

EL ANÁLISIS EN FRECUENCIA: UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA ANALIZAR LA ABSORCIÓN DE IMPACTOS EN PAVIMENTOS DEPORTIVOS

Juan Vicente Durá Gil
Instituto de Biomecánica de Valencia

EL ANÁLISIS EN FRECUENCIA DE LAS PROPIEDADES DE MATERIALES VISCOELÁSTICOS ES una técnica muy utilizada por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) en el análisis de calzado y sus componentes. Aplicada a los pavimentos deportivos proporciona información complementaria a los ensayos de la norma, permitiendo distinguir entre características que los ensayos de la normativa de la Federación Internacional de Atletismo y la norma DIN no estudian: la rigidez y la disipación de energía.

Frequency analysis: an alternative method to analyse shock absorption by sports surfaces
The frequency analysis of the properties of viscoelastic materials is a widely used technique at the IBV for the analysis of footwear and footwear components. Applied to sports surfaces, it yields additional information to the tests in the Standards. This allows to study characteristics not included in the International Athletics Federation and DIN Standards: rigidity and energy dissipation.

Los materiales viscoelásticos se usan en muchas aplicaciones en el mundo del deporte, especialmente en calzado y en pavimentos deportivos. El uso de este tipo de materiales tiene como objetivo prevenir las lesiones basándose en la propiedad de disminuir las vibraciones de impacto que se producen al correr o saltar y que se transmiten a lo largo del sistema músculo-esquelético del deportista. >

