

El ruido radiado al agua



Francisco Javier Pérez Villalonga
Academia de las Ciencias y Artes Militares
Sección de Prospectiva de la Tecnología Militar

15 de diciembre de 2021

Introducción

La sociedad actual, basada en el consumo y la globalización, tiene en el transporte marítimo el principal aliado para el traslado de mercancías, de una forma segura y eficiente, entre productores, fabricantes y el mercado: según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Transporte, más del 90% del comercio mundial se transporta por vía marítima.

El transporte marítimo es uno de los más eficientes especialmente cuando se mide en términos de coste medioambiental frente a beneficio para la sociedad:

$$\frac{\text{Impacto medioambiental}}{\text{Beneficio para la sociedad}} = \frac{\text{Emisiones de Gases Efecto Invernadero}}{\text{Toneladas Transportadas}}$$

La concienciación medio ambiental del sector naval no es nueva y arranca en 1973 con la adopción del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de los Buques, conocido como MARPOL, el cual y por medio de sus seis anexos trata de prevenir y reducir al máximo la contaminación debido a los buques.

Ejemplo de esta implicación ha sido la entrada en vigor del Anexo VI para prevenir la contaminación atmosférica el 19 de mayo de 2005, pocos meses después de la

ratificación del Protocolo de Kyoto, estableciendo los límites de las emisiones de óxidos de azufre (SO_x) y de óxidos de nitrógeno (NO_x) de los escapes de los buques.

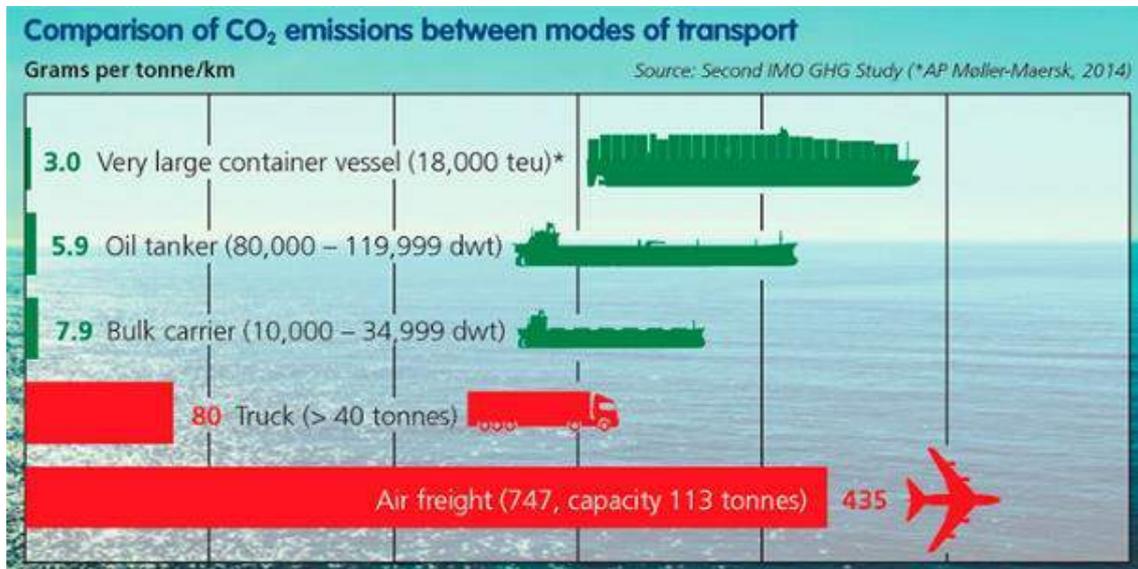


Fig. 1 Gramos de CO₂ por tonelada transportada y kilómetro recorrido según el medio de transporte.

