por lo tanto, puede ser ventajoso dotar al lecho de agregado con medios de drenaje para evitar el agua estancada en la masa de agregado. Los medios de drenaje pueden ser de cualquier diseño de ingeniería civil, conocido actualmente o en el futuro capaz de drenar un lecho. Como alternativa, la masa de agregado de vidrio espumado en el lecho de intercepción puede hacerse impermeable siendo envuelta por materiales geoplásticos y/ o geotextiles para formar un sellado contra la penetración del agua. Esta técnica es bien conocida para las personas expertas en la materia de los vertederos.

Las dimensiones de la cuenca del interceptor no son características críticas de este invento y serán diseñadas sobre una base del interceptor dependiendo del tipo de aeronave u otro vehículo que va a ser utilizado. Cualquier tamaño y diseño concebible de la cuenca del interceptor caerá dentro del alcance de la invención. En la práctica, las dimensiones de la cuenca del interceptor tendrán profundidades que varían de aproximadamente 10 cm a 200 cm y longitudes de 1 m a 400 m. El diseño de la cuenca puede ser cualquier forma geométrica adecuada para la aplicación real. Los ejemplos de posibles configuraciones del diseño de la cuenca incluyen, pero no se limitan a, triangular, rectangular, circular, elíptica, poligonal, trapezoidal, o cualquier combinación de éstos.

El lecho de intercepción puede ventajosamente estar equipado con zonas de transición en las partes periféricas adyacentes al terreno/ suelo circundante. La funcionalidad de las zonas de transición es la de proporcionar un aumento gradual de la carga de arrastre en el vehículo siendo interceptado al entrar en el interceptor, al tener un aumento gradual de la profundidad del lecho cuando se mueve desde el borde hacia la parte mayor. La zona de transición puede estar formada teniendo un aumento escalonado en el lecho, o teniendo paredes inclinadas del lecho.

Listado de figuras

La figura 1 es un facsímil de las figuras 11 a 8 de [1], que muestra los esfuerzos de compresión medidos y la absorción de energía para el agregado de vidrio espumado con una gradación de 0,4 a 6,3 cm, un tamaño medio de partícula de 4,8 cm y un 93,8% de fracción de huecos nominal.

La figura 2 es un dibujo esquemático de un ejemplo de modo de realización de la invención visto desde el lateral.

La figura 3 es un dibujo esquemático de otro ejemplo de modo de realización de la invención visto desde el lateral.

La figura 4 es un facsímil de las figuras 11 a 22 de [1], que muestra la velocidad de la aeronave calculada, deceleración, y las fuerzas en el amortiguador frontal del tren de aterrizaje.

La figura 5 es un diagrama de barras que muestra la distribución del tamaño de partícula de un agregado de vidrio espumado de acuerdo con un ejemplo de modo de realización de la invención.

La figura 6 muestra una representación gráfica de los ensayos de compresión sobre un agregado de tres fracciones de huecos nominales, cada una con una distribución de tamaño de partícula, como se muestra en la figura 4

Ejemplo de modos de realización de la invención

La invención se describirá con más detalle por medio de dos ejemplos de modos de realización destinados a ser utilizados como sistemas de intercepción de aeronaves. Estos modos de realización no deben considerarse como una limitación de la idea inventiva general de emplear agregados de vidrio espumado para detener vehículos de cualquier tipo.

Primer ejemplo de modo de realización

Un primer ejemplo de modo de realización del sistema de intercepción de vehículos se forma en el terreno, y se muestra esquemáticamente desde el lateral en la figura 2. La sección transversal vertical longitudinal del lecho tiene la forma de un trapecio de altitud B y longitud A que está previsto en el terreno 2 de tal manera que la superficie superior de la zona de intercepción está alineada con, y al mismo nivel que el plano formado por el terreno 2 circundante. Mediante el uso de un diseño con una sección transversal trapezoidal vertical del lecho, se obtiene que ambos extremos del lecho están provistos de zonas 3 de transición suaves. El ángulo α de inclinación puede estar, normalmente, en el intervalo de 20 a 30°. La parte inferior 2 del lecho puede estar provista de medios de drenaje (no mostrados) para evitar que el agua se estanque en el lecho.

