

## ANÁLISIS 3D DE LA DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA Y MIGRACIÓN DE HUMEDAD EN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO HERMÉTICO (SILOS BOLSA)

Alien Arias Barreto<sup>a</sup>, Rita Abalone<sup>a,b,c</sup> y Analía Gastón<sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup>*Instituto de Física Rosario (CONICET-UNRosario), 27 de Febrero 210 bis,  
2000 Rosario, Argentina, , abarreto@fceia.unr.edu.ar,*

<sup>b</sup>*Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. UNR. Av. Pellegrini 250. (2000) Rosario,*

<sup>c</sup>*Carrera de Investigador Científico. UNR*

**Palabras claves:** Convección natural, Condensación, Simulación numérica, Silo bolsa.

**Resumen.** El silo bolsa es un sistema de almacenamiento hermético para granos que ha ganado gran difusión en la actualidad. Una vez que el grano es almacenado en la bolsa, debido a la variación de la temperatura ambiente y la radiación solar se producen significativos gradientes de temperatura en el lecho. Estos gradientes gobiernan la convección natural y el flujo de aire resultante mueve la humedad de una región a otra en el interior del sistema. Los silos bolsa tienen una longitud standard de 60m y un diámetro 2.70 m. Por tal motivo en un estudio previo (Arias Barreto et al. 2016, *Mecánica Computacional*, 34: 1925-1925 (2016)) se adoptó un modelo 2D para analizar el transporte de energía, momento y materia para determina la evolución de la temperatura y humedad de los granos almacenados en el silo bolsa. Del estudio realizado se concluye que para las condiciones climáticas extremas de las zonas agrícolas analizadas el efecto de la convección natural en la redistribución de humedad no genera focos de deterioro que comprometan la conservación de los granos almacenados. En la práctica en los ensayos a escala piloto se trabaja con silos de menor longitud (6 a 20 m). Por este motivo en este trabajo se implementó un modelo 3D que permita analizar los efectos de borde (extremos del silo bolsa), especialmente en cuanto a la migración de humedad. El sistema de ecuaciones se implementó en COMSOL Multiphysics 5.3 y se resolvió por el método de elementos finitos. Con el objetivo de estudiar de forma detallada la distribución de temperatura y la migración de la humedad en el lecho se analizó la influencia de los diferentes mecanismos de transporte y además se incorporó en el estudio un modelo simple del fenómeno de condensación en las bolsas. Los estudios se realizaron para el almacenamiento de trigo bajo las condiciones climáticas de la ciudad de Balcarce considerando: a) transporte por difusión, b) transporte por difusión y convección natural, c) transporte por difusión, incluyendo condensación dentro de la bolsa, d) transporte por difusión y convección natural, incluyendo condensación en la bolsa. Los resultados del modelo 3D muestran que para los silos de 6 y 20 m de longitud, los efectos de la radiación solar y temperatura ambiente en los extremos del silo bolsa se extienden a una zona del orden de 0.5 a 1 m. En la zona central, la velocidad de las corrientes de convección en la dirección longitudinal de la bolsa resulta mucho menor (del orden de  $10^{-9}$  ms<sup>-1</sup>) que las transversales ( $10^{-5}$  ms<sup>-1</sup>), resultando en esa zona, un patrón de circulación esencialmente bidimensional. Por otro lado bajo las condiciones climáticas de Balcarce, no se obtuvo condensación de humedad en el interior de la bolsa durante todo el año simulado.