

Nombre del curso : Geofísica de medios granulares

1) Lugar de realización del curso : Facultad de Ciencias

Docente Responsable : Thomas Gallot

2) Programa

Objetivo general

Estudio de comportamiento de los medios granulares en procesos geofísicos, con énfasis en la experimentación a escala de laboratorio y el análisis de datos.

Objetivos específicos

- Rol de los medios granulares en sistemas naturales.
- Física de los medios granulares: estática, dinámica (flujo, jamming, etc.) y propagación de ondas.
- Experimentos de laboratorio.
- Procesamiento de datos.

Temario sintético:

Módulo 1: Introducción y Propiedades Estructurales (Clases 1-3)

Definición y comportamientos (sólido/fluido) de los medios granulares. Propiedades estáticas: ángulo de reposo, densidad aparente, compacidad. Fenómenos colectivos: Descarga de silos, Jamming, efecto nueces de Brasil, avalanchas.

Módulo 2: Fuerzas y Contactos a Escala de Grano (Clases 4-7)

Distribución de fuerzas: cadenas y redes de contacto. Mecánica de contacto: Ley de Hertz e histéresis. Experimentación con discos fotoelásticos y columnas bajo carga.

Módulo 3: Fricción y Dinámica (Clases 8-9)

Fricción granular y fenómeno stick-slip (deslizamiento intermitente). Leyes de fricción (Coulomb-Amontons) y conceptos como healing. Simulación de fallas geológicas en laboratorio.

Módulo 4: Ondas y Analogías Geofísicas (Clases 10-13)

Propagación de ondas en medios granulares y teorías de medio efectivo. Introducción a la sismología: escalas, magnitud, slip. Análisis de terremotos a escala de laboratorio.

3) Carga horaria

4 horas presenciales por semana durante 15 semanas.

Carga horaria total: 180 horas (30 hs teóricas + 30 hs prácticas + 120 hs trabajo domiciliario).

4) Modo de evaluación

- Informes del curso: 50%
- Presentación oral individual: 50%

Evaluación continua: Entrega de informes. La evaluación de cada informe es realizada por los docentes siguiendo pautas detalladas claramente establecidas previamente, con una devolución y posibilidad de corrección. La nota mínima de aprobación de cada informe es "Aceptable".

Evaluación final: Cada estudiante deberá realizar una presentación oral de 15-20 minutos. Esta presentación personal debe cubrir la globalidad de los conceptos, resultados y conclusiones más relevantes. La nota mínima de aprobación de la presentación oral es "Aceptable".

5) Bibliografía y Material de Estudio

J. Duran : Sands, Powders, and Grains: An Introduction to the Physics of Granular Materials (Springer, 2000).

V. F. Nesterenko, *Dynamics of Heterogeneous Materials* (Springer, 2001).

Daraio et al., *Nature* 2005 – "Tunable acoustic transmission through nonlinear chains".

Coste et al., *Phys. Rev. E* 60, 1999 – "Solitary waves in granular media".

Andreotti, B., Forterre, Y. & Pouliquen, O. *Granular Media: Between Fluid and Solid* (Cambridge University Press, 2013).

6) Cronograma

Semana	Tema	Actividad / Experimento
1	¿Qué son los medios granulares?	Observación de distintos materiales, discusión sobre comportamiento sólido, fluidizado. Fricción. Temas abiertos en medios granulares.
2-3	Descripción estructural	Medición de ángulo de reposo y densidad aparente. Compacidad. Número de coordinación. Descarga de medios granulares. Jamming. Efecto nueces de Brasil. Avalanchas de granos o flujo de deslizamientos como analogía de landslides. Exp. 1. Efecto Janssen en una columna granular — Saturación de presión y fricción con las paredes en silos. Exp. 2. Flujo en reloj de arena y ley de Beverloo — Descarga granular a través de un orificio. Exp. 3. (Numérico) Estructura local de medios granulares — De packing aleatorio a jamming.
4-5	Cadenas de fuerzas	Redes de contactos, cadenas de fuerzas. Exp. 4. Coeficiente de restitución elástica — Disipación de energía en colisiones entre granos. Exp. 5. Ley de contacto de Hertz — Verificación de la relación fuerza-desplazamiento no lineal entre dos esferas. Exp. 6. Visualización fotoelástica de esfuerzos — Cadenas de fuerza en ensamblajes granulares 2D.
6-7	Contactos, leyes de Hertz, histéresis	Análisis de curvas fuerza-deformación simples. Introducción al modelado con contactos elásticos.

8-9	Fricción granular y stick-slip	Fricción y stick-slip. Coulomb-Amontons. Conceptos como healing. Registro de fuerza y desplazamiento. Histogramas de eventos, distribución de magnitudes. Exp. 7. Leyes de fricción de Coulomb — Verificación de las leyes de fricción de Amontons-Coulomb. Exp. 8. Movimiento Stick-Slip — Oscilaciones periódicas por inestabilidad de fricción.
10-11	Ondas en medios granulares	Introducción a propagación de ondas en medios granulares, teoría de medios efectivo no-lineales, teoría de Biot. Exp. 9. Propagación de ondas en medios granulares a escala macroscópica — Métodos geofísicos.
12-13	Terremotos a escala de laboratorio	Introducción a la física de terremotos: escala de Richter, momento, magnitud, slip. Análisis de datos de terremotos a escala de laboratorio.
14-15	Presentaciones finales	Elegir uno de los experimentos del curso y agregarle un análisis original, o desarrollar un mini-proyecto experimental o numérico en un tema acordado.