El Ruido Radiado al Agua

Estudios llevados a cabo recientemente, (Wright, A.J. (eEd.), *Underwater Radiated Noise of Ocean-Going Merchant Ships*. International Workshop on Shipping Noise and Marine Mammals, Hamburg, Germany, 21st-24th April 2008), estiman que el nivel de ruido radiado al agua ha aumentado en 20dB desde el comienzo de la industrialización y este incremento es especialmente notable en las principales rutas marítimas como puede apreciarse en el siguiente mapa:

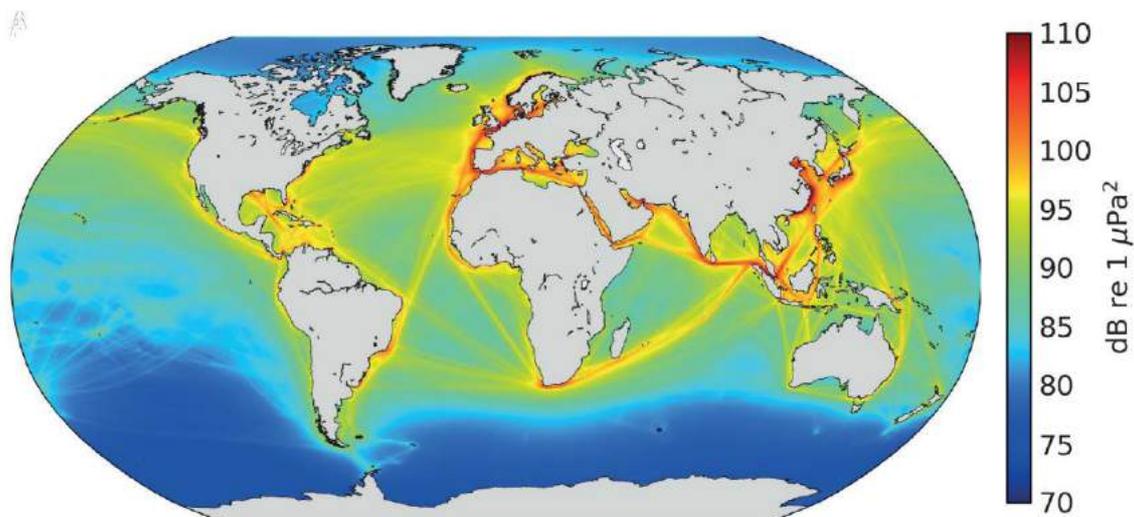


Fig. 2 Nivel de ruido radiado al agua medido en las principales rutas de tráfico marítimo.

Si bien es cierto que el esfuerzo principal por reducir el impacto del tráfico mercante se ha centrado en la reducción de emisiones de los conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), en la actualidad existe un interés creciente por mitigar el ruido radiado al agua (URN – Underwater Radiated Noise) y minimizar el impacto que tiene el tráfico marítimo en la vida marina.

Ya en 2008, la Organización Marítima Internacional (OMI) estableció como una prioridad de su Comité para la Protección del Entorno Marítimo (MEPC) la reducción del URN y en 2010 la sociedad de clasificación *Det Norske Veritas* (DNV) estableció la notación de clase *Silent Vessel* añadiendo valor a los buques que la alcanzaban en previsión de un marco regulatorio más estricto, extendiendo así su vida útil.

Los principales generadores URN son los buques y sus equipos. Los buques especiales como son los buques de guerra y sus sónares o los buques que realizan búsqueda de bolsas de petróleo o gas son una minoría frente al tráfico de buques mercantes y en ellos ha centrado su atención la OMI.

