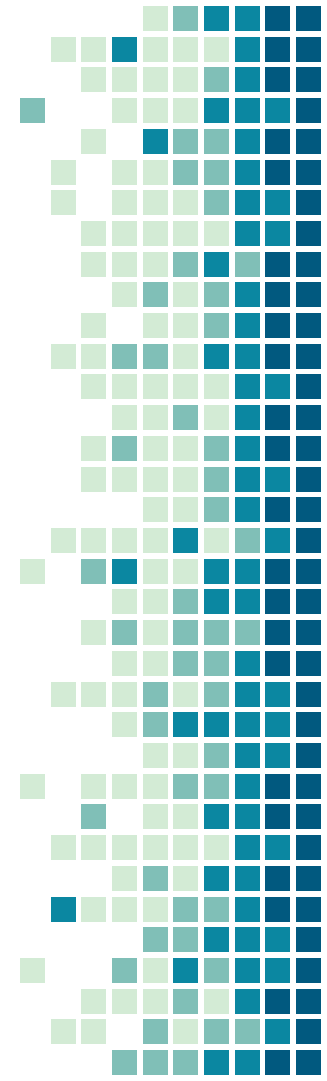


Sistema de control preventivo de procesos industriales basado en machine learning y autoencoders: un caso de una turbina de gas

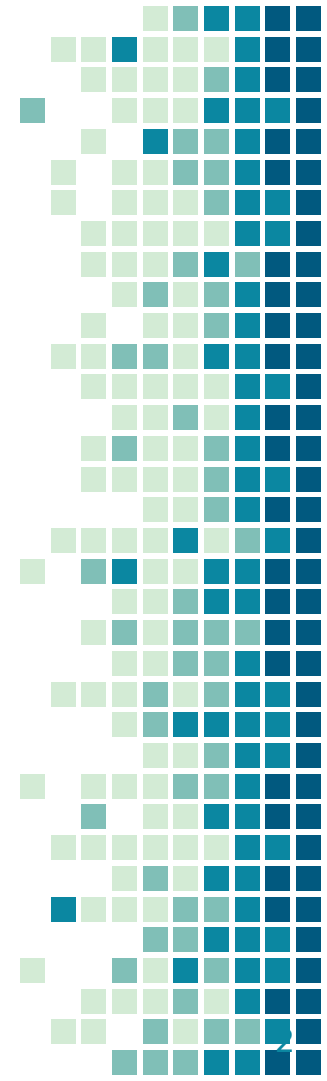


JOSE MANUEL BARRERA ARROYO
UNIVERSIDAD DE ALICANTE



Índice

- ✓ Introducción
- ✓ Herramientas utilizadas
- ✓ Esquema general
- ✓ Tareas desarrolladas
 - Primeras aproximaciones
 - Cambio de enfoque
 - Comparación enfoques
 - Infraestructura de detección de anomalías
- ✓ Resultados
- ✓ Conclusiones
- ✓ Posibles líneas de investigación futuras

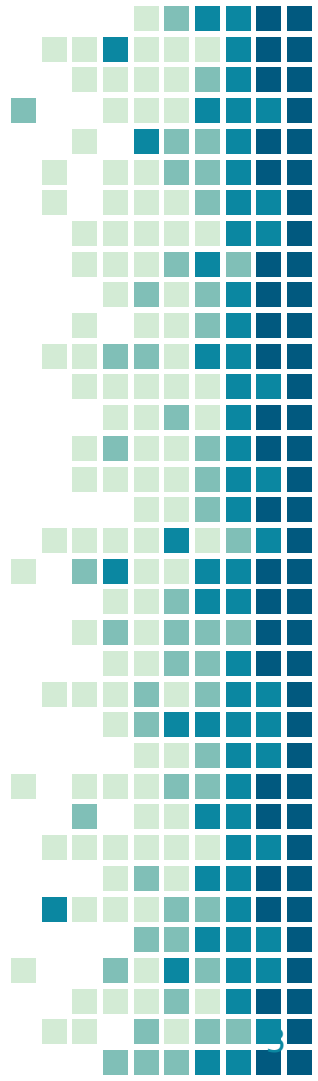


Introducción

- ✓ Mantenimiento industrial: consume gran parte de los recursos
- ✓ Pérdida cadena de producción: grandes pérdidas
- ✓ Actualmente, uso de protección estructural o PLC's

