

# Aplicación de algoritmos predictivos para la eficiencia en la gestión del riego.

María del Mar Pousada González

David Crespo García  
Víctor Monzón Baeza

Enero 2021



# Índice

- 1. Contexto y justificación del proyecto**
- 2. Objetivos y enfoque**
- 3. Estado del arte**
  - 3.1. Sistemas de riego
  - 3.2. Instrumentación e infraestructura
  - 3.3. Variables de análisis
  - 3.4. Machine Learning
  - 3.5. Algoritmos predictivos
- 4. Diseño del sistema**
- 5. Análisis Métodos predictivos**
- 6. Simulación y pruebas**
- 7. Conclusiones**



# 1. Contexto y justificación del proyecto

- Informe UNESCO cambio climático.
- 40% de la población mundial ya reside en áreas afectadas por estrés hídrico
- En 2025, más de dos tercios de la población experimentará problemas de escasez de agua.
- El consumo de agua se ha multiplicado por seis en el último siglo. De ese volumen, se estima que entre el 75 y el 80% se destina a la agricultura.



Agricultura de precisión  
Riego Inteligente

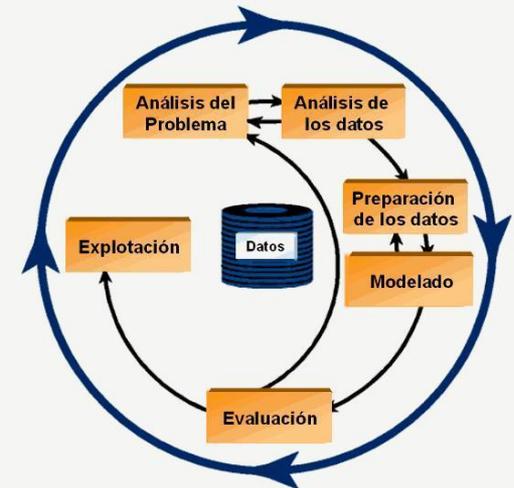


## 2. Objetivos y enfoque

Diseño de un sistema que mejore la eficiencia en la gestión del riego, con especial foco en la aplicación de los modelos.

- Disponer de un estado del arte con los sistemas diseñados e infraestructura necesaria para medir la eficiencia en la gestión del agua.
- Propuesta de arquitectura de sistemas para la monitorización, adquisición de datos, procesamiento y análisis de estos.
- Diseño de la prueba a partir de datasets públicos para la simulación del sistema.
- Definición del proceso de ingesta de datos y el ecosistema de aplicaciones para llevarlo a cabo.
- Comparativa y elección de los mejores algoritmos en base a los datos o variables relevantes en el ámbito del riego.

### Metodología CRISP-DM



## 3. Estado del arte

### 3.1. Sistemas de riego

- Sistemas de riego por tiempo
- Sistemas de riego inteligente
  - Sistemas de riego inteligente basados en el clima
  - Sistemas de riego inteligente basados en sensores de humedad

### 3.2. Instrumentación e infraestructura

- Válvulas
- Caudalímetro
- Contador
- Electroválvulas
- Presostato
- Pluviómetro
- Programador
- Sensores



### 3.3. Variables de análisis

- Temperatura
- Pluviometría
- Densidad aparente
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración

