

Congreso Nacional de Ingeniería Municipal 2023

NUEVAS TECNOLOGÍAS AL ALCANCE DE LA INGENIERÍA MUNICIPAL

**USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA
PROGNOSTICAR ROTURA DE TUBERÍAS EN REDES
DE AGUA POTABLE**

Xavier Torret Requena

ICCP, ITOP, Msc. Gestión Ambiental
Socio Director de BGEO OPEN GIS. SL.





XAVIER TORRET
Partner Director BGEO

LA EMPRESA

Somos una empresa multicultural,
Nacida en Barcelona pero con vision
global. Nos gusta ayudar a las water
utilities. Pensamos globalmente y
actuamos localmente.

Fem país!!!

- Somos exportadores de tecnología
- Creamos valor compartiendo conocimiento
- Ayudas a operadores de agua y organizaciones vinculadas al territorio



cim2023

D+I NUESTRA RAZON DE SER



¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

SUPERVISED LEARNING

REGRESION

LINEAR
POLYNOMIAL

CLASSIFICATION

LOGISTIC
SVM
ANN
DECISION TREES

DEEP LEARNING

CNN
RNN

SEMI-SUPERVISED LEARNING

SELF-TRAINING

LINEAR
POLYNOMIAL

LOW-DENSITY SEPARATION MODELS

UN-SUPERVISED LEARNING

CLUSTERING

K-MEANS

DIMENSIONALITY REDUCTION

PCA

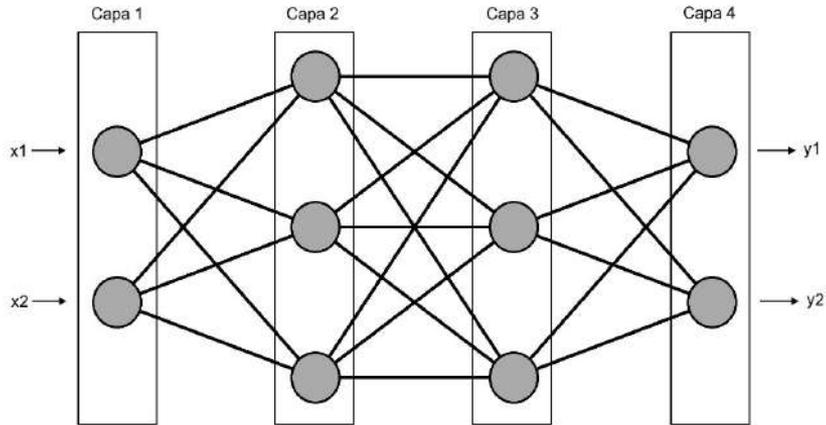
ANOMALY DETECTION

REINFORCEMENT LEARNING

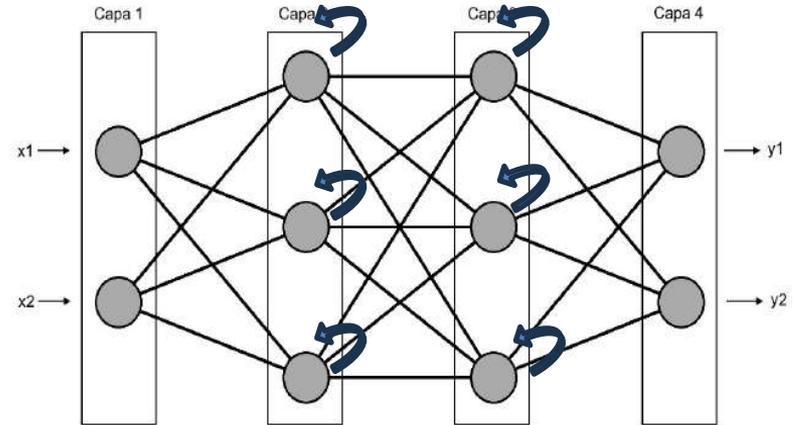
DYNAMIC PROGRAM

MONTE-CARLO METHODS

¿QUÉ SON LAS REDES NEURONALES?