El lecho está relleno de agregado 1 de vidrio espumado. La profundidad máxima del agregado de vidrio espumado, en este modo de realización, es la altura B del trapezoide, y la longitud de la zona de intercepción es la longitud A del lado superior del trapezoide. La superficie superior del lecho de agregado se cubre con una capa 4 de cubierta superior de césped artificial. Una rueda 5 de un avión que entra en el sistema de intercepción se muestra esquemáticamente.

5 La rueda se desplaza en la dirección mostrada por la flecha, y penetra a través de la cubierta 4 superior y se hunde gradualmente en el vidrio espumado a medida que pasa sobre la zona 2 de transición suave y entra en la parte mayor del lecho.

10 El agregado de vidrio espumado tiene una fracción de huecos nominal de un 93,8% y las partículas del agregado 1 tienen una agregación de 0,4 a 6,3 cm y un tamaño medio de partícula de 4,8 cm. La distribución del tamaño de partícula del agregado 1 es de un 0,88% en peso de partículas, con tamaños de 4 a 8 mm, un 0,29% en peso, con tamaños de 8 a 12,5 mm, un 1,03% en peso, con tamaños de 12,5 a 14 mm, un 1,91% en peso, con tamaños de 14 a 16 mm, un 4,21% en peso, con tamaños de 16 a 20 mm, un 33,45% en peso, con tamaños de 20 a 31,5 mm, un 35,30% en peso, con tamaños de 31,5 a 40 mm, un 15,13% en peso, con tamaños de 40 a 50 mm, un 5,74 % en peso, con tamaños de 50 a 63 mm, y un 0,31% en peso, con tamaños superiores a 63 mm. La distribución del tamaño se muestra gráficamente en la figura 4. La profundidad B del lecho es de 91 cm, y la longitud A de la zona de intercepción es de 200 m. La sección transversal horizontal del lecho (no mostrada) es o bien rectangular o triangular. En el caso de una sección transversal rectangular, la anchura del lecho es constante y por lo menos debe ser tan amplia como la pista de aterrizaje donde se coloca el interceptor, pero ventajosamente puede ser más amplia con el fin de permitir una cierta desviación de rumbo de la aeronave al entrar en el lecho de intercepción. La capacidad de interceptar aeronaves con desviaciones de rumbo cuando entran en el lecho de intercepción puede ser mejorada mediante la formación del lecho de intercepción con una sección transversal horizontal triangular.

25 El inventor ha realizado mediciones de la resistencia a la deformación del agregado 1 presionando un pistón circular con un diámetro de 29,99 cm en un barril lleno con el agregado y que tiene un diámetro interno de 30,00 cm. Los experimentos se han realizado para la misma gradación que el agregado 1 pero con tres diferentes fracciones de huecos nominales. Los resultados se dan en la tabla 1 y se muestran gráficamente en la figura 5. Los tres agregados tenían la agregación dada anteriormente, y que se muestra en la figura 4.

30 Los cálculos realizados por han predicho que el ejemplo de modo de realización de la invención será capaz de detener a las aeronaves que entran con una velocidad de 130 km/ h (70 nudos) para detenerse totalmente en 110 m (360 pies) cuando el avión es un Bombardier CRJ-200, a 95 m (310 pies) en el caso de Boeing 737-800, y 180 m (590 pies) en el caso de un Boeing 747-400. Un facsímil de la figura 11 a 22 de muestra la velocidad de la aeronave calculada, la deceleración, y las fuerzas en el amortiguador frontal del tren de aterrizaje inducidas por el agregado de vidrio espumado en un Boeing 737-800 que entra en el ejemplo del modo de realización, con una velocidad de 130 km/ h.