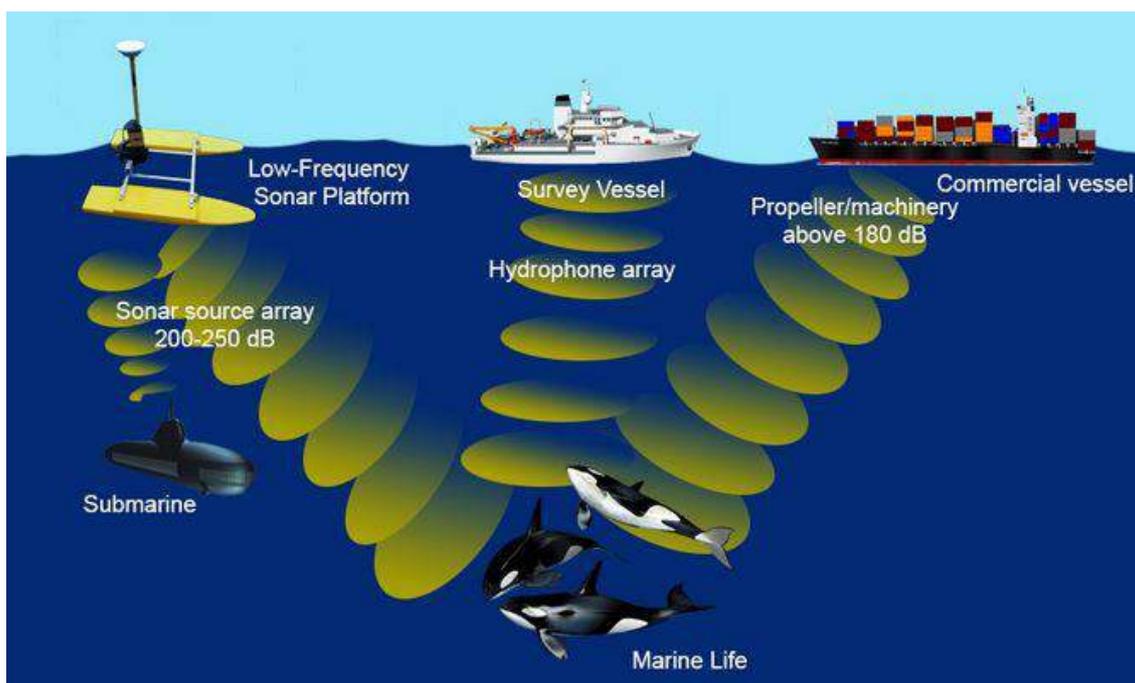


Fig. 3 El ruido radiado al agua por los buques afecta a la vida marina.

Reducción del URN

A excepción del ruido radiado por equipos específicos como son los sónares, son los propulsores los principales generadores de ruido seguido del causado por la maquinaria que se transmite a la estructura del buque y, de ahí, al agua.

