

Verificación de diseño de chimenea industrial

Alvarez, J.; Dominguez, A.; Martinez, P.

Centro Regional Córdoba (CEMOR-CIMM)

OBJETIVOS

El análisis estructural de chimeneas industriales de dimensiones considerables presenta diversos aspectos a tener en cuenta. En primera instancia se debe realizar un análisis estático convencional en el que se tengan en cuenta las cargas debidas al peso propio de la envolvente y el de los elementos refractarios constitutivos. A su vez, debe contemplarse el efecto del viento sobre la estructura, como así también los efectos térmicos producidos por el funcionamiento de la chimenea. En el caso del viento se debe evaluar no solamente la carga producida por este, sino los efectos dinámicos que se producen al interactuar la frecuencia de los torbellinos que se desprenden a ambos lados de la chimenea con las frecuencias naturales de vibración de la estructura. En este trabajo se describe el método de análisis propuesto el cual se basa en la técnica de elementos finitos. Se aclara que existen a su vez efectos sísmicos, los cuales deberían ser evaluados de acuerdo a la zona en la que se instale la chimenea, y que no fueron contemplados en el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las distintas etapas de análisis se llevaron a cabo utilizando el Código de cálculo por elementos finitos ABAQUS. Los análisis realizados incluyeron cálculos estructurales estáticos y dinámicos, determinación de frecuencias naturales de vibración y análisis de tensiones térmicas producidas por la interacción del material refractario con la envolvente exterior de acero.

Se desarrolló además una planilla de cálculo para contabilizar las cargas debidas al viento según lo especificado por el Reglamento CIRSOC 102[1].

RESULTADOS

Con la finalidad de describir el método propuesto se analizó una chimenea industrial de aproximadamente 45 m de altura constituida por una envolvente de acero con anillos rigidizadores, poseyendo interiormente una aislación de ladrillos refractarios que se apoyan sobre anillos internos. Se describen a continuación los análisis realizados:

Análisis estructural y de vibraciones

Se consideraron dos casos de carga. El primero tuvo en cuenta los efectos del viento, el peso propio, el peso del material refractario y la dilatación térmica de la envolvente debida a las condiciones normales de operación. Las cargas debidas al viento fueron calculadas según el Reglamento CIRSOC 102, obteniéndose una presión dinámica de cálculo variable con la altura y un coeficiente de presión, el cual varía con la orientación del punto considerado con respecto a la dirección del viento.

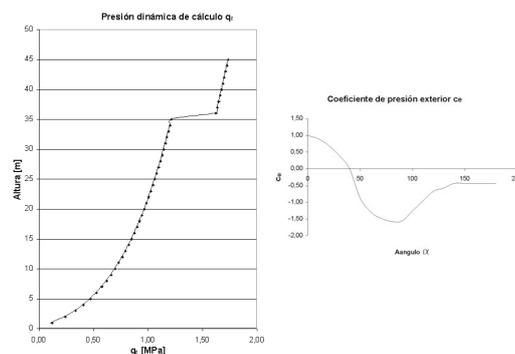


Fig. 1: Determinación de presión dinámica q_z de acuerdo a CIRSOC 102.

El segundo caso de carga correspondió a la oscilación dinámica en la dirección transversal al viento que se produce por desprendimiento de vórtices o torbellinos alternativamente a uno y otro lado de la chimenea. La amplitud máxima de la oscilación fue calculada de acuerdo a lo propuesto por Hansen^[2] y fue aplicada como desplazamiento en el extremo superior de la chimenea. También se

tuvo en cuenta en este caso el peso propio, el peso del material refractario, la carga del viento correspondiente a la velocidad crítica, y la dilatación térmica. Para este análisis fue necesario primero obtener las frecuencias naturales de oscilación de la chimenea. Para ello, valiéndose de las capacidades de Código utilizado se realizó un análisis dinámico de extracción de frecuencias. De esta manera se determinaron las tres primeras frecuencias naturales de vibración y sus correspondientes modos.

