



Universidade de Vigo

MÁSTER EN TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Resumen TFM

# Modelos analíticos aplicados al control estadístico de procesos en la fabricación de tablero

*María Méndez Montero*

2020/2021

El presente documento es un resumen del Trabajo de Fin de Máster titulado Modelos analíticos aplicados al control estadístico de procesos en la fabricación de tablero. El trabajo original es una recopilación de las prácticas de empresa realizadas en cooperación con la compañía FINSA.

Uno de los principales productos de comercialización de la empresa es el tablero de densidad media, más conocido como tablero MDF. De acuerdo con esto, desde el departamento de Tecnología de la Información y la fábrica de Padrón, donde se fabrica este tablero, se propuso desarrollar un modelado del consumo energético del proceso de fabricación del mismo.

El primer paso propuesto por la empresa fue realizar un análisis del consumo energético en cada una de las etapas del proceso de fabricación. A lo largo de cada una de estas etapas se encuentran varios dispositivos que almacenan la energía consumida minuto a minuto. De esta forma, el modelado se centró en la etapa de mayor consumo, el refino. Una vez obtenida esta fase, se realiza un análisis general en ella entre los meses de diciembre de 2019 y julio de 2020, donde se puede observar el descenso de producción durante los primeros meses del COVID-19.

Lo siguiente fue calcular los KPI's (del inglés *Key Performance Indicator*), que son herramientas para la mejora y control de procesos. Un KPI es un indicador centrado en los aspectos más críticos para el éxito actual de una empresa. En este caso se eligió realizar el promedio por hora considerando tres tipos de espesores y tres tipos diferentes de tableros MDF. De esta manera, se calcularon un total de 9 KPI's tomando diferentes modelos de tablero fabricado.

En la etapa de refino se encuentran un total de 4 contadores, dos para el refino de la capa externa del tablero y otros dos para el de la capa interna. Teniendo en cuenta los nueve grupos diferentes de tablero y los cuatro contadores, se calcularon sus densidades mediante métodos no paramétricos. Primero se realizaron los histogramas, que son los estimadores no paramétricos de la densidad más antiguos y, después, la estimación kernel seleccionando la ventana por la regla del pulgar y por su corrección. Además, también se realizaron otras estimaciones obteniendo ventanas muy pequeñas, lo que producía la aparición de numerosas modas espurias. La elección de la ventana se argumentó de forma gráfica mediante la realización de los SiZers correspondientes.

Por último, se seleccionaron variables propias del proceso como caudales, alturas, . . . . Una vez depuradas estas variables, se desarrollaron modelos analíticos, aplicando correctamente el proceso. El fin principal del desarrollo de estos modelos es la elección de las variables críticas. Debido a problemas de tiempo simplemente se realizan los modelos para los dos contadores que mayor consumo contabilizaron, uno para la capa externa del tablero y otro para la capa interna.

Siguiendo el procedimiento de particionar la muestra en dos, se tomaron datos de entrenamiento (80 % del total de la muestra) y test (20 % restante). Al realizar la matriz de correlaciones sobre la muestra de entrenamiento, se observó la existencia de correlaciones altas entre las variables. Partiendo del modelo de regresión lineal múltiple con todas las variables explicativas, se realizó una selección de las mismas a través de una búsqueda por pasos con dirección forward/backward y criterio de error BIC. En este modelo se observó una alta multicolinealidad por lo que, por un lado se desarrollaron métodos de regularización como son ridge y lasso y, por el otro, métodos de reducción de la dimensión

como regresión por componentes principales y regresión por mínimos cuadrados parciales.

Una vez implementados se evaluó su precisión en la muestra test, obteniendo muy buenos resultados sobre todo para los modelos de penalización lasso y los de regresión por mínimos cuadrados parciales.

Como el modelado se ha realizado sobre el refino, el problema sigue abierto a todas las etapas del proceso, pudiendo la empresa replicar el proyecto para intentar obtener las variables influyentes en otras fases y reducir, más adelante, los costes del consumo energético en el proceso de fabricación del tablero MDF.

La implementación de todas las técnicas utilizadas se realizó mediante el software estadístico libre R.