

## ANÁLISIS ISOGOMÉTRICO DE LÁMINAS UTILIZANDO SUBDIVISIÓN DE SUPERFICIES

### ISOGOMETRIC ANALYSIS OF SHELLS USING SUBDIVISION SURFACES

Carlos F. Estrada<sup>a</sup> y Fernando G. Flores<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Departamento de Estructuras, Universidad Nacional de Córdoba, Casilla de Correo 916, Córdoba, Argentina, carlos.estrada@unc.edu.ar - fernando.flores@unc.edu.ar, url <http://www.efn.unc.edu.ar/departamentos/estruct/>*

**Palabras clave:** Análisis isogeométrico, subdivisión de superficies, láminas delgadas, sin rotaciones.

**Resumen.** En este trabajo se presenta el análisis isogeométrico basado en subdivisión de superficies aplicados a láminas delgadas de pequeño espesor. La estrategia de subdivisión empleada es el esquema de Loop con lo cual la superficie límite queda discretizada en elementos triangulares sin grados de libertad rotacionales. La estrategia implementada permite tratar adecuadamente las condiciones de borde y quiebres en la geometría. La continuidad C1 queda garantizada por el uso de las funciones cúbicas. La evaluación de la primera y segunda forma fundamental utiliza un solo punto de Gauss sobre cada elemento de lámina triangular. La formulación permite tratar adecuadamente problemas con grandes deformaciones. Las ecuaciones de movimiento se resuelven en forma implícita y explícita y se implementan en dos códigos desarrollados por los autores. Primero, se muestran algunos ejemplos numéricos en régimen lineal donde se analizan velocidades de convergencia para distintas densidades de mallas. Luego, se analizan problemas no lineales orientados al estampado de láminas. Los resultados numéricos empleando la estrategia de subdivisión de superficies muestran algunos aspectos importantes respecto de las formulaciones clásicas de elementos finitos de láminas.

**Keywords:** Isogeometric analysis, subdivision surfaces, thin shells, without rotations.

**Abstract.** This paper presents the isogeometric analysis based on subdivision surfaces applied to thin shells. The subdivision strategy used is the Loop scheme whereby the limit surface is discretized in triangular elements without rotational degrees of freedom. The implemented strategy allows to properly deal with boundary conditions and breaks in the geometry. The continuity C1 is guaranteed by the use of the cubic functions. The evaluation of the first and second fundamental form uses a single Gauss point on each triangular shell element. The formulation makes it possible to adequately treat problems with large deformations. The equations of movement are solved implicitly and explicitly and are implemented in two codes developed by the authors. First, some numerical examples are shown in linear regime where convergence velocities are analyzed for different densities of meshes. Then, nonlinear problems oriented to sheet stamping are analyzed. The numerical results using the strategy of subdivision of surfaces show some important aspects with respect to the classical formulations of shell finite elements.