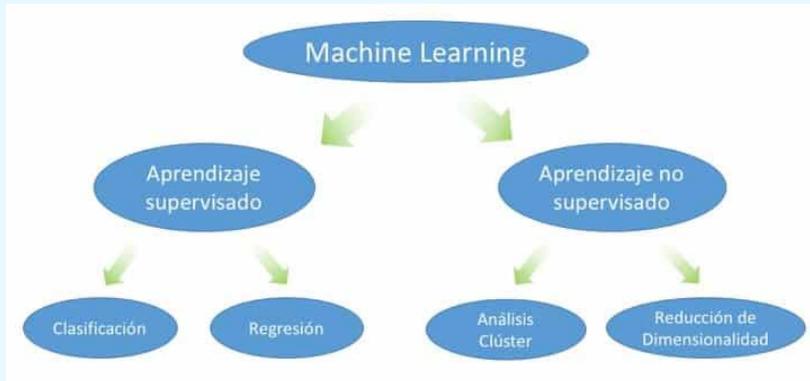


### 3. Estado del arte

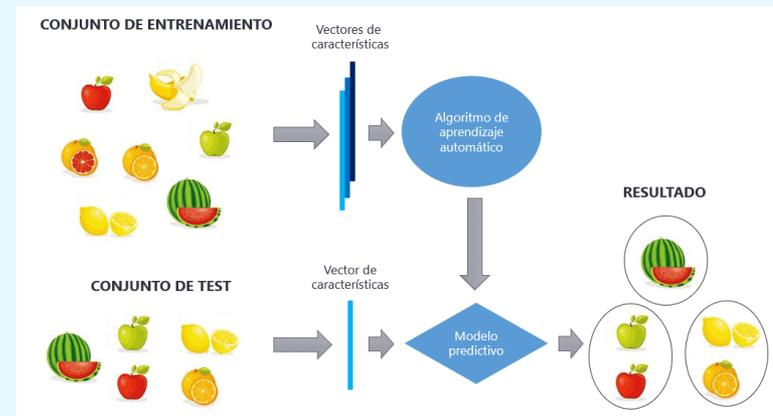
#### d. Machine Learning

El Aprendizaje Automático consiste en la capacidad de identificar patrones complejos gracias a la ingesta de datos en su sistema, mediante la aplicación de ciertos algoritmos.

Herramientas/SW para la implementación de dichos algoritmos.