35 Los cálculos proporcionados en para el Bombardier CRJ-200 y el Boeing 747-400 muestran resultados similares y verifican que el agregado de vidrio espumado del ejemplo del modo de realización proporcionará un sistema de intercepción de aeronaves de usos múltiples, donde las aeronaves están siendo interceptados de una manera segura con tasas de deceleración de 0,7 a 1,0 g y longitudes de frenado en el intervalo de 90 a 200 m.

Segundo ejemplo de modo de realización

40 El segundo ejemplo de modo de realización se hace a lo largo de la misma solución de principio que el primer ejemplo de modo de realización, en el que el interceptor está hecho del mismo agregado de vidrio espumado con una fracción de huecos nominal similar y una distribución de tamaño de partículas como la dada para el primer ejemplo de modo de realización, y se da aproximadamente la misma longitud A y profundidad B del lecho. El ejemplo del modo de realización se muestra desde el lateral en la figura 3. Por favor tenga en cuenta que la longitud del lecho ha sido truncada en la figura.

45 La principal diferencia es que el lecho 1 de agregado de vidrio espumado en el segundo ejemplo de modo de realización se coloca directamente sobre el terreno 2 sin formar un pozo/depresión, véase la figura 3. En este caso, el lecho de vidrio espumado necesita ser contenido mediante el uso de una estructura 6 mecánica a lo largo de la periferia del lecho. La estructura mecánica, de forma ventajosa, debe ser diseñada para funcionar como una rampa tanto para entrar como para salir del lecho de agregado 1. Esto puede obtenerse a través de la formación de la estructura 6 mecánica con una sección transversal triangular de tal manera que un avión que se dirige hacia el lecho 1 se moverá sin problemas hacia arriba en la rampa y entrará en el lecho 1 por hundirse en el lecho rodando a lo largo de la parte inferior 3 con pendiente del lecho hasta que la rueda 5 queda suspendida en el agregado de vidrio espumado. El ángulo de inclinación puede ser el mismo que el dado en el primer ejemplo de modo de realización, pero también se pueden emplear otros ángulos de inclinación. El lecho está cubierto por una capa de césped artificial 4.

55

Tabla 1: Ensayos de compresión sobre agregado de tres fracciones de huecos nominales, cada una con una distribución del tamaño de partícula, como se muestra en la figura 4.

Agregado con una fracción de huecos nominal de un 94,6 % (correspondiente a una densidad de 135kg/ m ³)		
Porcentaje de compresión [%]	Fuerza de compresión [N]	Resistencia a la compresión [MPa]
20	32.500	0,46
25	48.000	0,68
30	55.000	0,78
40	90.000	1,28
Porcentaje de compresión [%]	Fuerza de compresión [N]	Resistencia a la compresión [MPa]
20	38.000	0,54
25	50.000	0,71
30	58.000	0,82
40	92.000	1,30
Porcentaje de compresión [%]	Fuerza de compresión [N]	Resistencia a la compresión [MPa]
20	55.000	0,78
25	61.000	0,86
30	90.000	1,28
40	120.000	1,70

Referencias

- 5 1. Matthew Barsotti y otros, informe publicado el 21 de enero de 2010 con el título "Desarrollo de mejora de sistemas de intercepción de aeronaves civiles" en el Programa de investigación cooperativa de aeropuertos, administrado por la Junta de investigación de transporte de las Academias Nacionales, EE.UU.