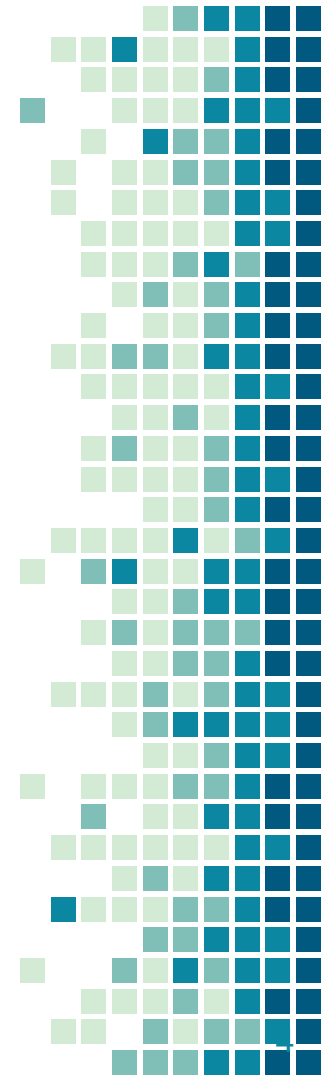
- ✓ Buscamos mantenimiento predictivo
- ✓ Reglas de negocio automáticas

- ✓ Lucentia Lab
- ✓ Consorcio Internacional (financiado por CDTI)