ANN



RNN

EL RETO

USO DE UNA RED NEURONAL PARA PROGNOSTICAR
ROTURA DE TUBERÍAS EN REDES DE AGUA POTABLE.
CASO PRÁCTICO: PoC PARA AIGÜES DE MANRESA



+ 1.500 km de redes de agua potable

Manresa, Calders, Castellfollit del Boix, Castellnou de Bages, Fonollosa, Marganell, Monistrol de Calders, Navarcles, Navàs, Pont de Vilomara i Rocafort, Rajadell, Sant Fruitos del Bagès, Sant Joan de Vilatorrada, Santa Maria d'Oló, Sant Mateu del Bages, Sant Martí de Torroella, Sant Salvador de Guardiola, Santpedor



ORIGEN DE DATOS



SIG (presión nominal, diámetro, material, longitud, profundidad, pendiente)



CRM (consumo, acometidas, conexiones)



EPANET (caudales, presiones)



GMAO (roturas en los últimos 10 años)



METEOCAT (datos climatológicos últimos 10 años)



ICGC (índice NDVI de la vegetación)

SELECCIÓN PROVISIONAL DE VARIABLES

Estáticas	
Nombre	Descripción
Presión nominal	Presión máxima a la que la tubería puede operar.
Presión estática	Presión de la tubería cuando el agua está en reposo.
Material	Material del que está hecha la tubería.
Profundidad	Profundidad a la que está instalada.
Pendiente	Inclinación de la tubería.
Municipio	Municipio en el que está situada.
Longitud	Largo de la tubería.

Dinámicas	
Nombre	Descripción
Edad	Edad de la tubería.
Temperatura	Temperatura máxima y mínima de los últimos 4 meses.
Caudal	Caudal máximo y mínimo a través de la tubería a lo largo de los últimos meses.
Operaciones	Número de obras en la superficie inmediatamente sobre la tubería.
Hidrantes	Número de veces que se ha conectado un hidrante de bomberos directamente a la tubería.

SELECCIÓN DEFINITIVA DE VARIABLES

Estáticas	
Nombre	Descripción
Presión nominal	Presión máxima en la que la tubería puede operar.
Material	Material del que está hecha la tubería.
Profundidad	Profundidad a la que está instalada.
Pendiente	Inclinación de la tubería.
Diámetro	Diámetro de la tubería.
Municipio	Municipio en que está situada.
Longitud	Largo de la tubería.
NDVI	Índice de vegetación alrededor de la tubería.
Número de acometidas	Acometidas a lo largo de la tubería.
Consumo	Cantidad de agua gastada en un año para las viviendas o industrias directamente conectadas a la tubería.

Dinámicas	
Nombre	Descripción
Edad	Edad de la tubería.
Temperatura	Temperatura máxima y mínima de los últimos 4 meses.

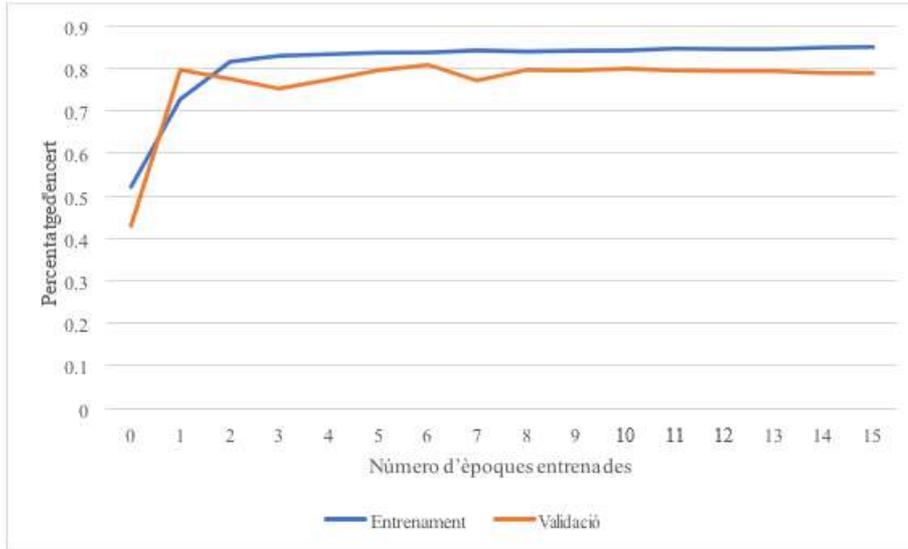


Figura 1: Porcentaje de acierto en función del número de épocas que la red neuronal ha sido entrenada. Fuente: elaboración propia.

