

# AVANCES EN LA TECNOLOGÍA DE ELEMENTOS FINITOS

El académico **Alejandro Ortiz** trabaja en la formulación e implementación de técnicas numéricas que representan una generalización del Método de los Elementos Finitos (FEM). Su objetivo es abordar problemas más complejos en el área de la mecánica de sólidos computacional.





Desde su invención, el Método de los Elementos Finitos (FEM, por su sigla en inglés) ha ido evolucionando para dar respuesta a problemas cada vez más complejos y de mayor requerimiento de capacidad computacional. No obstante, debido a su gran dependencia sobre la calidad de los elementos de la malla, los resultados numéricos, de este método pueden verse comprometidos. Interesado en desarrollar nuevos métodos numéricos para subsanar las deficiencias del tradicional FEM, el profesor Alejandro Ortiz trabaja en la formulación e implementación de técnicas numéricas para la simulación en el área de la mecánica de sólidos computacional.

Mientras cursaba su doctorado comenzó a trabajar en esta área, estudiando nuevas formas de aproximar numéricamente las variables físicas presentes en las ecuaciones que gobiernan la mecánica de sólidos. Para ello, utilizó una técnica de aprendizaje supervisado basado en el principio de la Máxima Entropía Informática de Shannon-Jaynes. Lo que dió origen a un método, que a diferencia del FEM, está basado en una nube de puntos, lo que es típico de un Método Sin Malla, por lo que se le denominó “*Maximum-Entropy Meshfree Method*”.

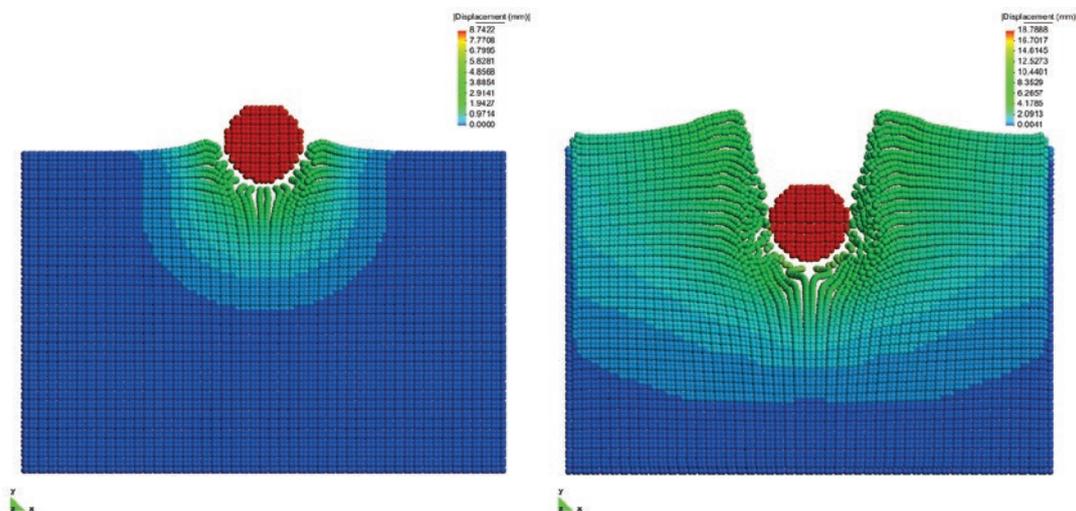
“En el caso de una simulación de un automóvil cuando este impacta contra una pared, el FEM requiere de una representación geométrica del vehículo para luego realizar sobre esta una discretización en pequeñas partes, lo que tradicionalmente se conoce como generación de malla. Cada uno de estos fragmentos es un elemento finito”, explica el académico, quien agrega que “posteriormente, utilizando la información geométrica de los elementos de dicha malla, se hace en ellos una aproximación del campo de desplazamientos. Esto origina un sistema matricial con el cual, luego de aplicar las condiciones iniciales y de contorno del problema, es posible obtener numéricamente los desplazamientos, y post proceso, los esfuerzos y deformaciones en el automóvil a medida que se desarrolla el impacto”, señala el profesor.

En su investigación, Ortiz ahonda en las ventajas de los Métodos Sin Malla respecto del FEM frente a la simulación de sólidos sometidos a grandes deformaciones, como es el caso del ejemplo anterior sobre el impacto de un automóvil. En ese sentido, el académico explica que “se utiliza el Método Sin Malla porque cuando se realiza una aproximación, que está restringida a un elemento finito en un problema de grandes deformaciones, la malla se deforma demasiado y en consecuencia los elementos se distorsionan. En estos casos la aproximación por Elementos Finitos no es buena, requiriendo incluso sucesivos remallados para preservar la calidad de la aproximación, lo que es costoso desde el punto de vista computacional”, puntualiza.

A diferencia de lo ocurre con el FEM - según señala el profesor - la principal característica de un Método Sin Malla es que es menos sensible a la distorsión de los elementos. “Lo único que se necesita para construir una aproximación son las coordenadas espaciales de los nodos, que incluso se pueden obtener de la misma malla que usa el FEM, lo que permite hacer una comparación directa con este método. El efecto es que podemos visualizar que los elementos de la malla se distorsionan más que lo que aceptaría el FEM, manteniendo la buena calidad de la aproximación”.

Otra de las investigaciones en las que trabaja Ortiz, desde el año 2016, es en la formulación de métodos numéricos para realizar simulaciones de problemas de mecánica de sólidos, utilizando mallas de elementos de geometría arbitraria, como son los elementos poligonales y los poliédricos. Estos también se pueden considerar como una generalización del FEM. Su motivación para utilizar este tipo de técnicas radica en que contar con elementos finitos de geometría arbitraria es una situación intermedia entre el FEM y un Método Sin Malla, en el sentido que un elemento poligonal/poliédrico es menos sensible a la distorsión que el FEM clásico.

El académico del DIMEC concluye que “la implementación de nuevos métodos numéricos se podría llevar fuera de la academia, empaquetando y comercializando un software, tal como ocurrió con el Método de los Elementos Finitos hace varias décadas. Sin embargo, esto sigue siendo parte de un sueño, por el elevado costo económico que implica, pero no hay duda de que en el DIMEC contamos con alumnos de postgrado capacitados a través de los cursos del área para eventualmente ser desarrolladores de este tipo de software”.



Simulación del impacto de un disco rígido sobre una placa de aluminio, utilizando métodos de partículas. Velocidad del disco 1160 m/s. Tiempo de simulación 50e-6 s.