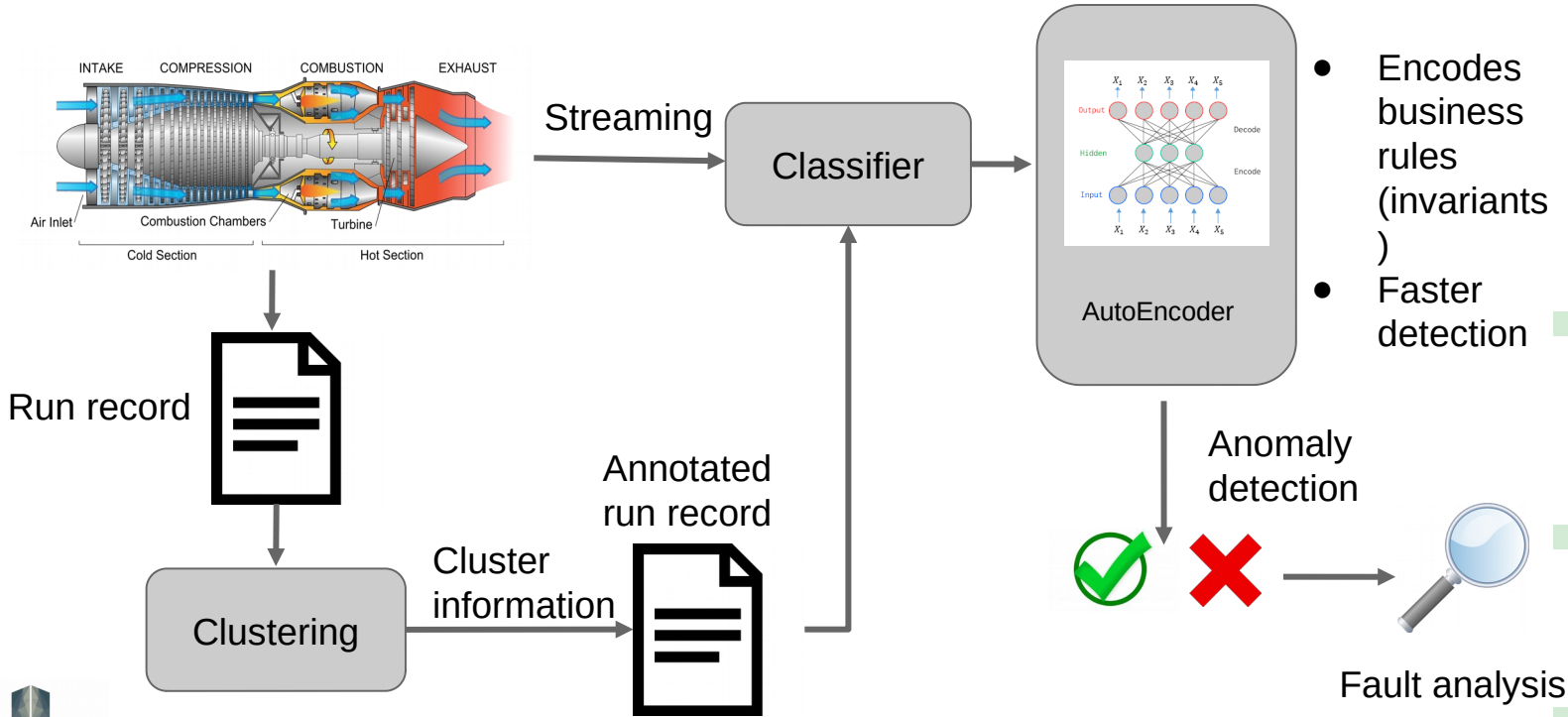


Herramientas utilizadas

- ✓ Anaconda
 - Python
 - Scikit-learn
- ✓ Tensorflow
- ✓ Jupyter-Notebook

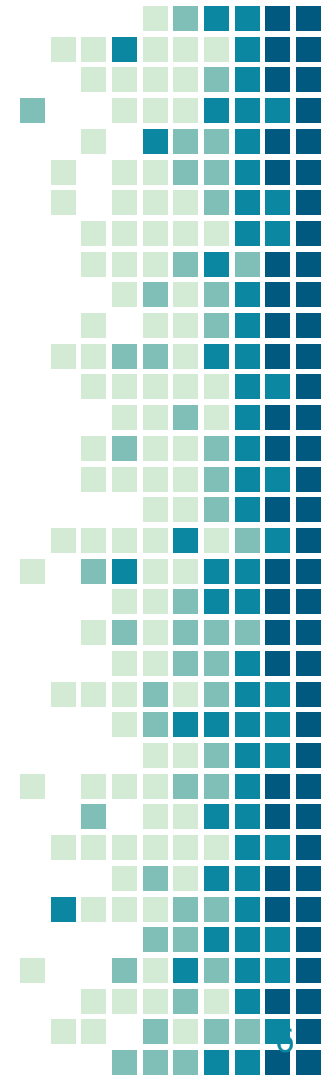


Esquema general

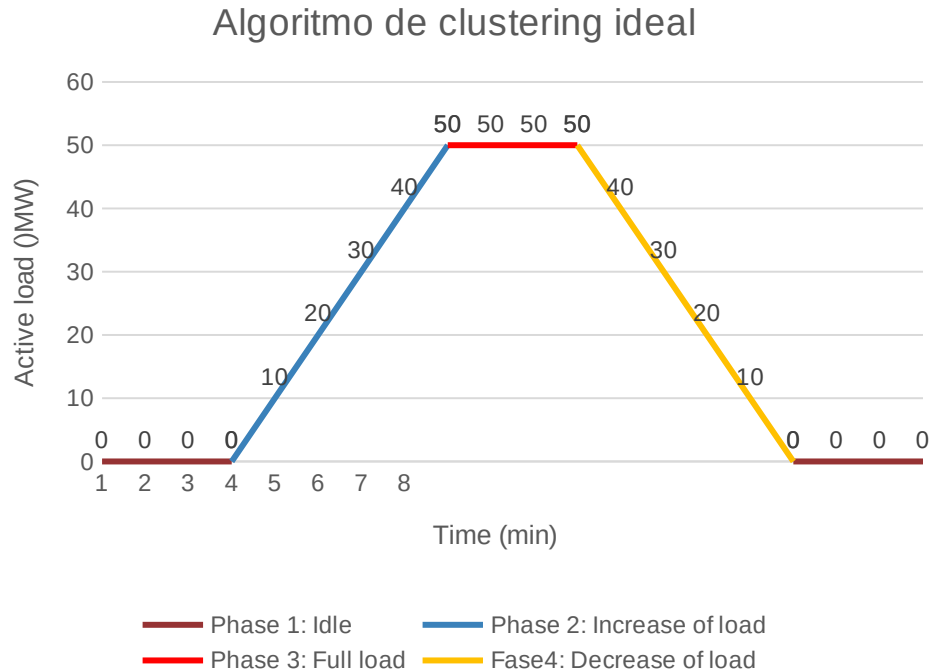


Tareas desarrolladas

- ✓ Primeras aproximaciones
 - Cliente especifica 4 estados de funcionamiento (Bias humano)
 - Parada
 - Arrancando
 - Plena carga
 - Apagando
 - Según Potencia Activa (Parámetro principal)