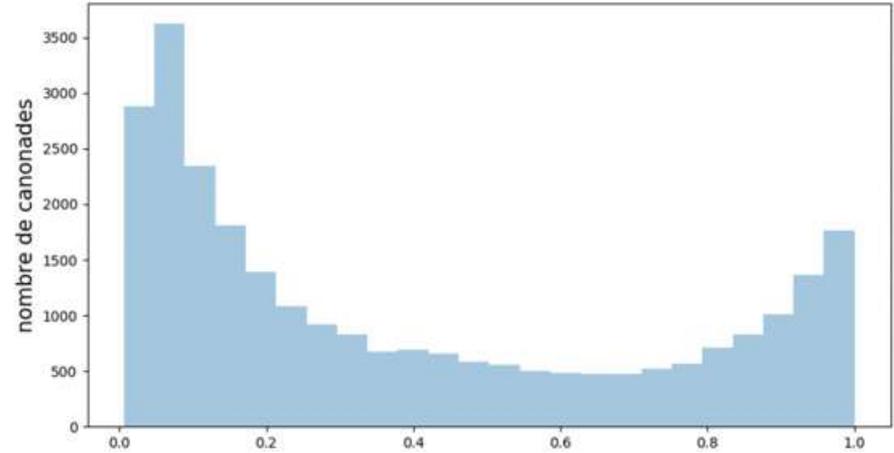


Figura 2: Gráfico de la distribución de las predicciones de la red neuronal. Fuente: elaboración propia.

Relación variable-probabilidad

Para visualizar de qué manera el algoritmo decide qué tuberías se rompen y cuáles no, hemos estudiado qué relación ha encontrado el algoritmo entre las variables y la probabilidad de rotura, es decir, cómo varía la probabilidad de rotura en función de cada parámetro.

Para poder hacer el análisis, hemos congelado todas las variables menos una (la que queremos estudiar). De esta manera podemos hacer un gráfico de cómo afecta esta variable al resultado de la red. Los valores congelados se escogieron de tal manera que fueran cercanos a la media.

Nombre	Valor escogido
Presión nominal	10 kg
Pendiente	4%
Municipio	0
Longitud	140 m
NDVI	0.5
Edad	30 años
Número de acometidas	2 acometidas
Consumo	1000 m ³
Diámetro	70 mm
Material	Hierro

Presión nominal

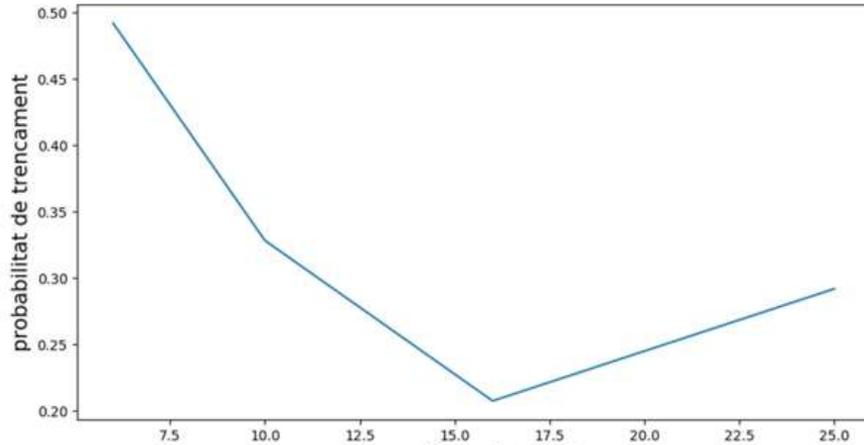


Figura 3: Porcentaje de rotura en función de la presión nominal
Fuente: elaboración propia.