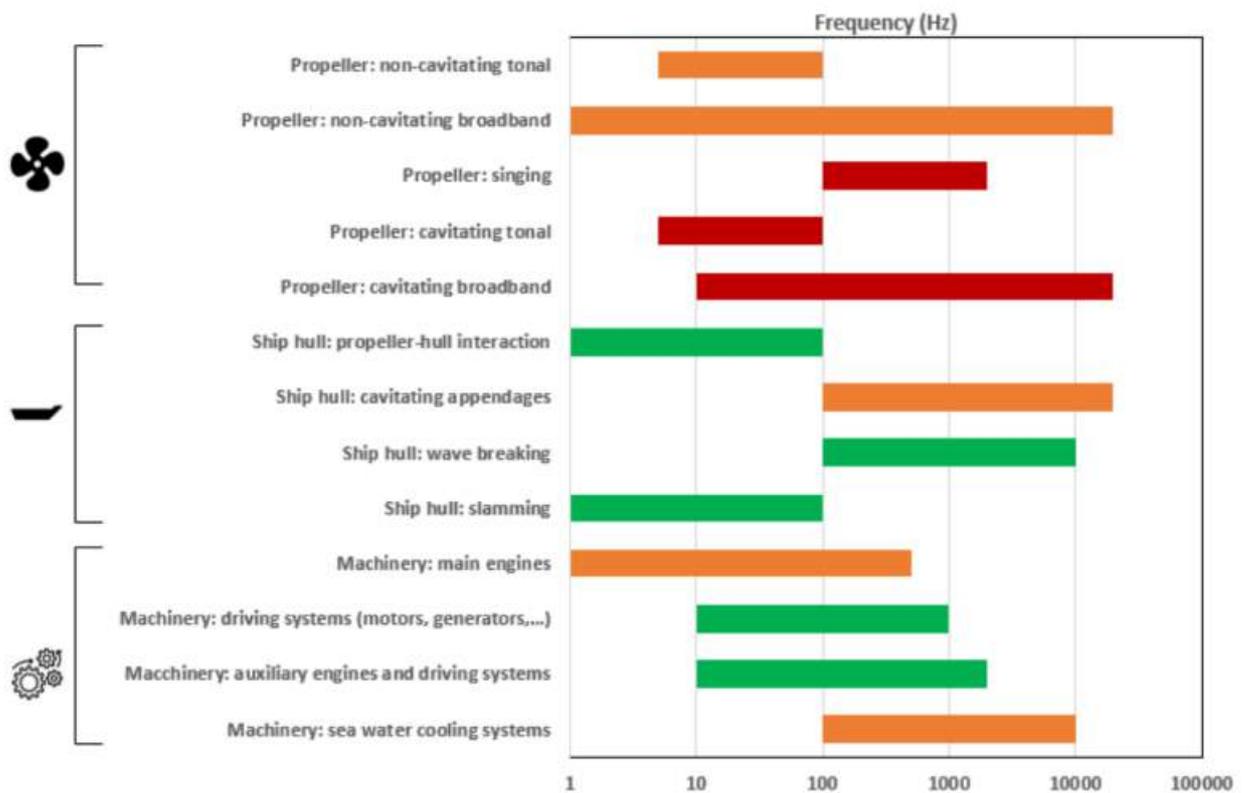


Fig. 4 Principales generadores de ruido radiado al agua.

El correcto diseño de los propulsores y su adaptación a la estela real del buque es uno de los factores que en mayor medida contribuyen a la reducción del ruido radiado al agua: por un lado el paso de las palas por el flujo no uniforme de la estela del buque genera ruido tonal con una frecuencia igual a la del paso de pala (BPF – *Blade Passing Frequency*), por otro lado los fenómenos de cavitación generan ruido en frecuencias más altas aunque también en la frecuencia del paso de pala debido a las variaciones de la presión en la estela.

La reducción del URN, logrando que se mantenga bajo los límites previstos en los requisitos del buque o los que establezca la normativa en vigor es una tarea que debe comenzar desde las primeras fases del proyecto del buque por medio de herramientas de predicción basado en herramientas de hidrodinámica numérica como pueden ser PRACAL o ANSYS FLUENT. (Li, Da-Qing, Jan Hallander, and Torbjörn Johansson. *Predicting underwater radiated noise of a full scale ship with model testing and numerical methods*. Ocean Engineering 161, 2018, pp. 121-135).

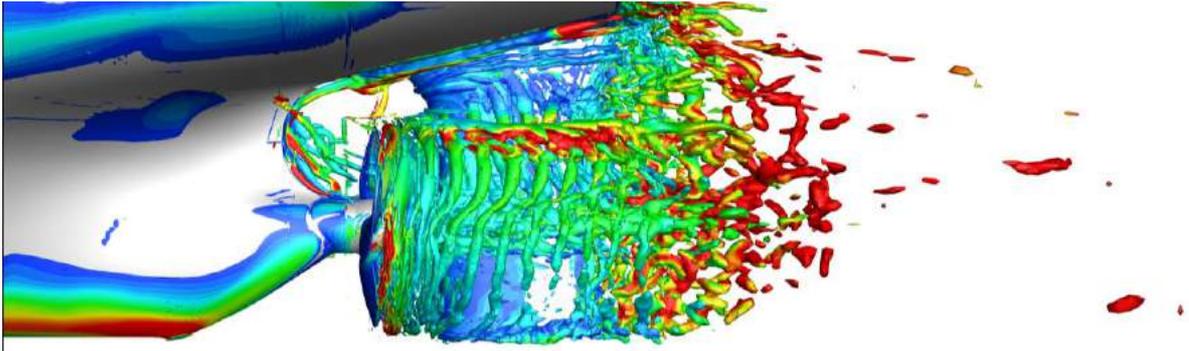


Fig. 5 Turbulent vortex structures in the wake of the propelled hull (DDES method). Fuente: <https://www.sspa.se/shipping-and-underwater-radiated-noise>.

No obstante, todo método numérico está sujeto a incertidumbre y los ensayos experimentales por medio de modelos, que se llevan a cabo en canales de experiencias como el Campus de «El Pardo» del INTA (ICTS-CEHIPAR) son fundamentales para lograr una buena predicción del ruido radiado y validar los métodos numéricos arriba mencionados.



Fig. 6 Comparación entre la predicción numérica (Izquierda) y experimental (Centro) con la erosión real del antifouling de la pala de un buque en servicio

Si bien es cierto que la predicción de la cavitación en los propulsores de un buque es un campo de la hidrodinámica que logra, en general, una buena aproximación de lo que sucede en el buque a escala real, la predicción del ruido radiado y, en especial, su extrapolación al buque real aún no se ha desarrollado plenamente.