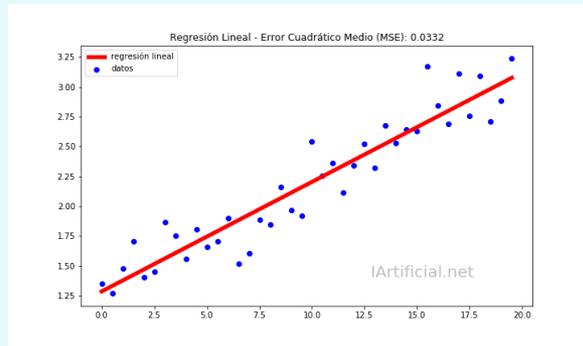
Modelo supervisado



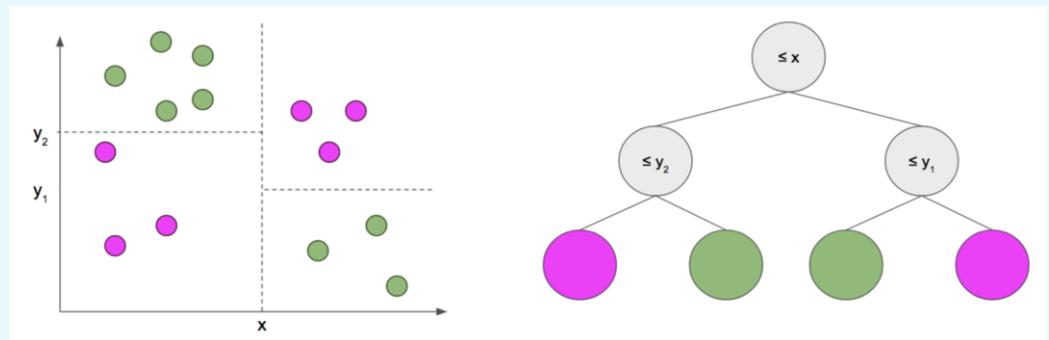
# 3. Estado del arte

## e. Algoritmos Predictivos

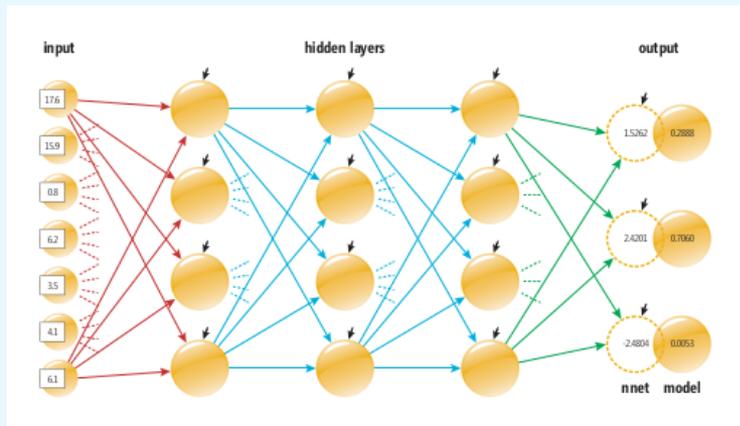
### Regresión lineal



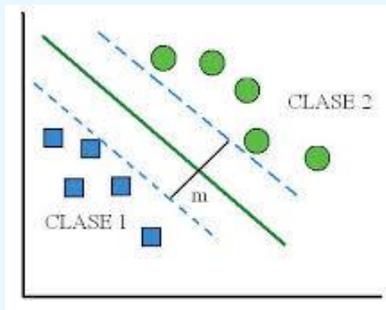
### Árboles de decisión



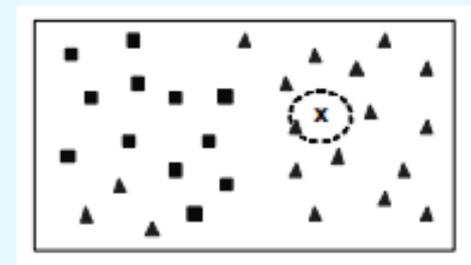
### Redes neuronales



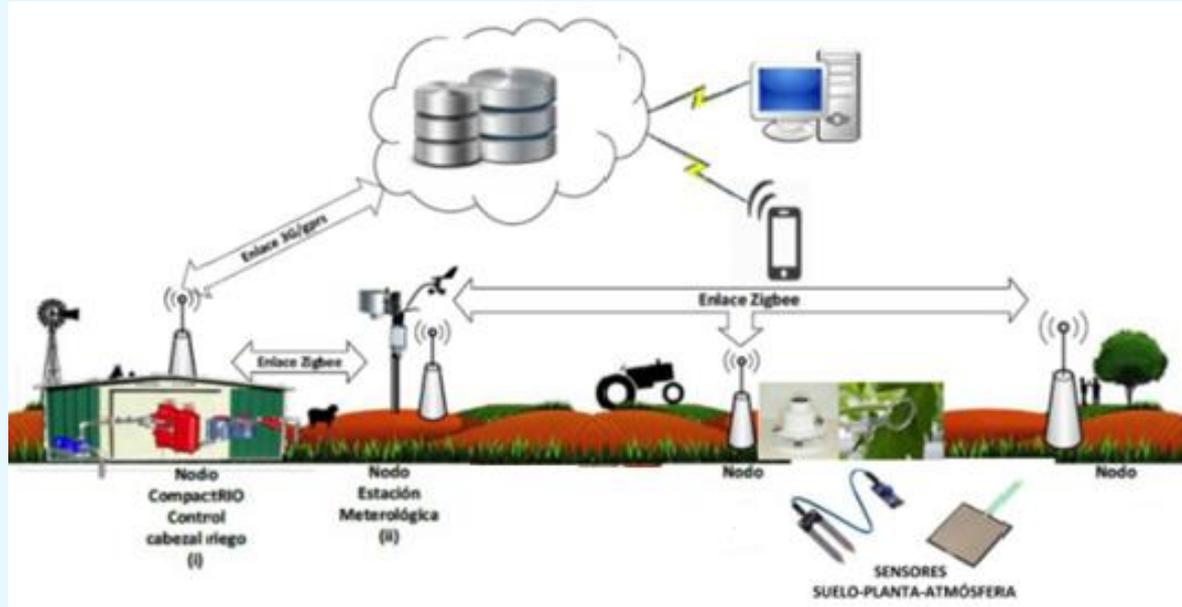
### Máquina de vectores soporte (SVM)



### K-vecinos



## 4. Diseño del sistema



**Nodo control cabezal de riego:** encargado de recibir los parámetros medidos procesarlos y subirlos a Internet mediante un enlace 3G/GPRS para su almacenamiento en una BBDD y analizarlos mediante algoritmos predictivos.

