



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **MODELO MULTIESCALAS DE CAMPO DE FASE PARA LA PREDICCIÓN DE LA TRANSICIÓN COLUMNAR-EQUIAXIAL DURANTE LA SOLIDIFICACION**

**Martín Cisternas Fernández<sup>1,2</sup>, Miha Založnik<sup>2</sup> y Hervé Combeau<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>C&T Software e Ingeniería SpA  
Av Carlos León 203, Laguna de Zapallar – Zapallar – Chile  
e-mail : [martin.cisternas@cytsi.cl](mailto:martin.cisternas@cytsi.cl)

<sup>2</sup>Université de Lorraine, CNRS, Institut Jean Lamour  
F-54000 Nancy – Francia  
e-mail : [miha.zaloznik@univ-lorraine.fr](mailto:miha.zaloznik@univ-lorraine.fr), [herve.combeau@univ-lorraine.fr](mailto:herve.combeau@univ-lorraine.fr)

### **RESUMEN**

La microestructura de aleaciones metálicas se forma durante el proceso de solidificación e influye de manera importante en las propiedades mecánicas del material. Por lo anterior, el control de su formación tiene relevancia científico/tecnológica para mejorar procesos y consecuentemente, mejorar las propiedades de los materiales. En este trabajo, se presenta un modelo multiescalas/multifase de solidificación para la predicción de la transición morfológica columnar-equiaxial en grandes dominios. Tres metodologías numéricas conocidas son introducidas en el modelo y son acopladas entre las diferentes escalas de solidificación: (1) una metodología numérica para rastrear la posición del frente columnar basada en una ecuación de campo de fase en grandes escalas, (2) una metodología para aproximar la fracción columnar en una celda 3D arbitraria de una malla de volúmenes finitos y (3) un modelo dendrítico mixto columnar/equiaxial para calcular la razón de solidificación y la velocidad del frente columnar en escalas microscópicas. El modelo es validado comparando sus resultados con mediciones experimentales y datos simulados de un caso de solidificación direccional de una aleación Al-7%Si. El modelo es luego utilizado para simular la solidificación de un lingote de acero de 4.2ton, considerando su geometría 3D completa y la transferencia de calor conjugada entre el lingote y los diferentes componentes del molde (molde, material refractario y material aislante). La posición de la transición columnar-equiaxial y la macrosegregación de carbono son comparados a las mediciones industriales. Una buena correspondencia se encontró entre los resultados del modelo y las observaciones experimentales.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen el centro de computación de alto rendimiento, EXPLOR, alojado por la Université de Lorraine, por los recursos computacionales provistos para llevar a cabo parte de las simulaciones.

## Desarrollo de disipadores de energía implementando elementos U-Shaped a base de aleaciones de Cobre SMA y Acero para su uso en Ingeniería Sísmica

Juan Rojas<sup>1</sup>, Catalina Santibáñez<sup>1</sup>, Ramiro Bazález<sup>2</sup> y Luis Pérez Pozo<sup>1</sup>

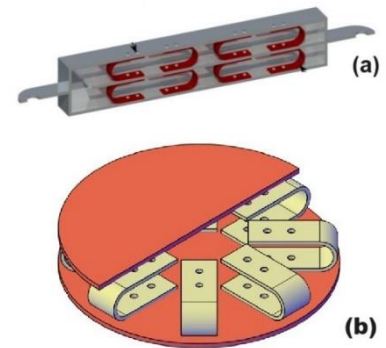
Universidad Técnica Federico Santa María Av. España 1680, Valparaíso