Pendiente

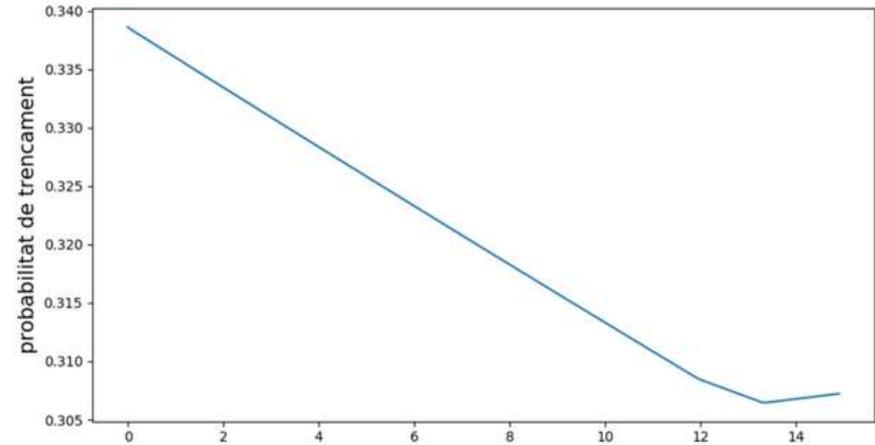


Figura 4: Porcentaje de rotura en función de la pendiente
Fuente: elaboración propia.

Longitud de tubería

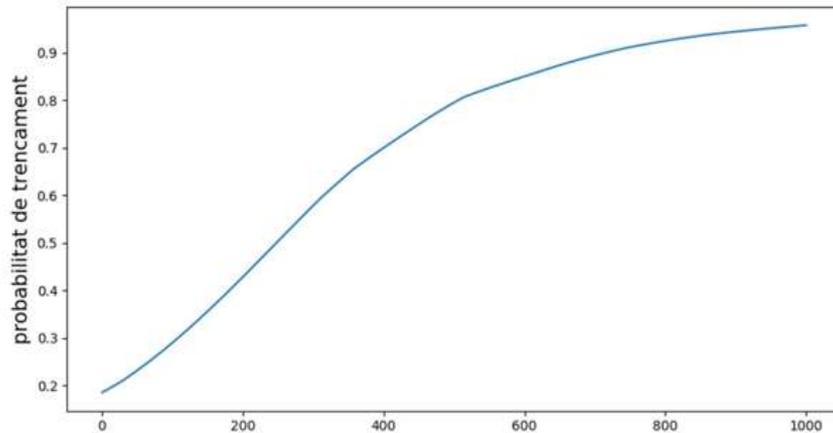


Figura 5: Porcentaje de rotura en función de la longitud de la tubería. Fuente: elaboración propia.

Número de acometidas

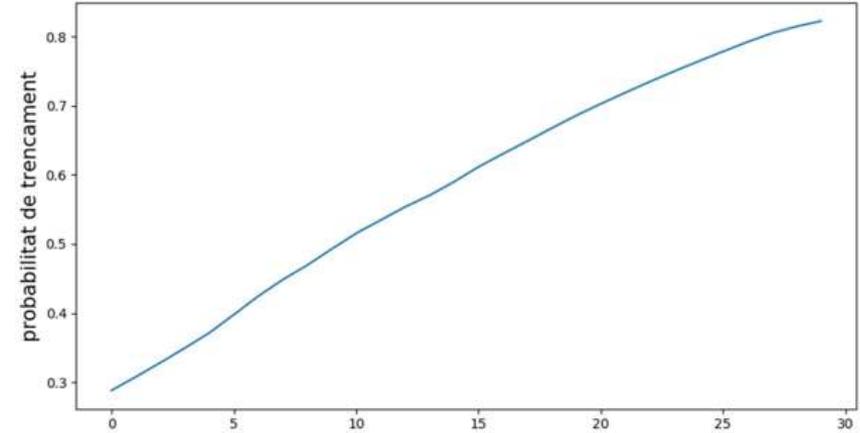


Figura 6: Porcentaje de rotura en función del número de acometidas. Fuente: elaboración propia.