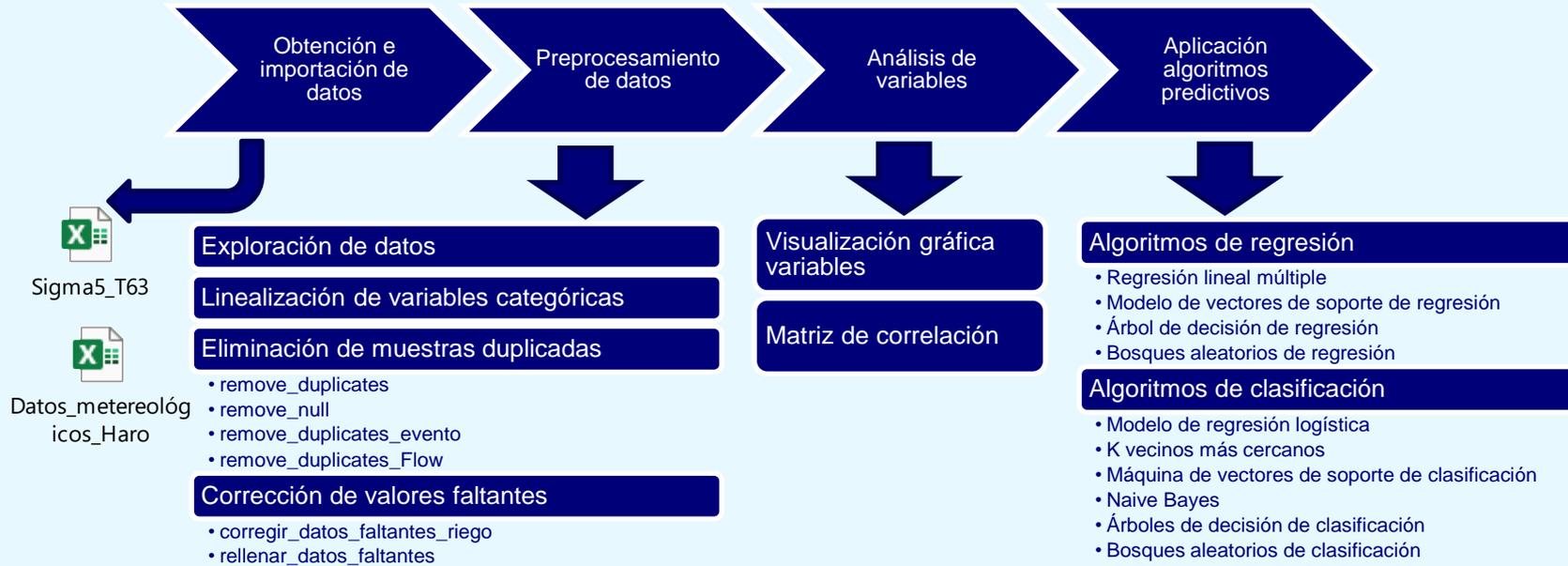
**Nodo estación meteorológica:** (que incluye una estación que registra valores atmosféricos mediante sensores, así como un procesador Arduino para la lectura y procesamiento de los datos registrados) y reenviar los datos al nodo de control.

**Nodo sensor:** (que incluyen sensores, un procesador de Arduino cuya función es leer los parámetros medidos por los sensores, procesar los datos y transmitirlos al nodo de control.