Reivindicaciones

1. Sistema de intercepción de vehículos, en el que el sistema comprende:
 - una zona de intercepción de vehículos que comprende un lecho relleno de un agregado de vidrio espumado con tamaños de partícula que van desde 0,25 cm a 15 cm y fracciones de huecos nominales de aproximadamente 70 a un 98%, y
 - una cubierta superior que cubre la superficie superior del lecho de agregado de vidrio espumado.
2. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agregado de vidrio espumado se realiza mediante de vidrio de sosa y cal o vidrio de sosa, con fracción de huecos nominal en un rango comenzando en un 75% y terminando en un 95%.
3. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la fracción de huecos nominal está en uno de los siguientes rangos: de 80 a 90%; de 83 a 88%; y de 85 a 87%.
4. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que el agregado de vidrio espumado tiene una gradación con tamaños de partícula de cualquier rango comenzando en 0,25 cm y terminando en 15 cm.
5. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el agregado de vidrio espumado tiene una gradación de uno de los siguientes rangos: de 0,25 a 10 cm; de 0,5 a 8 cm; de 0,7 a 7 cm; y de 1 a 6 cm.
6. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agregado de vidrio espumado tiene una fracción de huecos nominal de un 93,8% y las partículas de agregado tienen una agregación de 0,4 a 6,3 cm y un tamaño medio de partícula de 4,8 cm, y en el que la profundidad del lecho es de 91 cm y la longitud del lecho es 200 m.
7. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la distribución del tamaño de partícula del agregado de vidrio espumado es de un 0,88% en peso de partículas, con tamaños de 4 a 8 mm, 0,29% en peso, con tamaños de 8 a 12,5 mm, un 1,03% en peso, con tamaños de 12,5 a 14 mm, un 1,91% en peso, con tamaños de 14 a 16 mm, un 4,21% en peso, con tamaños de 16 a 20 mm, un 33,45% en peso, con tamaños de 20 a 31,5 mm, un 35,30% en peso, con tamaños de 31,5 a 40 mm, un 15,13% en peso, con tamaños de 40 a 50 mm, un 5,74% en peso, con tamaños de 50 a 63 mm, y un 0,31% en peso, con tamaños superiores a 63 mm.
8. Sistema de intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la cubierta superior está hecha de uno de: lonas impermeables poliméricas, láminas de plástico y césped artificial.
9. Método para la intercepción de vehículos, en el que el método comprende:
 - hacer un lecho en el terreno, donde los vehículos deben ser interceptados,
 - llenar el lecho con agregado de vidrio espumado con tamaños de partícula que van desde 0,25 cm a 15 cm y fracciones de huecos nominales de aproximadamente un 70 a un 98%, y
 - cubrir la superficie superior del lecho con una cubierta superior.
10. Método para la intercepción de vehículos de acuerdo con la reivindicación 9, en el que
 - el vehículo a ser interceptado es un avión,
 - se forma un lecho en el final de una pista de despegue con una profundidad de 91 cm y una longitud de 200 m,
 - se utilizan agregado de vidrio espumado con una fracción de huecos nominal de un 93,8% y las partículas del agregado tiene una agregación de 0,4 a 6,3 cm y un tamaño medio de partícula de 4,8 cm y
 - se cubre el agregado de vidrio espumado con un césped artificial como cubierta superior.
11. El uso de agregado de vidrio espumado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en sistemas de intercepción de vehículos.

