

# **Modelización estadística de los movimientos de buques atracados en puerto**

Humberto Carro Fidalgo

Julio 2019

Este documento contiene un resumen del TFM *Modelización estadística de los movimientos de buques atracados en puerto*, y su razón de ser es la no autorización de la publicación o difusión de dicho trabajo por causas de confidencialidad de los datos que se encuentran en el mismo.

El trabajo de fin de máster *Modelización estadística de los movimientos de buques atracados en puerto*, continúa una línea de investigación que trata sobre el uso de funciones de transferencia en el ámbito portuario.

Se tiene como idea el estudio de la interacción entre las zonas tierra y agua de un puerto, y como objetivo, tratar de comprobar si los límites de operatividad marcados por la ROM y la PIANC son adecuados y válidos para cualquier puerto.

El movimiento de los grandes buques mercantes en las dársenas portuarias, se convierte en un gran problema, tanto a la hora de planificar el uso de las distintas zonas de amarre, como para garantizar cierto nivel de rendimiento en las operaciones de carga y descarga, operaciones que obviamente cualquier buque desea que sean lo más rápidas y ágiles posibles. Por lo tanto, obtener una herramienta capaz de predecir los movimientos de los barcos atracados en puerto a partir de las variables climáticas medidas a su alrededor, puede constituir una importante mejora tecnológica que ayude a los responsables del puerto en la toma de decisiones.

Para ello, se ha recurrido al estudio de funciones de transferencia que buscarán relacionar una serie de variables climáticas con otras variables respuesta. Estas variables respuesta, son los 6 movimientos que sufre un buque atracado en un puerto: alteada, deriva, vaivén,

balanceo, cabeceo y guiñada, siendo los tres primeros los movimientos traslacionales, y los tres últimos los rotacionales. Esta memoria se centra exclusivamente en el movimiento de la deriva, teniendo las posibilidades de estudiar la deriva media, significativa y máxima, y decidiendo analizar únicamente la segunda de ellas. Entre las variables climáticas que pueden afectar a los movimientos que sufre un barco atracado en puerto, se ha optado por seleccionar aquellas que se cree que un puerto pueda obtener más fácilmente, tales como la altura de ola, el tonelaje de peso muerto del buque, tipología de amarre, etc.

Se dispone de una base de datos real, que ha sido facilitada con la condición de confidencialidad de la misma, y que cuenta con mediciones reales de todos los movimientos de una serie de buques que oscilan entre las 4000 toneladas de peso muerto y las casi 100000 toneladas. Cuenta también con información climática de los instantes en los que el buque ha permanecido atracado. Esta diferencia en cuanto al TPM de los barcos, ha generado la posibilidad de buscar distintos grupos de buques, todos ellos homogéneos entre sí, pero con características diferentes entre cada grupo, tratándose entonces de un problema de clasificación no supervisada, donde se ha optado por utilizar métodos de clasificación jerárquicos.

Tras ello, se han estudiado distintos modelos de regresión, desde los clásicos, a técnicas de machine learning, con el objetivo de comparar la estimación de la variable respuesta de todos ellos. Se ha separado la muestra de datos original en dos, una muestra de training con el que se entrena al modelo de regresión, y otra muestra llamada conjunto de test, donde se evalúa el modelo.

Por otro lado, la comparación entre modelos se realizará mediante el estudio de distintas medidas de bondad de ajuste, tanto sobre el modelo estudiado con la muestra de entrenamiento, como sobre la predicción estudiada con la muestra de test.

La memoria, explica todos los modelos de regresión utilizados, así como diversas justificaciones en las decisiones tomadas, arroja una serie de conclusiones sobre el movimiento de la deriva significativa de los buques atracados en puerto, y ofrece diversas líneas sobre el trabajo futuro a realizar.