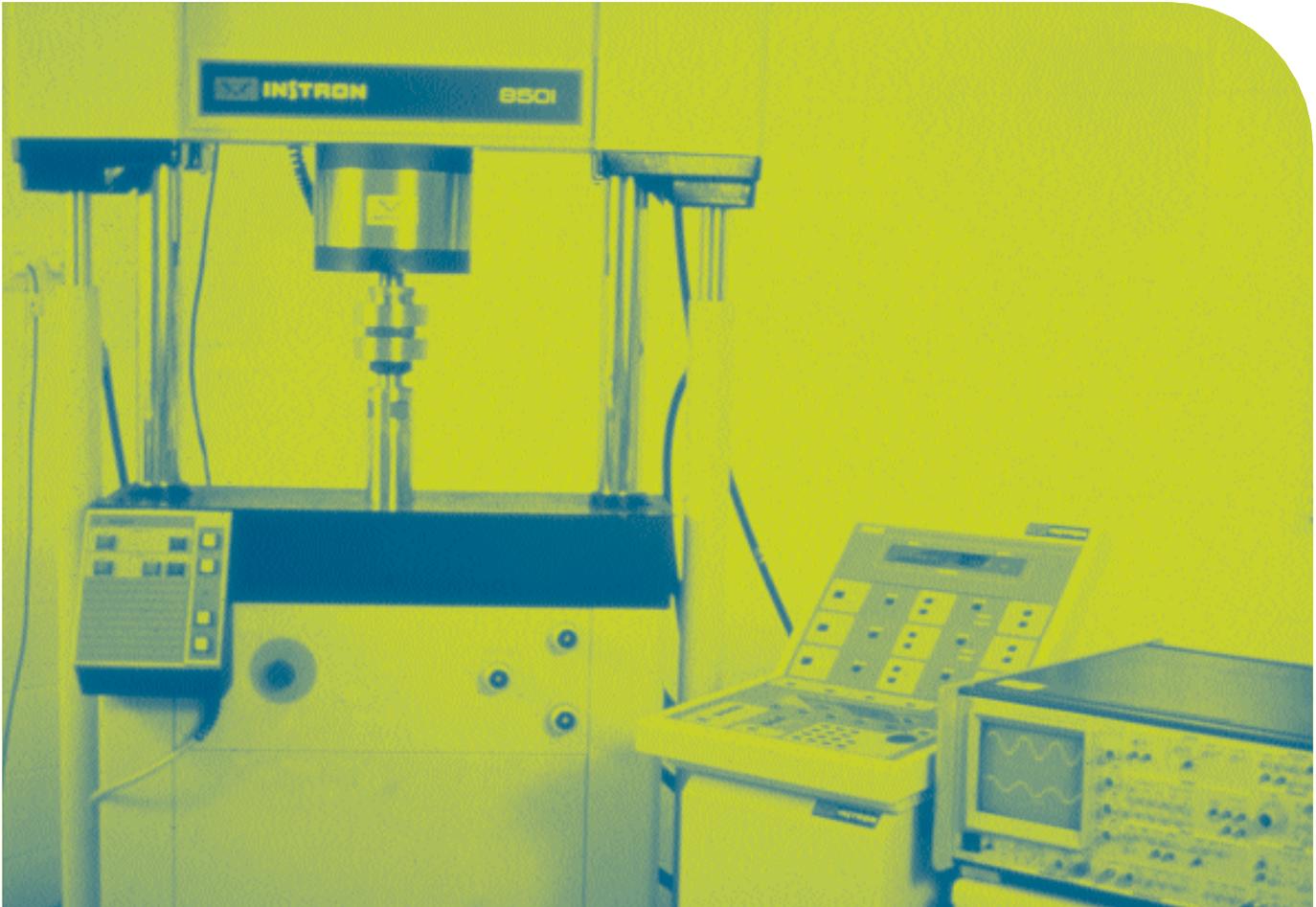


Figura 1: Ensayo de impacto con máquina Instron.

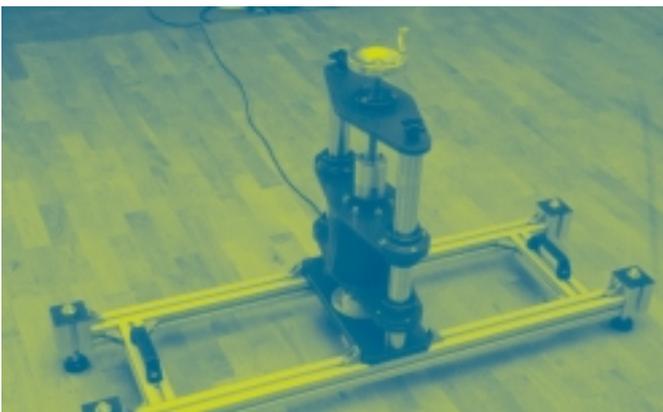


Figura 2: Atleta artificial.

> Se ha demostrado que elementos cartilagosos presentes en los meniscos o los discos intervertebrales son buenos amortiguadores de impactos naturales pero, a lo largo del tiempo, sufren trastornos degenerativos que disminuyen sus propiedades y que acaban por lesionarse. Los materiales viscoelásticos son amortiguadores artificiales que se utilizan para ayudar o prevenir las lesiones de los sistemas naturales presentes en el cuerpo humano.

Los ensayos que aparecen en las diferentes normas de pavimentos deportivos se basan en parámetros de fuerza o aceleraciones medidas durante un ensayo de impacto. Este tipo de ensayos tiene algunas limitaciones. Una de ellas es que las aceleraciones y fuerzas van a depender de la altura y masa de caída. Otra limitación es que sólo consideran

valores máximos, perdiendo la información que el estudio de las curvas fuerza-deformación puede proporcionar.

Los dos parámetros que deben estudiarse en los materiales viscoelásticos, por su interés desde el punto de vista de la absorción de impactos, son la rigidez y la capacidad de disipación de energía. La rigidez está relacionada principalmente con la fuerza transmitida y la disipación con la energía que absorbe el material y no se transmite a la cadena músculo-esquelética. De forma que un material amortiguador o que atenúa los impactos puede hacerlo mediante una baja rigidez, mediante una alta disipación de energía o también mediante una combinación de ambos mecanismos.

En los materiales viscoelásticos las dos propiedades van a depender de la rapidez de aplicación de la carga, de forma que los materiales tienen diferentes comportamientos en función de la velocidad del impacto. Si realizamos un análisis del contenido en frecuencias de la fuerza que el deportista aplica sobre el pavimento al correr o saltar, veremos que los impactos más rápidos tienen mayor contenido de frecuencias altas. Las altas frecuencias son más peligrosas para el sistema músculo-esquelético dado que está menos preparado para absorberlas. Por tanto es importante analizar cómo se comportan los materiales en función de la frecuencia mediante ensayos de impactos con un contenido en frecuencias similar al que se produce en la realidad: un buen material para andar puede no serlo para correr, o viceversa.