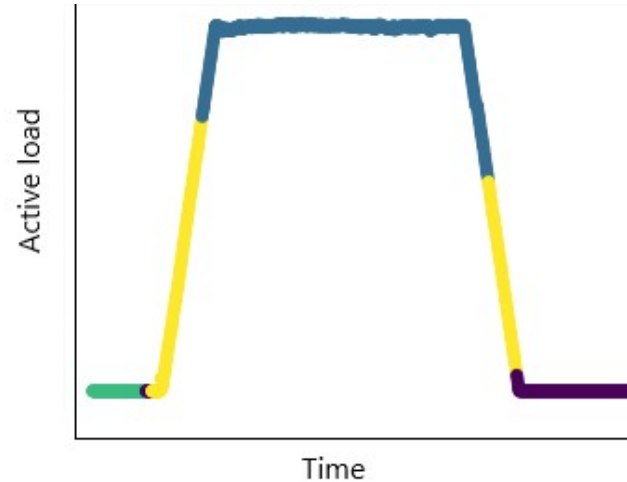
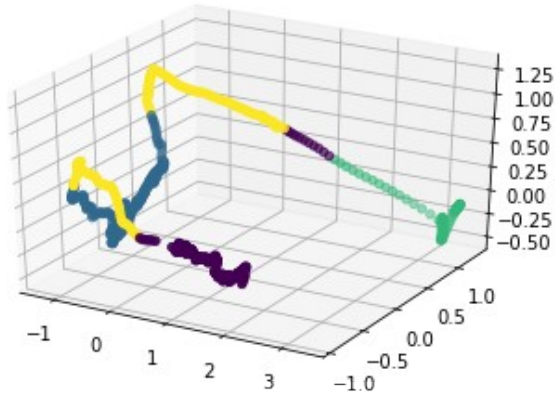