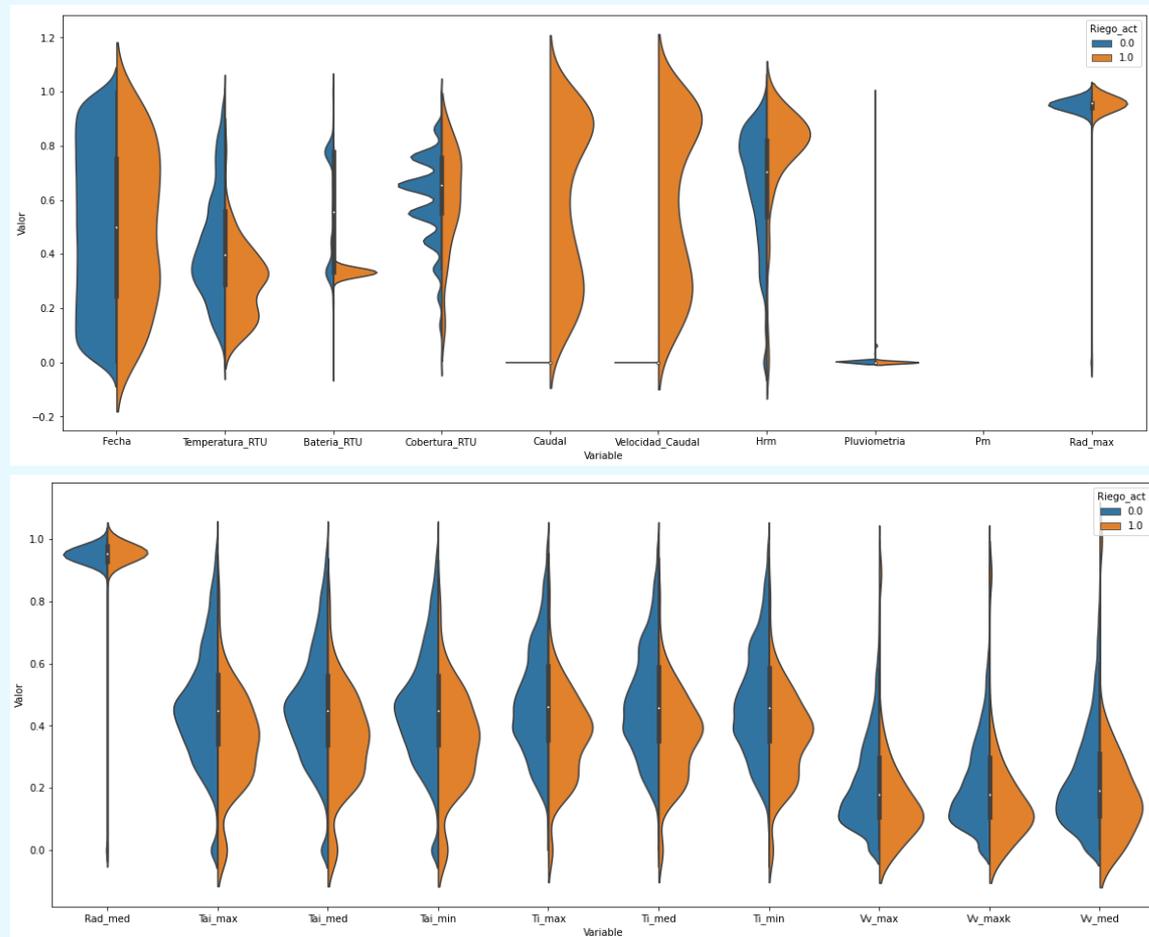


## 5. Análisis de Métodos Predictivos



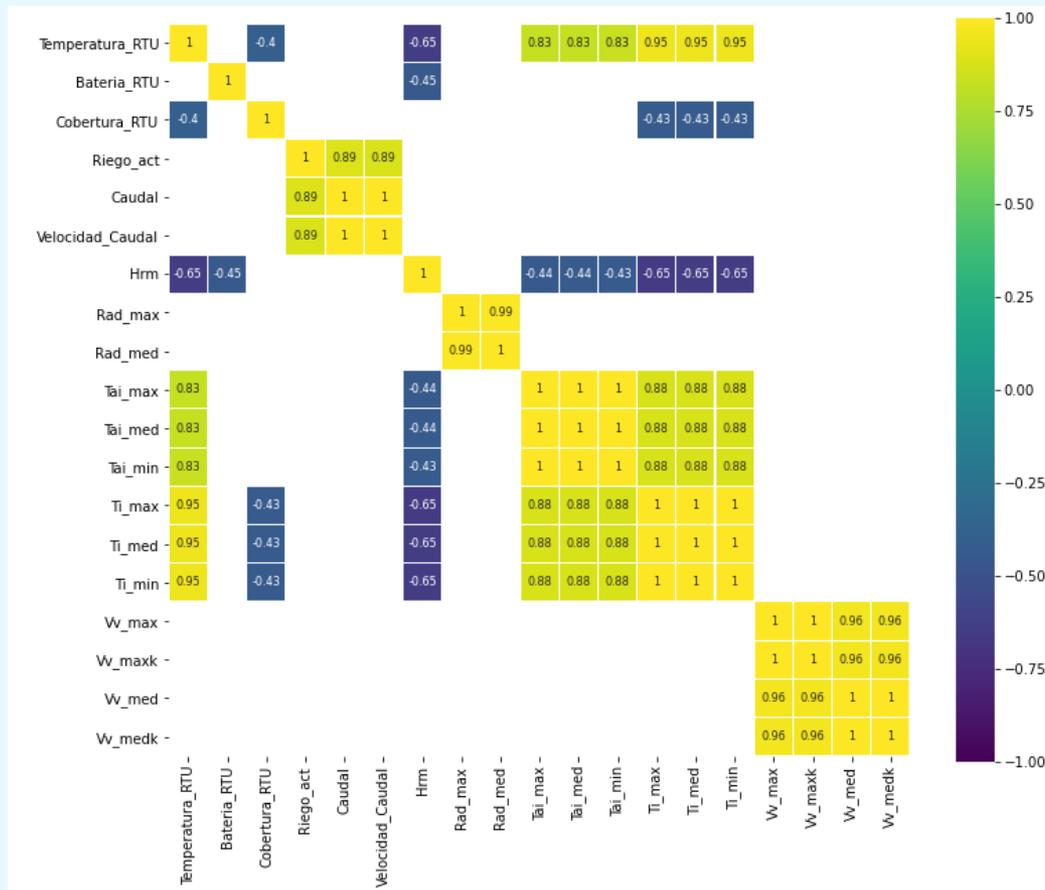
# 5. Análisis de Métodos Predictivos

Visualización gráfica de variables:



# 5. Análisis de Métodos Predictivos

## Matriz de correlación:



### Interpretación de Pearson:

Coefficiente	Interpretación
0	Nula
>0.0 – 0.2	Muy baja
>0.2 – 0.4	Baja
>0.4 – 0.6	Moderada
>0.6 – 0.8	Alta
>0.8 – <1.0	Muy alta
1.0	Perfecta



## 6. Simulación y pruebas

### Parámetros validación:

- Precisión
- Accuracy o Exactitud
- Matriz de Confusión



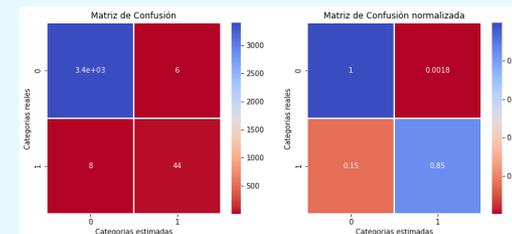
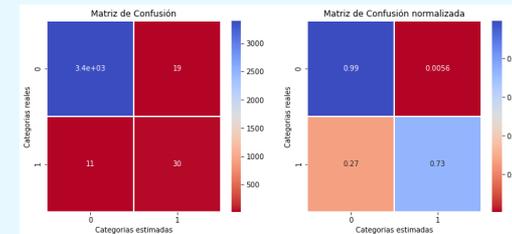
		Predicción	
		Positivos	Negativos
Observación	Positivos	Verdaderos Positivos (VP)	Falsos Negativos (FN)
	Negativos	Falsos Positivos (FP)	Verdaderos Negativos (VN)

### Entrenamientos:

- Entrenamiento 1: dependencia de las variables registradas del equipo y las condiciones meteorológicas en la decisión de irrigación.
- Entrenamiento 2: entrenamiento 1 + hora
- Entrenamiento 3: Intervalo temporal