El Instituto de Biomecánica de Valencia ha desarrollado una metodología de ensayo que permite analizar el comportamiento de los materiales en función de la frecuencia. Dicha metodología consiste en aplicar una serie de impactos con nivel y velocidad de aplicación controlados. El nivel y la velocidad varían en función del tipo de aplicación: deporte, caminar, etc.

A partir de las señales de fuerza y deformación se puede analizar la rigidez y la disipación de energía en función de la frecuencia. El parámetro que se utiliza para evaluar la disipación de energía es la tangente de pérdidas (TP). La tangente de pérdidas es el cociente entre la energía disipada (E_D) y la energía elástica o devuelta (E_E), de forma que la suma de las dos energías es la energía total (E_T) transmitida al material durante el ensayo.

$$E_T = E_D + E_E$$

$$TP = \frac{E_D}{E_E}$$

De forma que TP es cero cuando el material tiene un comportamiento totalmente elástico y no disipa energía, y vale 1 cuando el material disipa la misma cantidad de

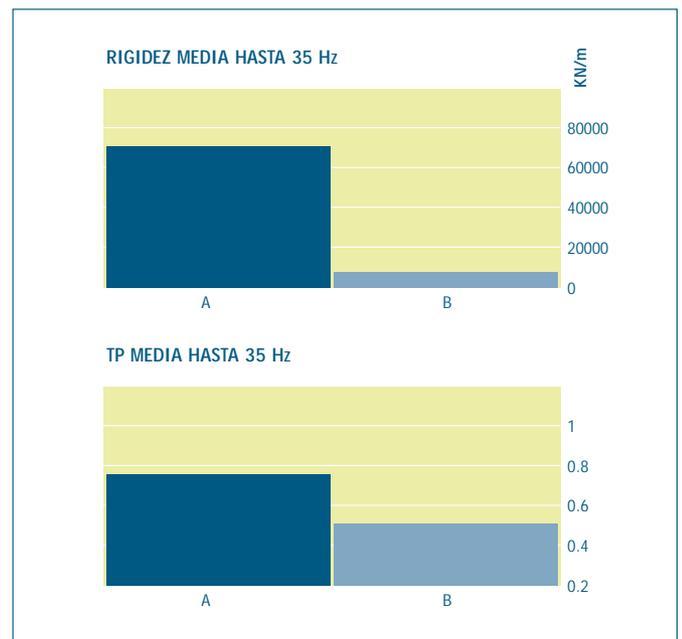
energía que devuelve. Es difícil encontrar materiales con TP mayores de 1.

Como ejemplo de la utilidad de esta técnica mostramos los resultados obtenidos al comparar dos pavimentos sintéticos que ensayados con el atleta artificial que se describe en la norma alemana (DIN18032) y en el manual de Federación Internacional de Atletismo (IAAF).

Utilizando únicamente el atleta artificial no podríamos distinguir las propiedades de los dos pavimentos, ya que dan resultados similares:

Ensayos con Atleta artificial		
PAVIMENTO	MATERIAL	ABSORCIÓN
A	PVC	19%
B	CAUCHO	20%

Sin embargo, con la técnica de análisis en frecuencia sí que podemos ver las diferencias:



Como puede verse la técnica de análisis en frecuencia distingue entre los dos pavimentos, dado que el pavimento "A" consigue reducir los impactos utilizando una TP alta, mientras que el pavimento "B" consigue el mismo efecto mediante una baja rigidez.

Con la técnica de análisis en frecuencia se abre una línea de investigación para relacionar la rigidez y la disipación de energía con el rendimiento y las lesiones del deporte. De forma que esta técnica de ensayo tal vez nos permita empezar a comprender porqué pavimentos que tienen características similares, según la normativa actual de los pavimentos deportivos ensayados utilizando el atleta artificial, no son valorados igual por los deportistas o usuarios.