Tareas desarrolladas



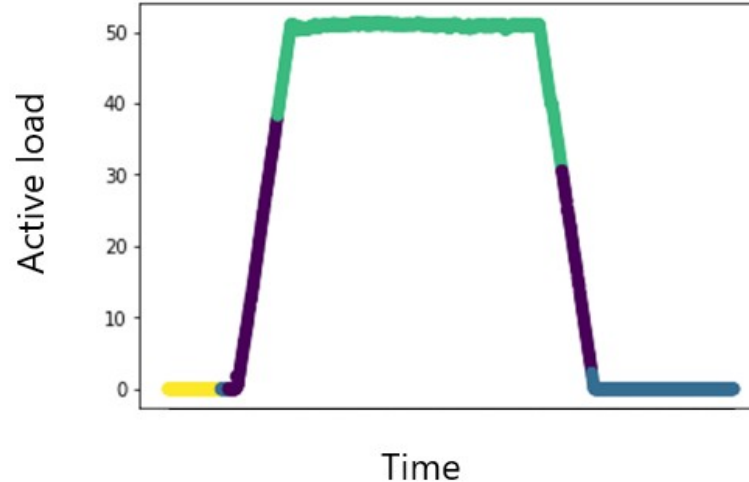
Tareas desarrolladas

- ✓ Primeras aproximaciones
 - Clustering Inicial (Kmeans)+PCA



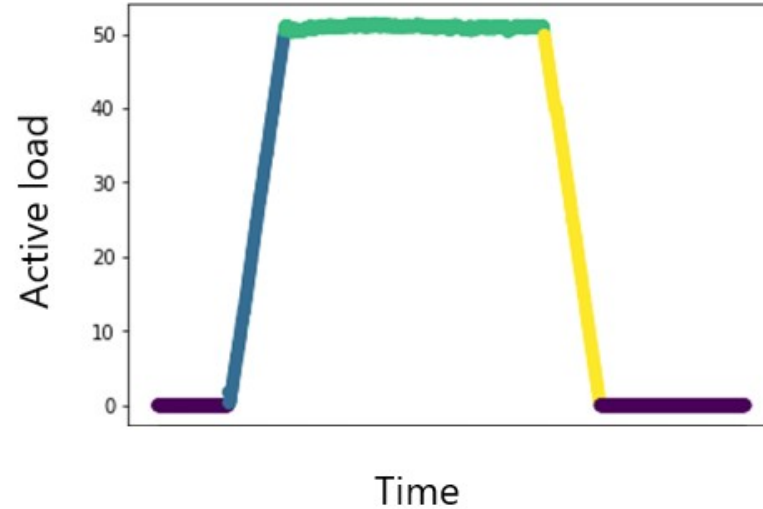
Tareas desarrolladas

- ✓ Primeras aproximaciones
 - Clustering Inicial (Kmeans)
 - Mismos problemas
 - La tasa de acierto aumenta mínimamente
 - 0,185% (2 de 1081)



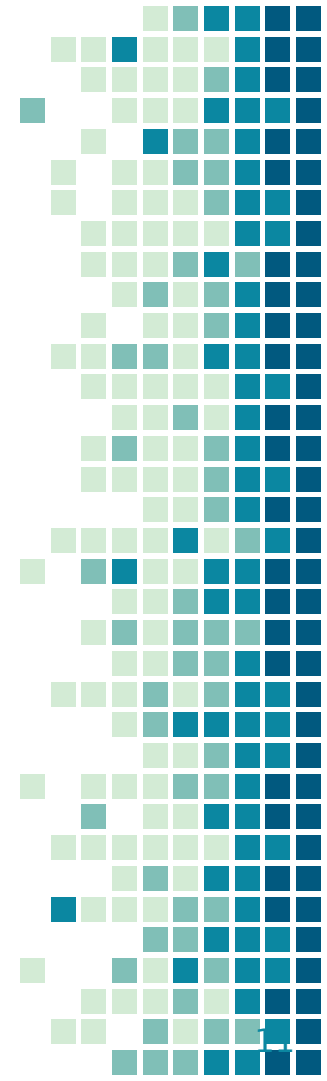
Tareas desarrolladas

- ✓ Primeras aproximaciones
 - SVM (Clasificación)
 - Aumento de la tasa de acierto
 - Errores en fases 2 y 4
 - Requiere etiquetado manual



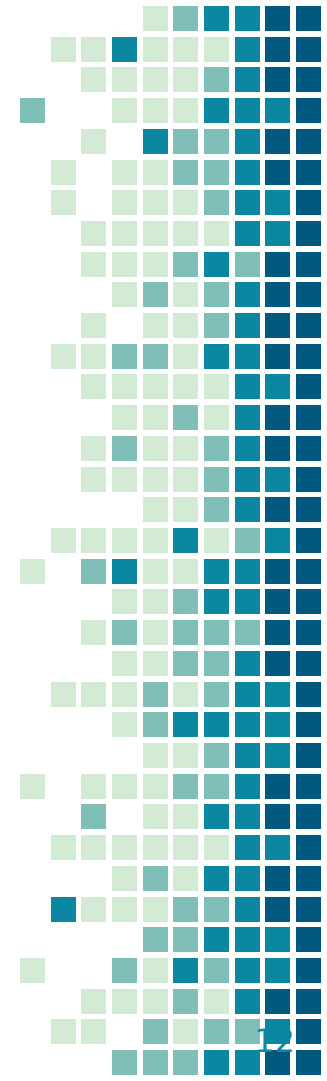
Tareas desarrolladas

- ✓ Cambio de enfoque
 - Se descarta clasificación
 - Nos centramos en clustering
 - Coeficiente de silhouette
 - Apoyo con one-hot-encoding
 - Aproximación puramente matemática y humana
 - Se contempla la no intervención humana