Consumo (m3/año)

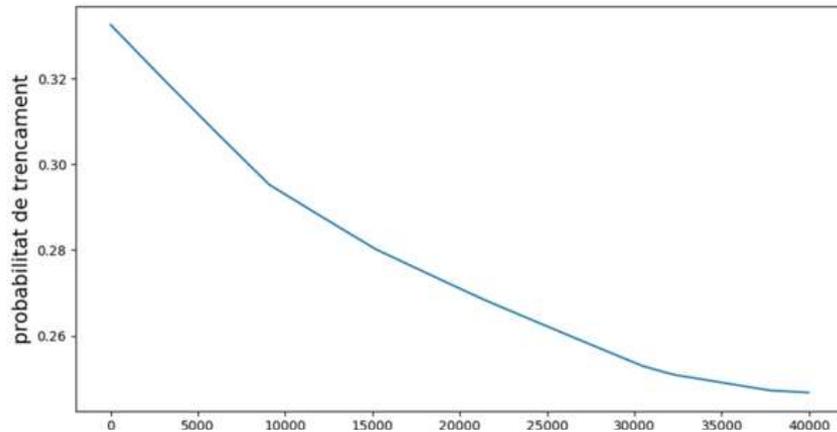


Figura 7: Porcentaje de rotura en función del consumo en la tubería. Fuente: elaboración propia.

Material

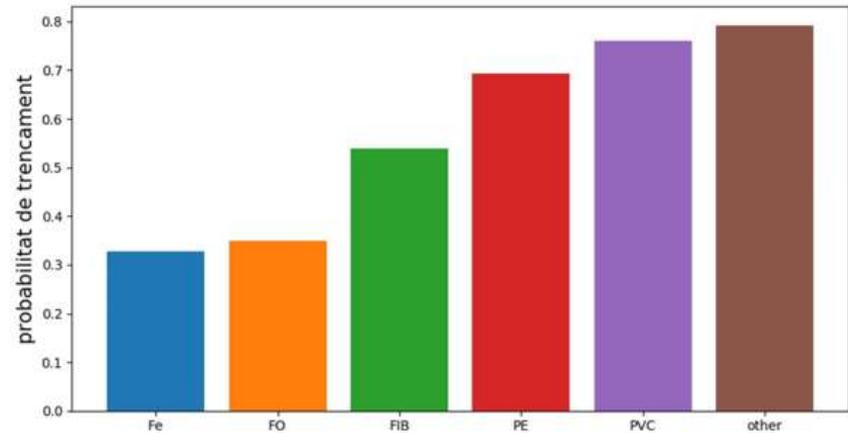


Figura 8: Porcentaje de rotura en función del material de la tubería. Fuente: elaboración propia.

Edad tubería

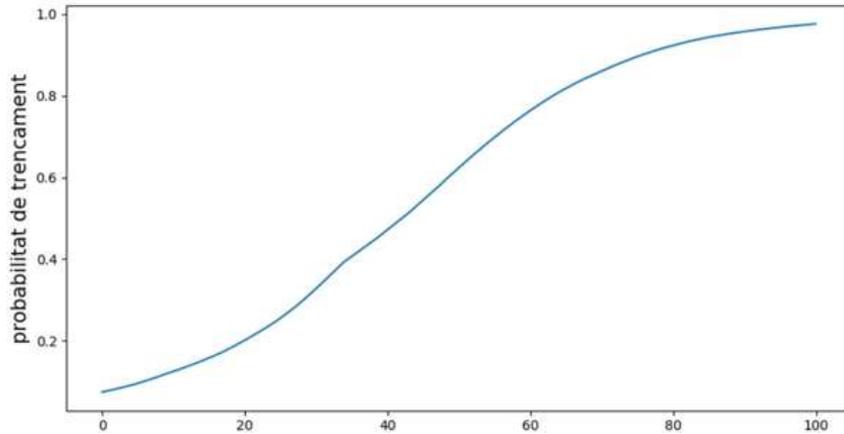


Figura 9: Porcentaje de rotura en función de la edad de la tubería. Fuente: elaboración propia.

