

# La Estabilidad de los Arcos en un Medio Granular

C. Lozano\*, I. Zuriguel, A. Garcimartín y G. Lumay‡  
Departamento de Física y Matemática Aplicada  
Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra  
31080 Pamplona

Un medio granular es un conjunto numeroso de partículas de similares características que manifiestan comportamientos colectivos. Una de las propiedades características de los medios granulares es su capacidad para formar arcos. Se puede definir *arco* como una estructura espacial de partículas que se sostienen entre si. Como los arcos son mecánicamente estables, provocan atascos, que detienen el movimiento ordenado de los granos o al menos lo dificultan.

El trabajo consiste en el estudio experimental de la estabilidad de los arcos formados en un silo en 2D aplicando una vibración vertical. El objetivo es encontrar algún tipo de relación entre la estabilidad de los arcos y la geometría de los mismos.

El sistema experimental está formado por un silo bidimensional, en el cual hay un orificio que deben atravesar los granos. Este tipo de montaje permite observar cada arco individualmente. El silo se coloca encima de un vibrador electromecánico. Con ello se pretende analizar el efecto de la vibración sobre cada arco en particular, y buscar parámetros característicos (como puede ser una amplitud característica, o una frecuencia, o un tiempo de espera). Además, si se emplean recipientes bidimensionales se pueden observar directamente los arcos, lo cual permite caracterizarlos geoméricamente mediante análisis de imágenes<sup>1</sup>.

El principal factor que determina la estabilidad de un arco frente a vibraciones externas es el ángulo máximo que se forma entre cualquier partícula del arco y sus dos vecinas (véase el *inset* de la Figura 1). Denominamos *defecto* a la partícula que tenga un ángulo con sus vecinas superior a  $180^\circ$ . El principal resultado que se ha obtenido es que cuanto mayor sea este ángulo, más fácil es romper el arco (véase la Figura 1). Con base a un análisis del balance de fuerzas involucrado en un defecto, se ha dado una explicación sencilla para esta dependen-

cia. De este análisis se puede extraer información del valor de las fuerzas normales y los coeficientes de fricción de estas partículas.

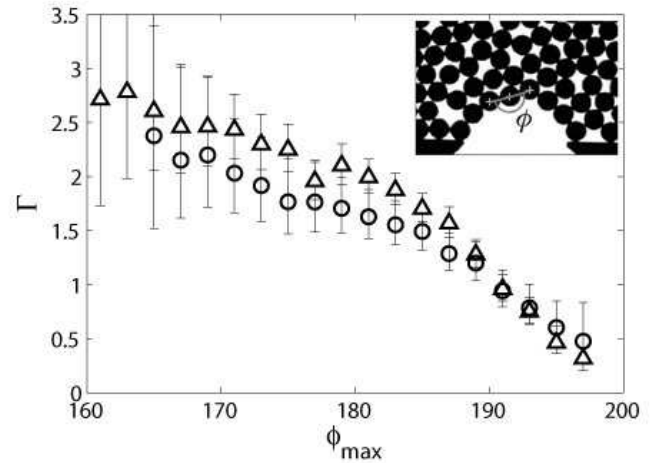


FIG. 1. Aceleración a la que se rompe un arco  $\Gamma$  en función del ángulo máximo  $\phi_{max}$ . Donde los triángulos corresponden a bolas de acero y los círculos a bolas de latón. Se representa la media y las barras de error corresponden a los intervalos de confianza del 95%. *Inset*: Una fotografía de un arco, indicando el ángulo  $\phi$  de una partícula.

\* clozano@alumni.unav.es

<http://fisica.unav.es/granular>

‡ GRASP, Université de Liège, B-4000 Liège, Bélgica.

<sup>1</sup> A. Garcimartín, I. Zuriguel, L. A. Pugnaloni, A. Janda, *Phys. Rev. E* **82**, 031306 (2010).