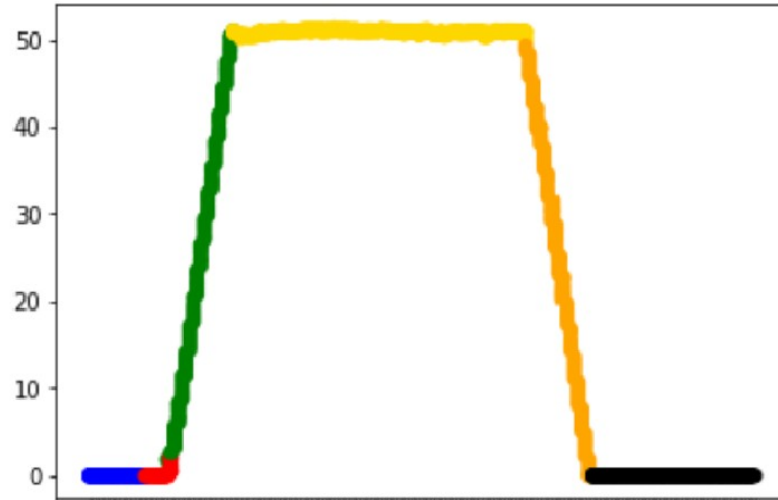
Tareas desarrolladas

- ✓ Cambio de enfoque
 - 6 Algoritmos de clustering
 - Kmeans
 - HAC (Hierarchical Agglomerative Clustering)
 - SPEC (Spectral Clustering)
 - GMM (Gaussian Mixture Model)
 - DBSCAN (Density-based spatial clustering of applications with noise)
 - Se mantiene enfoque humano y se añade enfoque matemático
 - Parámetros óptimos por PSO



Tareas desarrolladas

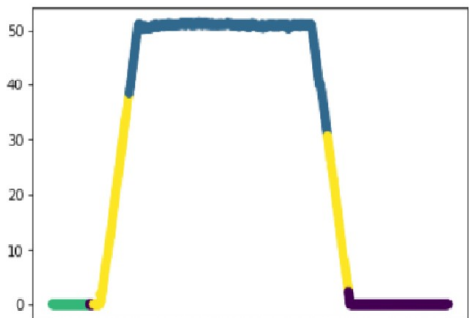
- ✓ Cambio de enfoque.
Resultados:
 - 5 Algoritmos detectan 6 fases
 - ~~DBSCAN presenta un número de fases muy elevado~~
 - ~~HAC no permite la reclasificación de puntos~~
 - Se opta por SPEC
 - Se descarta enfoque humano



Tareas desarrolladas

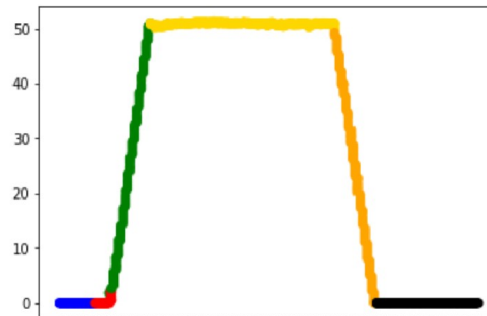
- ✓ Comparación de enfoques

Conocimiento experto



- Menor tasa de acierto
- Etiquetado manual
- Aproximación mecánica
- Bias humano

Detección automática

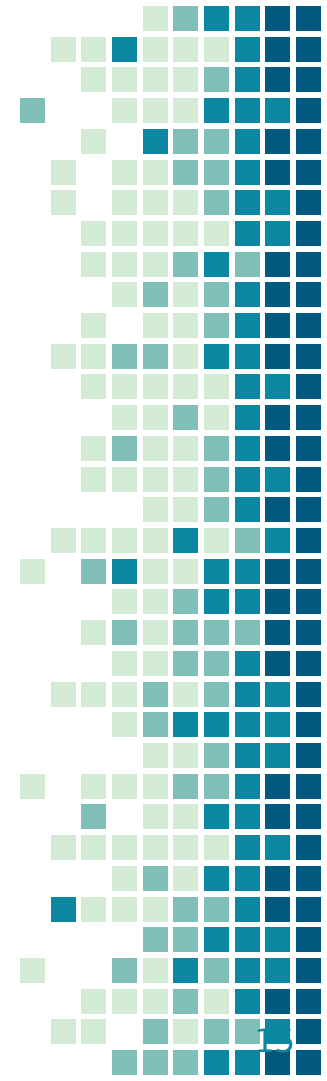


- Coeficiente de silhouette sólido
- Etiquetado automático
- Aproximación mecánica y matemática
- Sin bias humano