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica — <sup>2</sup>Departamento de Obras Civiles

e-mail : juan.rojasce@usm.cl

### RESUMEN

El diseño de estructuras en zonas sísmicas debe garantizar su operatividad posterior a un terremoto. Entre estas estructuras se encuentran los puentes viales, cuya resiliencia es crucial para asegurar las comunicaciones viales y reducir las pérdidas económicas derivadas de daños y colapsos. En este contexto, se propone investigar dispositivos para mejorar la resiliencia de estos puentes, implementando dos tecnologías emergentes en las investigaciones actuales: los disipadores de energía en forma de U (U-Shaped Dampers) y las aleaciones con memoria de forma a base de cobre (SMA Cu-Based). Actualmente, existen dos tipos de dispositivos diferenciados por la dirección en que soportan las cargas: unidireccionales (Figura 1.a) y multidireccionales (Figura 1.b). Esta investigación se centra en analizar paramétricamente estos dispositivos, simulando su comportamiento bajo cargas cíclicas mediante el Método de Elementos Finitos, considerando distintas combinaciones de propiedades mecánicas y geométricas. En este sentido, se ha encontrado que condiciones de contorno tipo libre o confinado influyen en el desempeño de los disipadores, efecto que está bajo estudio por su repercusión en el funcionamiento de los dispositivos.



**Figura 1:** Ejemplos de dispositivos disipadores de energía bajo estudio. (a) Riostra Unidireccional. (b) Sistema Multidireccional.

### Agradecimientos

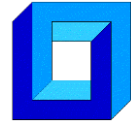
Se agradece al proyecto FONDECYT N°1231941 por su apoyo financiero a la investigación del uso de dispositivos disipadores de energía a base de elementos U-Shaped en el país.

### REFERENCIAS

- [1] H. Dong, R. Ma, Q. Han, and X. Du, “Seismic resilience of RC bridge with self-centering energy dissipation braces using SMA U-shaped plates”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 181, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2024.108632>
- [2] Muntasir Billah, A. H. M., Rahman, J., & Zhang, Q, “Shape memory alloys (SMAs) for resilient bridges: A state-of-the-art review”, In *Structures* (Vol. 37, pp. 514–527), Elsevier Ltd, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.01.034>



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **NUMERICAL ANALYSIS OF HYPERVELOCITY IMPACT OF SPACECRAFT AND SMALL DEBRIS IN LOW RADIATION DOSE ENVIRONMENT**

**Nain M. Ramos<sup>1</sup>, Sergio N. Gonzales<sup>1</sup>, Joel Huerta y José F. Oliden<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Grupo de Investigación de Ingeniería Mecatrónica, GIIM – Universidad San Ignacio de Loyola  
Av. La Fontana 550, La Molina – Lima – PERÚ  
e-mail : nramosa@usil.edu.pe, sergio.gonzalesl@usil.pe, jhuerta@usil.edu.pe

<sup>2</sup>Centro Avanzado de Mecatrónica Inteligente, CAMI - Universidad Nacional de Ingeniería  
Av. Túpac Amaru 210, Rímac 15333– Lima – PERÚ  
e-mail : joliden@uni.edu.pe

### **RESUMEN**

The increasing presence of space debris in Earth's orbit poses significant risks to operational satellites, with hypervelocity impacts being a critical concern. This paper presents a comprehensive analysis of hypervelocity impacts on satellites using the numerical simulation based in hydrocodes that considering low dose radiation damage. The study employs advanced computational methods to model the collision dynamics and assess the resulting damage to satellite structures. Various scenarios involving different debris sizes, velocities, and impact angles are simulated to understand the behavior of materials under extreme conditions. The results provide insights into the effectiveness of shielding designs and materials in mitigating damage, which is crucial for enhancing the resilience of satellites in orbit. This research contributes to the development of more robust satellite systems and informs strategies for debris mitigation and satellite protection.