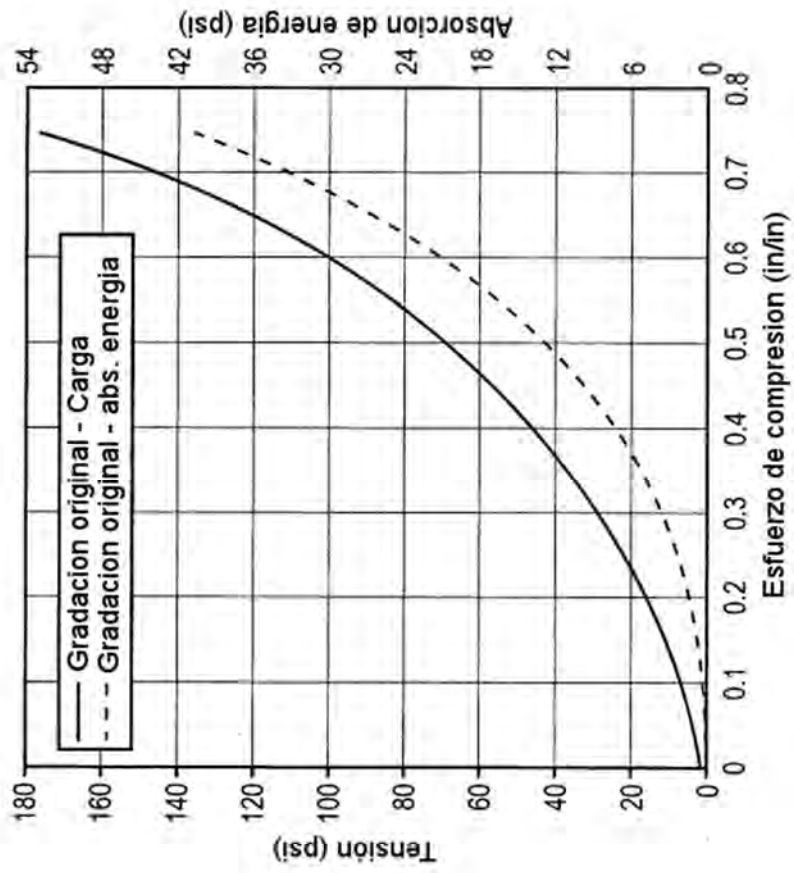


FIG. 1

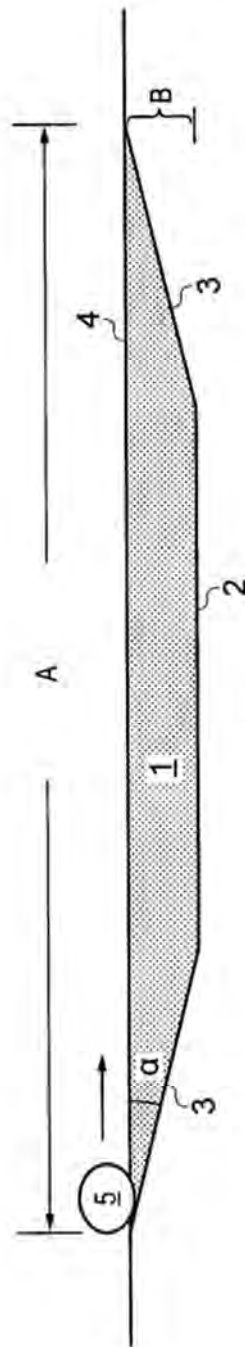


FIG. 2