La medición de la firma acústica del buque o submarino durante las pruebas de mar en un polígono de medidas acústicas como el Centro de Metrología y Calibración Acústica y Magnética (CEMCAM) de la Armada en Cartagena cierra el ciclo que permite realimentar la predicción del ruido radiado al agua validándola a escala real.

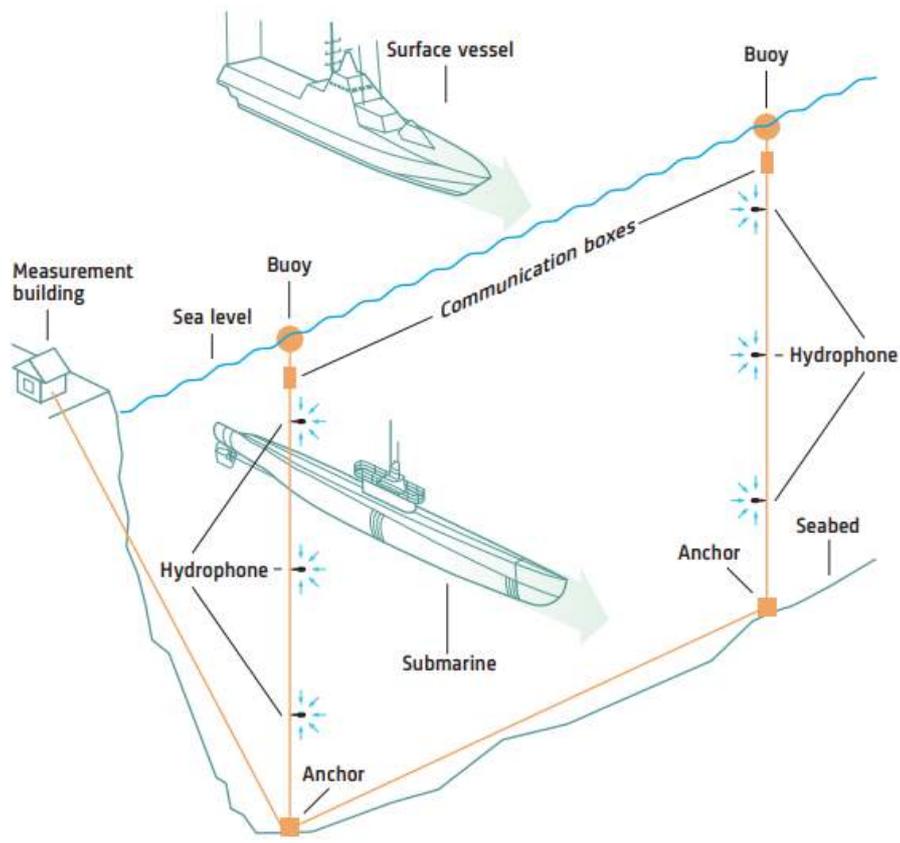


Fig. 7 The Royal Norwegian Navy underwater acoustic noise measurement of vessels. Fuente: BRÜEL & KJÆR <https://www.bksv.com/media/doc/bo0487.pdf>

Conclusión

La limitación del ruido radiado al agua (URN), por razones medio ambientales y de protección de la vida marina, ha dado el salto de los buques de guerra y oceanográficos o de investigación pesquera a los buques con un alto valor añadido como pueden ser los yates o los buques de pasajeros que navegan por zonas especialmente protegidas.

Aunque aún en una fase de desarrollo que no es comparable a las limitaciones de emisiones de gases de efecto invernadero, la normativa marítima está avanzando rápidamente para lograr buques cada vez más silenciosos y respetuosos con la vida marina.

El proyecto de un buque silencioso requiere, entre otras cosas, lograr propulsores con una firma acústica baja y para ello es necesario el trabajo coordinado entre la hidrodinámica numérica de los *Computational Fluid Dynamics* (CFD's), la hidrodinámica experimental de los ensayos con modelos en canales de experiencias y la validación en centro de metrología acústica a escala real.