



## SIMULACIÓN DE ELEMENTOS DISCRETOS PARA MINERÍA

### I. INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del Curso:** Simulación de Elementos Discretos para minería

**Duración:** 32 horas

**Requisitos:**

- Conceptos básicos de física: Fricción, choque de partículas (coeficiente de restitución)
- Conceptos básicos de resistencia de materiales: Elasticidad (módulo de Young, coeficiente de Poisson)

### II. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El presente curso comienza describiendo conceptos básicos acerca del manejo de material granular tales como choque de partículas, algoritmo DEM, modelos, entre otros.

Posteriormente, se describe la configuración de las simulaciones, mediante el software Altair EDEM, de equipos utilizados en la industria minera como son los chutes de transferencia, las chancadoras de mandíbulas, las chancadoras cónicas y los molinos semiautógenos.

### III. SUMILLA

Curso teórico-práctico en el que se aprende a analizar equipos de uso minero que trabajan con material granular.

Se describirá de manera detallada el procedimiento seguido para configurar la simulación de equipos como chutes de transferencia, chancadoras y molinos semiautógenos.

### IV. OBJETIVOS

- Proporcionar a los alumnos el entendimiento del algoritmo básico seguido por las simulaciones mediante métodos de elementos discretos.
- Familiarizar a los alumnos con las posibilidades que ofrece el software Altair EDEM.
- Familiarizar a los alumnos acerca del procedimiento seguido para configurar simulaciones en el software Altair EDEM de equipos que transportan y rompen partículas.



## V. PROGRAMA ANALÍTICO

### UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN AL CURSO (4h)

1. Acerca de Altair
2. Acerca de EDEM. Ventajas del software
3. Choque de partículas y discretización del tiempo
4. Algoritmo de simulación y modelos presentes en EDEM
5. Análisis granulométrico con tamices

### UNIDAD 2: INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE EDEM (8h)

1. Instalación del software
2. Familiarización con el entorno de EDEM
3. Barra de herramientas principal, espacio de trabajo 3D, EDEM Creator, EDEM Simulator, EDEM Analyst
4. Guardado y manejo de archivos de EDEM
5. EDEM Creator: Físicas y modelos
6. EDEM Creator: Materiales para partículas y equipos. Interacción de materiales
7. EDEM Creator: Creación de partículas: Formas por defecto, y aproximación multiesfera.
8. EDEM Creator: Tamaño de partículas
9. EDEM Creator: Uso de geometrías y movimientos
10. EDEM Creator: Creación de entradas de partículas
11. EDEM Creator: Ambiente de simulación y dominio de simulación
12. EDEM Simulator: Duración de la simulación, definición del timestep y selección de motor de solución. CPU vs GPU
13. EDEM Simulator: Cambios durante la simulación
14. EDEM Analyst: Visualización de equipos, partículas y gráficos

### ***EVALUACIÓN 1: CUESTIONARIO SOBRE LOS FUNDAMENTOS DE LAS SIMULACIONES DEM***

### UNIDAD 3: CALIBRACIÓN DE MATERIALES (6h)

1. Generic EDEM Material Model (GEMM) Database
2. Calibration Kit models

### ***EVALUACIÓN 2: CALIBRACIÓN Y SIMULACIÓN DE INTERACCIÓN ENTRE GEOMETRÍAS Y PARTÍCULAS REALES***



## **UNIDAD 4: SIMULACIÓN DE CHUTE DE TRANSFERENCIA (4h)**

1. Descripción del equipo
2. Cálculo del flujo másico, análisis de la segregación y ángulo de incidencia
3. Influencia de la forma y distribución de tamaños de las partículas
4. Análisis del desgaste

## **UNIDAD 5: MODELO DE ROTURA (1h)**

1. Modelo de rotura de Tavares: análisis del modelo y aplicación
2. Simulaciones básicas con rotura:
  - a. Configuración de los modelos de rotura
  - b. Simulación impacto partícula-partícula
  - c. Obtención de la distribución de los tamaños de las partículas producto (PSD)

## **UNIDAD 6: SIMULACIÓN DE CHANCADORA DE MANDÍBULAS SINGLE-TOGGLE (3h)**

1. Descripción del equipo
2. Configuración del movimiento excéntrico y la barra tensora
3. Simulación de la influencia del material a triturar
4. Simulación de la influencia de la tasa de alimentación y el tamaño de las partículas
5. Obtención del flujo másico a la salida y la distribución de tamaños de partículas producto (PSD)
6. Análisis de la presión y fuerza en las placas de chancado
7. Análisis del desgaste en las placas de chancado

## **UNIDAD 7: SIMULACIÓN DE CHANCADORA CÓNICA (2h)**

1. Descripción del equipo
2. Configuración del movimiento del manto
3. Simulación de la influencia del diseño del manto en el rendimiento del equipo
4. Obtención del flujo másico a la salida y la distribución de tamaños de partículas producto (PSD)
5. Análisis del desgaste del bowl liner



## **UNIDAD 8: SIMULACIÓN DE MOLINO SEMIAUTÓGENO (SAG MILL) (3h)**

1. Descripción del equipo
2. Simulación de un molino semiautógeno. Configuración de un dominio periódico
3. Forma de la carga en diferentes secciones
4. Trayectorias de las partículas
5. Cálculo del flujo volumétrico en la descarga
6. Análisis del espectro de energía de colisión
7. Análisis del desgaste de los revestimientos

### ***EVALUACIÓN 3: SIMULACIÓN DE UN EQUIPO***

## **UNIDAD 9: SIMULACIÓN MULTI-FÍSICA CON EDEM (1h)**

1. Acople DEM-MBD con MotionSolve
2. Simulación estructural en Altair SimSolid
3. Acople DEM-CFD con Altair AcuSolve

## **VI. METODOLOGÍA**

Las unidades 1 y 5 son teóricas mientras que el resto son prácticas. Las sesiones teóricas sirven para exponer los conceptos, algoritmos y modelos básicos utilizados en las simulaciones DEM, mientras que las sesiones prácticas consisten en el uso del software EDEM para simular los equipos seleccionados. Asimismo, las sesiones prácticas correspondientes a las unidades 3, 7 y 9 presentan las evaluaciones E1, E2 y E3 respectivamente.

## **VII. EVALUACIÓN**

Fórmula para el cálculo de la nota final:

$$NOTA\ FINAL = \frac{E1 + 2 * E2 + 2 * E3 + AP}{6}$$

NOTA FINAL: Promedio final del curso

E1: Nota correspondiente a la tarea número 1

E2: Nota correspondiente a la tarea número 2

E3: Nota correspondiente a la tarea número 3

AP: Nota correspondiente a la asistencia y participación