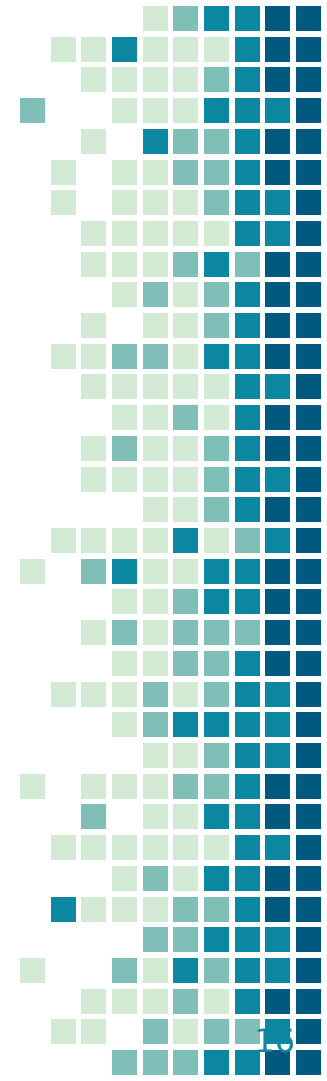
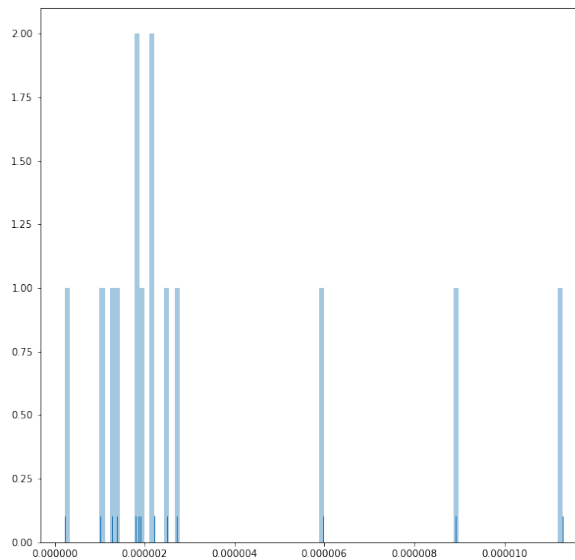
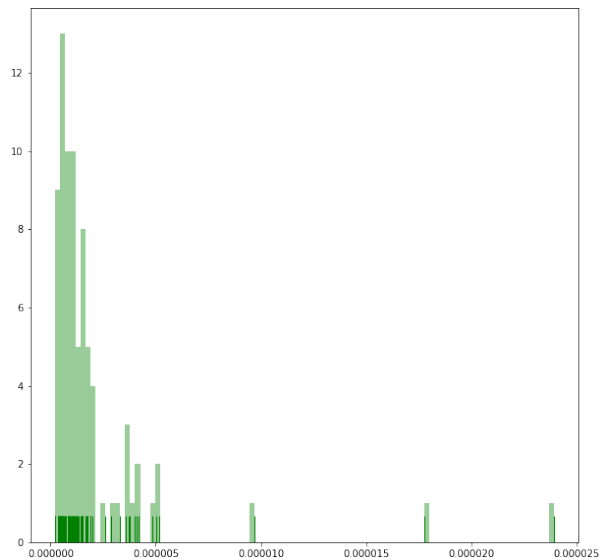
Tareas desarrolladas

- ✓ Infraestructura de detección de anomalías
 - Autoencoders
 - Aprendizaje semisupervisado
 - Si la tupla es correcta ✉ Poco coste en salida
 - Si la tupla es incorrecta ✉ Coste muy elevado en salida

