



**Universidad de Concepción**  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Mecánica

**Profesor Patrocinante**  
Dr. Ing. Cristian G. Rodríguez

# Influencia del flujo de agua en las frecuencias naturales de una placa rectangular empotrada



Fabián Gonzalo Pierart Vásquez

Informe de Tesis  
para optar al grado de:

**Magíster en Cs. de la ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica**

Noviembre, 2011

## Sumario

En el diseño de estructuras y máquinas es importante evitar que las frecuencias naturales coincidan con la frecuencia de alguna excitación a las que estarán sometidas. En el caso que coincidan, se pueden alcanzar altos niveles de vibración, que pueden llegar a ser catastróficos. Si una estructura elástica se encuentra sumergida en un fluido cuya densidad es del orden de magnitud de la densidad de la estructura, entonces las frecuencias naturales de la estructura disminuirán significativamente en comparación con sus frecuencias naturales en vacío. Cuando la estructura se encuentra sumergida, existen otros factores que modifican sus frecuencias naturales como son la existencia una superficie rígida cercana y el campo de velocidad del flujo en el cual la estructura se encuentra inmersa, factores que son relevantes en máquinas industriales que trabajan sumergidas, como es el caso de bombas y turbinas hidráulicas.

Existen soluciones analíticas que predicen la reducción de las frecuencias naturales sumergidas en relación a su valor en vacío, pero su aplicación está restringida a geometrías particulares, como placas rectangulares (Liang et al., 2001) o discos (Ergin y Temarel, 2002). Es por esto que es importante utilizar modelos numéricos que acoplan el fluido y la estructura, y que son aplicables a cualquier geometría. Uno de los modelos de acoplamiento fluido estructura más utilizado es el que acopla el fluido a través de la fórmula de la onda acústica. Este modelo es fácil de implementar y se encuentra disponible en software comerciales. Para esta formulación numérica no existen estudios que demuestren su exactitud en el caso que existan superficies rígidas cercanas. Es por esto que en la presente Tesis se estudió experimentalmente, si el modelo numérico basado en la ecuación de la onda acústica era válido primero, cuando existía una superficie rígida cercana y luego para evaluar si existían cambios significativos en la presencia de un flujo.

Para el caso estático, considerando: la estructura sumergida; la presencia de una superficie rígida cercana; y una superficie libre cercana, los resultados de las frecuencias naturales muestran una diferencia máxima que no supera el 10% y en la mayoría de los casos las diferencias son menores a un 5%. Con esto se comprueba la validez del modelo numérico y el modelo analítico ajustado, para el caso estático.

Con respecto a la influencia del flujo, los resultados experimentales muestran que la influencia del flujo en las frecuencias naturales es despreciable (3,7% en un rango de número de Reynolds entre 5000 a 30000). En estos experimentos, se pudo comprobar que el flujo si afecta significativamente a los factores de amortiguamiento, cambiándolo de 0,028 a 0,220 (87%) en un rango de número de Reynolds entre 5000 a 30000.

Se concluye que el uso del modelo numérico basado en la ecuación de la onda acústica, presenta resultados que mantienen un buen ajuste con los datos experimentales a la hora de determinar las frecuencias naturales de estructuras sumergidas que trabajan con superficies rígidas cercanas y con el fluido en movimiento. Sin embargo, no se presenta un buen ajuste para los factores de amortiguamiento en zonas resonantes, y para esto será necesario utilizar un modelo numérico más complejo en el que se consideren los esfuerzos viscosos, ya que estos son los que provocan el aumento en la amortiguación y no son considerados en el modelo basado en la ecuación de la onda acústica.