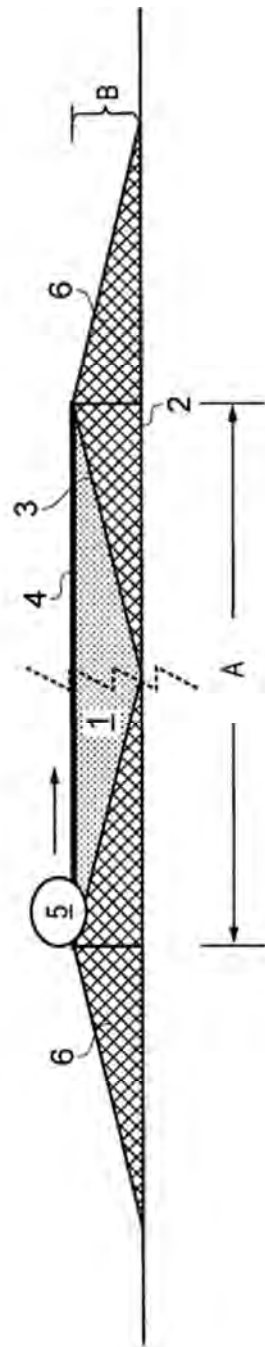


FIG. 3

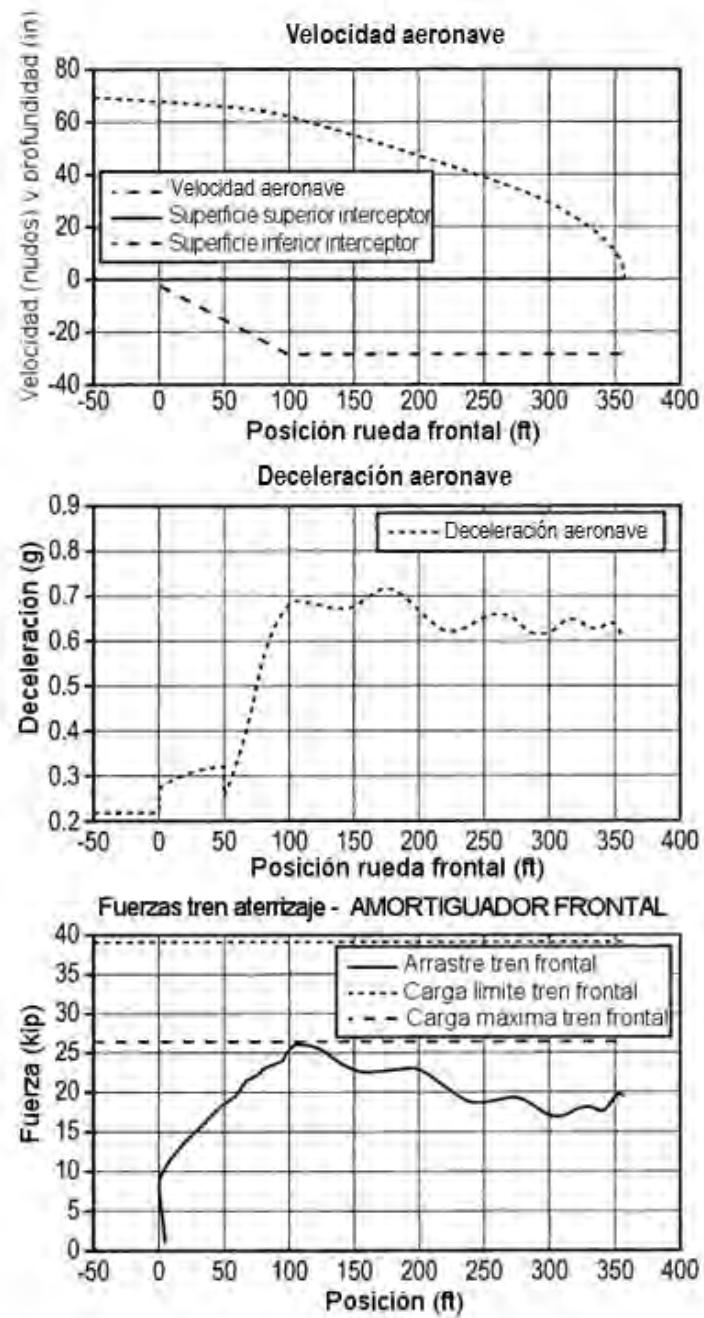


FIG. 4