Diámetro nominal

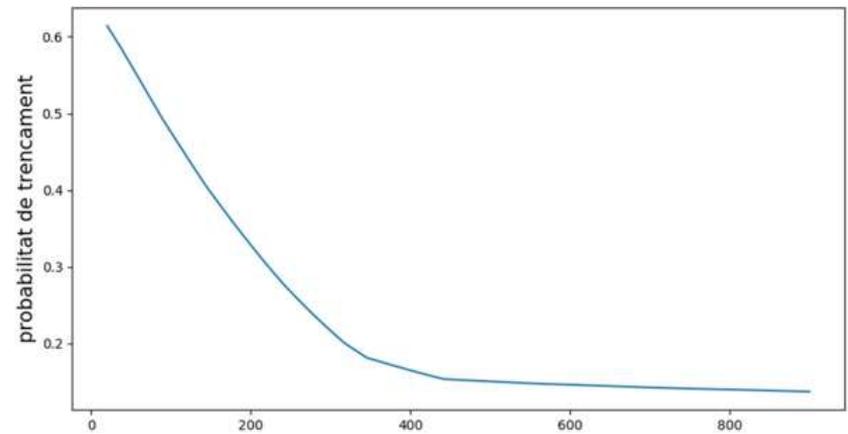


Figura 10: Porcentaje de rotura en función del diámetro de la tubería. Fuente: elaboración propia.

Municipio

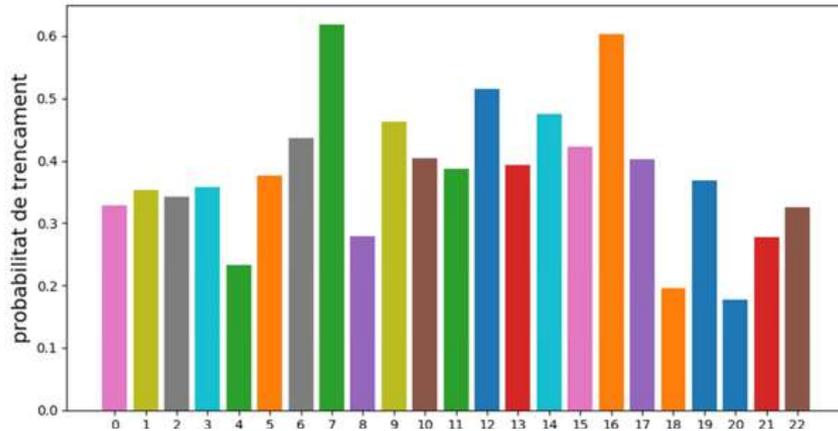


Figura 11: Porcentaje de rotura en función del municipio.
Fuente: elaboración propia.

Índice NDVI

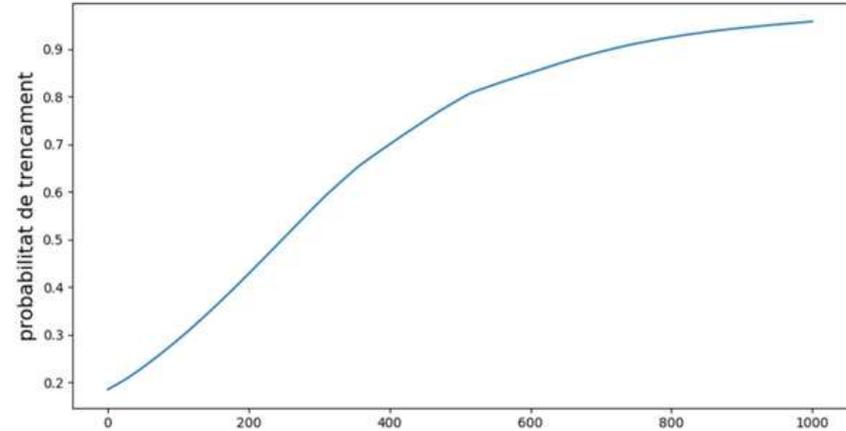


Figura 12: Porcentaje de rotura en función del índice NDVI.
Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

- Se han identificado **correlaciones muy interesantes no identificadas anteriormente**, lo que prueba la importancia del uso de la IA
- Hace falta **más cantidad de datos**, para que el uso sea más eficiente
- Hace falta **más variables**, para trabajar con más variables que a lo mejor tienen impacto y no lo sabemos
- Para mejorar estos resultados es necesario que **más empresas** como Aigües de Manresa cedan sus datos.

Muchas gracias

www.bgeo.es/en

T. +34 938 600 293

info@bgeo.es



B'GEO
OPEN GIS & WATER SOLUTIONS