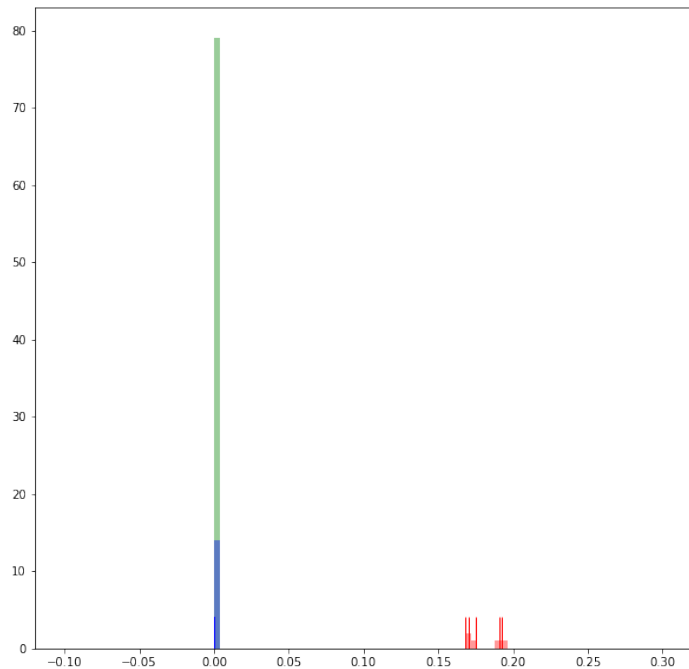
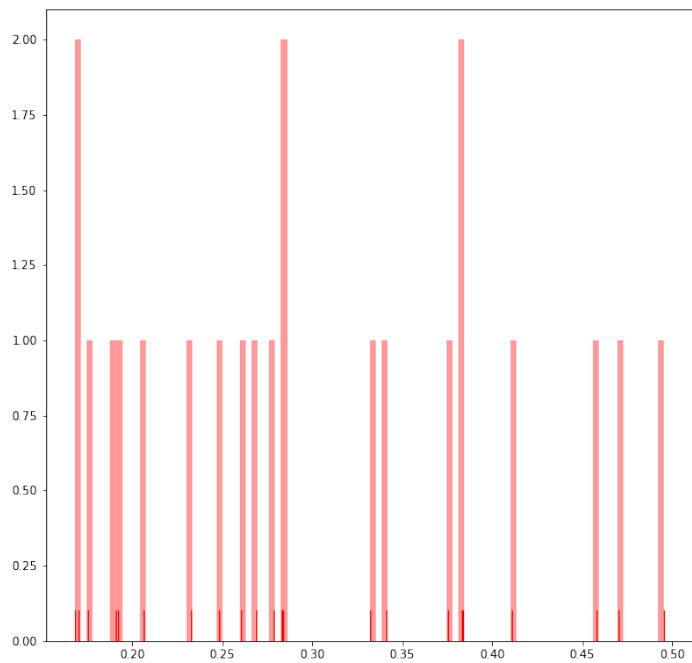


Resultados

- ✓ Validación cruzada 10 (Train 90-test 10)

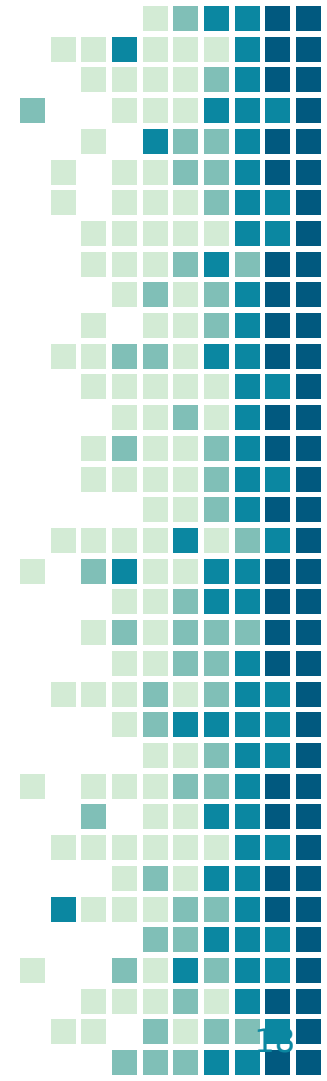


Resultados



Conclusiones

- ✓ Es posible establecer frontera umbral de aceptación
 - Sobretudo en streaming
- ✓ Se han echado en falta más datos de funcionamiento normal
- ✓ O datos con funcionamiento anómalos



Posibles líneas de investigación futuras

- ✓ Uso de Redes neuronales recurrentes
 - Para detección de secuencias
- ✓ Uso de Autoencoders variacionales
 - Para suplir falta de datos”