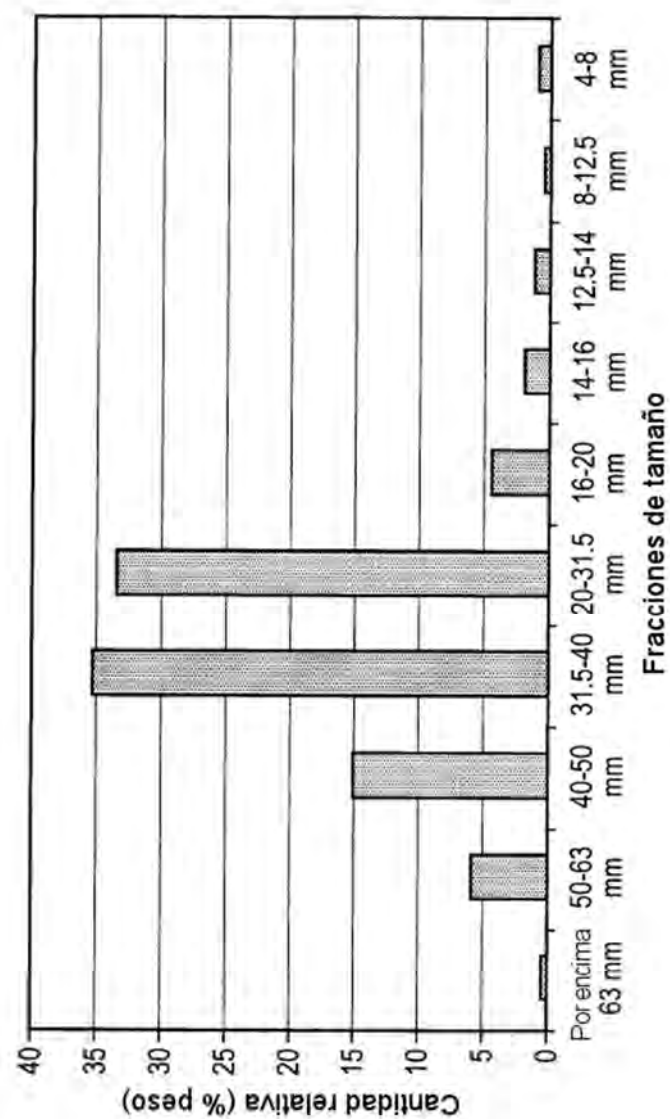


FIG. 5

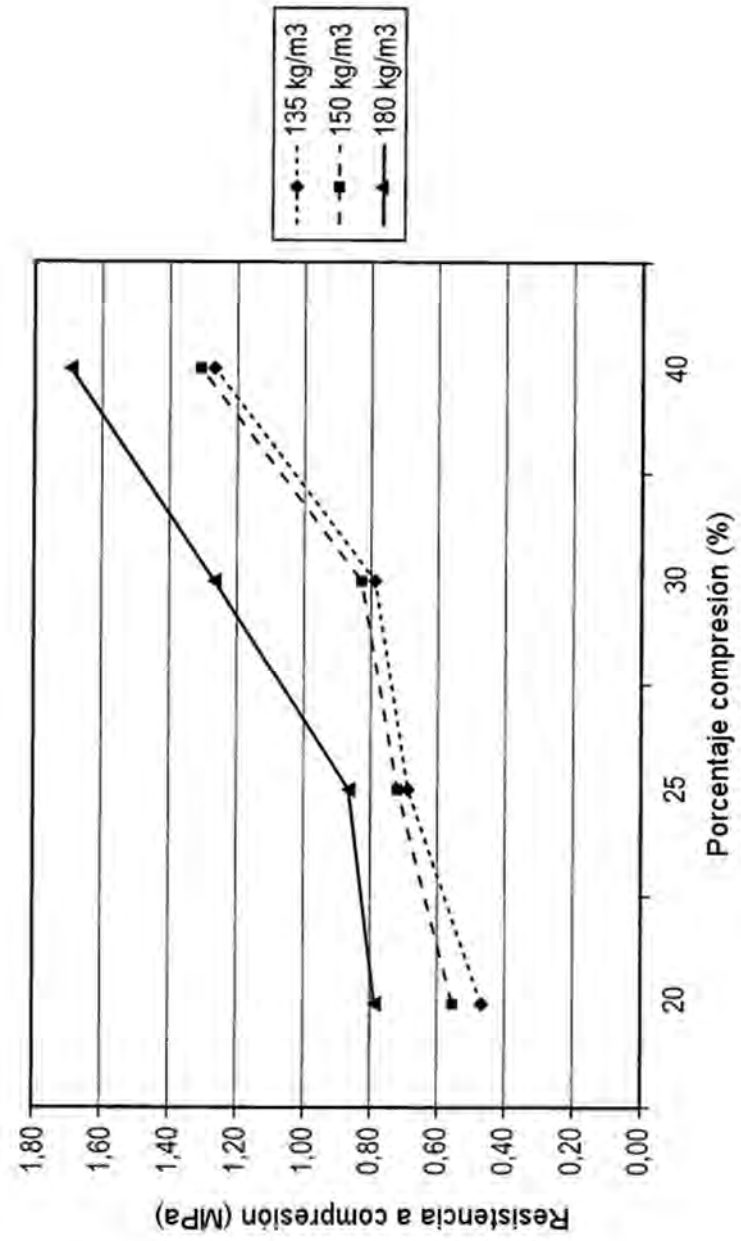


FIG. 6