

ESTIMACIÓN DEL ESPESOR DE PARED EN CODOS DE FEEDERS DE LA PLANTA NUCLEAR EMBALSE MEDIANTE SVM CON BANDAS DE PREDICCIÓN POR BOOTSTRAP

ESTIMATION OF WALL THICKNESS IN FEEDER ELBOWS AT THE EMBALSE PLANT USING SVM WITH BOOTSTRAP PREDICTION BANDS

Juan A. Kortsarz^a, Braian A. Desía^a, y Juan E. Ramos Nervi^a

^a*Departamento de Ingeniería en Materiales, Gerencia de Ingeniería, Nucleoeléctrica Argentina S.A., Sede Nodus, Francisco Narciso de Laprida 3163, Villa Martelli, Prov. de Buenos Aires, Argentina, jkortsarz@na-sa.com*

Palabras clave: Feeders, Bootstrapping, SVR, FAC, Candu, Central Nuclear Embalse.

Resumen. Este trabajo presenta un modelo de aprendizaje automático basado en Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) para predecir el espesor de pared remanente en codos de alimentación de la planta Embalse. El modelo utiliza como variables de entrada el ángulo del primer codo, la velocidad del fluido y los años equivalentes a plena potencia (EFPY), excluyendo el segundo codo para evitar ambigüedad en el vector de entrada. Para cuantificar la incertidumbre de las predicciones, se aplicó una técnica de bootstrap con 1000 reentrenamientos, lo que permitió construir bandas de predicción del 95% y estimar intervalos de confianza para las curvas obtenidas. El modelo fue validado con división de entrenamiento y prueba, y evaluado por canal de alimentación. Los resultados se comparan con un modelo físico de base bayesiana, previamente ajustado, destacando las similitudes y diferencias en la tendencia de degradación esperada por EFPY. Se generaron gráficos para cada canal que muestran las mediciones reales, las curvas promedio predichas por SVM, los intervalos de confianza y predicción por bootstrap, y las curvas del modelo bayesiano.

Keywords: Feeders, Bootstrapping, SVR, FAC, Candu, Embalse Nuclear Power Plant.

Abstract. This work presents a machine learning model based on Support Vector Machines (SVM) to predict the remaining wall thickness in feeder elbows at the Embalse Nuclear Power Plant. The model uses the first bend angle, fluid velocity, and Equivalent Full Power Years (EFPY) as input variables, excluding the second bend angle to avoid ambiguity in the input vector. To quantify the uncertainty of the predictions, a bootstrap technique with 1,000 retrainings was applied, allowing the construction of 95% prediction bands and the estimation of confidence intervals for the resulting curves. The model was validated through a train-test split and evaluated by feeder channel. The results were compared with a previously fitted Bayesian-based physical model, highlighting similarities and differences in the expected degradation trends as a function of EFPY. For each channel, plots were generated showing the actual measurements, the SVM mean prediction curves, the bootstrap-based confidence and prediction intervals, and the Bayesian model curves.