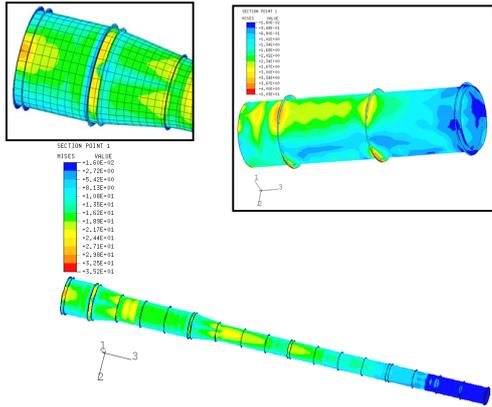


Fig. 2: Análisis estático. Distribución de tensiones equivalentes de Von Mises.

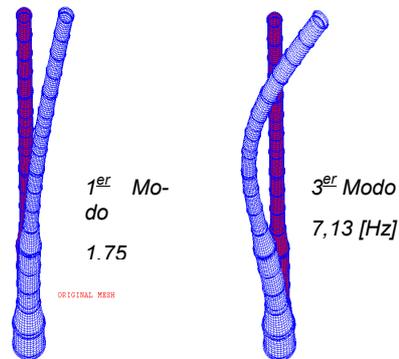


Fig. 3: Análisis dinámico. Determinación de frecuencias y modos de vibración.

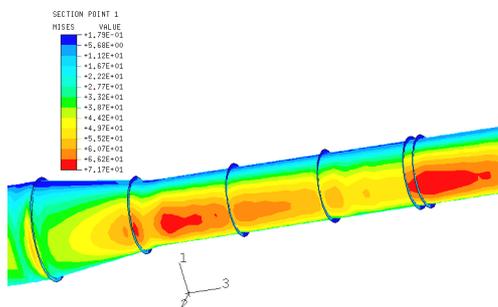


Fig. 4: Análisis dinámico. Determinación de tensiones equivalentes de Von Mises.

Análisis Térmico

En este análisis se consideró la interacción entre el material refractario y la envolvente metálica de la chimenea, con la finalidad de diseñar una junta de dilatación adecuada para el rango de funcionamiento del equipo.

Para ello se realizaron modelos axisimétricos de un tramo de chimenea, donde se representó el material refractario, la envolvente de chapa, los aros de apoyo del refractario, los aros rigidizadores y el cordón de soldadura que vincula estos aros con la envolvente. Se realizó un análisis de tensiones por dilatación térmica debida a un incremento de temperatura (Δt), considerándose un gradiente de la misma desde el interior de la chimenea hacia afuera. La interacción entre los ladrillos refractarios y sus anillos de apoyo se representó mediante una condición de contacto con fricción.

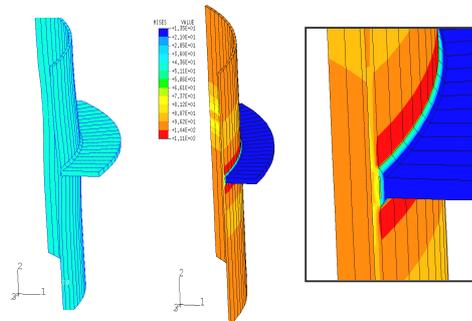


Fig. 5: Análisis térmico. Configuración deformada y distribución de tensiones equivalentes de Von Mises.

CONCLUSIONES

El esquema de cálculo propuesto es adecuado para realizar un análisis integral de todos los aspectos que pueden ser considerados en el diseño de chimeneas industriales. Asimismo, se concluye que el análisis por elementos finitos es una herramienta muy importante en la resolución de este tipo de problemas.

Referencias

- [1] Reglamento CIRSOC 102, "Acción del viento sobre las construcciones", Junio 1994.
- [2] Svend Ole Hansen, "Vortex-Induced Vibrations of Line-Like Structures", CICIND Report, Vol. 15 No. 1, September 1998.

Para mayor información contactarse con:

Ing. Jorge Álvarez – jalvarez@inticemcor.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