### **Agradecimientos**

Agradecimientos a la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola y la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería por el apoyo brindado en realizar este trabajo.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional**

## **VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL CÓDIGO DSMCFOAM+ PARA SIMULACIONES DE CUBESATS EN VLEO**

**Juan Pablo Sticker<sup>1</sup>, Rodrigo Cassineli Palharini<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad Técnica Federico Santa María  
Av. Vicuña Mackenna 3939, San Joaquín, Región Metropolitana, Chile.  
e-mail : [juan.sticker@sansano.usm.cl](mailto:juan.sticker@sansano.usm.cl), [rodrigo.cassineli@usm.cl](mailto:rodrigo.cassineli@usm.cl)

### **RESUMEN**

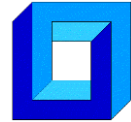
En respuesta a amenazas globales como el terrorismo y los desastres naturales, la necesidad de obtener rápidamente imágenes y datos satelitales se vuelve crucial. Tradicionalmente, las limitaciones de costos para el uso de órbitas terrestres muy bajas (VLEO) han restringido las misiones satelitales a altitudes más elevadas [1,2]. Sin embargo, la tecnología CubeSat, con su tamaño compacto y costo reducido, ha transformado este panorama al posibilitar una recolección de datos rápida y accesible [3]. Esto ha generado un gran interés, tanto en la industria espacial como en las agencias gubernamentales, por el potencial de obtener datos casi en tiempo real para telecomunicaciones, radar y ciencia espacial. A pesar de los desafíos asociados a operar en VLEO, como el aumento del arrastre atmosférico y los mayores requisitos de propulsión, sus ventajas potenciales lo convierten en una opción atractiva en el actual entorno espacial. Las investigaciones en curso se enfocan en optimizar el diseño de CubeSats 12U para estas condiciones mediante avances en aerodinámica. En este contexto, el objetivo de este trabajo es validar y verificar el código dsMcFoam+ utilizando casos de satélites en VLEO para asegurar la precisión de las simulaciones numéricas aplicadas. Los resultados obtenidos corroboran satisfactoriamente la robustez del código para las aplicaciones requeridas.

### **REFERENCIAS**

- [1] N.-L. Remuss, Responsive space for europe, elements for a roadmap for europe based on a comparative analysis with the us operational responsive space concept, Tech. Rep. 22, ESPI (2010).
- [2] N. H. Crisp, et al., The benefits of very low earth orbit for earth observation missions, Progress in Aerospace Sciences 117 (2020) 100619.
- [3] C. Cappelletti, D. Robson, Cubesat missions and applications, in: Cubesat Handbook, Academic Press, 2020, pp. 53–65.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **Bobinas Magnéticas en el Control de Actitud de Satélites: Modelización y Simulación**

**Ximena Celia Méndez Cubillos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Escuela de Ingeniería Mecánica – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Av. Los Carrera 01567 – Quilpué – CHILE  
e-mail : ximena.mendez@pucv.cl

### **RESUMEN**

La orientación de un satélite, en relación con un sistema de referencia conocido, se denomina actitud, y el movimiento de rotación alrededor de su centro de masa se denomina movimiento de actitud [1]. La actitud y el movimiento de actitud especifican la orientación espacial y el movimiento rotacional alrededor del centro de masa del satélite. Para determinar la actitud de un satélite en relación con un sistema de referencia, este debe estar equipado con sensores y/o actuadores que puedan proporcionar su orientación en relación con el Sol, la Tierra y/o alguna estrella fija. Los sensores se utilizan para proporcionar información de la posición y velocidad del satélite para el control. Los actuadores actúan sobre el satélite para realizar maniobras y/o hacer pequeñas correcciones con el fin de mantener la actitud del satélite de acuerdo con las especificaciones nominales. Diversos satélites utilizan bobinas magnéticas para su control de actitud en el espacio. La actuación planificada del torque generado por la interacción del campo magnético de la bobina con el campo magnético de la Tierra permite el control de la actitud del satélite. Este trabajo presenta la modelización y simulación de bobinas magnéticas, para el control de actitud de satélites artificiales.

### **REFERENCIAS**

[1] Wertz, J. R. Spacecraft attitude determination and control. London, England: D. Reideil Publishing Company, 1978. 861 p.