- Entrenamiento 4: Acumulado diario e intervalo temporal para estimar el acumulado diario.

### Comparativa de resultados:

E	lr_multiple	svr	adr	bar	r_log	K_neig	svm	naive_bayes	adc	bac
1	2%	0%	9%	35%	4%	50%	4%	47%	55%	65%
2	4%	0%	71%	87%	7%	38%	8%	13%	61%	71%
3	4%	0%	68%	82%	8%	78%	8%	54%	83%	83%
4	21%	0%	68%	86%						



## 6. Simulación y pruebas

The image shows the Spyder Python IDE interface. The main window is titled "Spyder (Python 3.8)". The menu bar includes File, Edit, Search, Source, Run, Debug, Consoles, Projects, Tools, View, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, running, and debugging. The file path is "C:\Users\Usuario\Downloads\mpousadag\_PEC4\Codigo.py".

The code editor displays the following Python code:

```
1  #-*- coding: utf-8 -*-
2  """
3  Created on Fri Dec 4 20:55:03 2020
4
5  @author: Mar
6  """
7
8  import numpy as np
9  import matplotlib.pyplot as plt
10 import pandas as pd
11 import seaborn as sns
12 from statistics import mean
13 import math
14 import datetime as date,datetime
15
16 from sklearn import preprocessing
17 from sklearn import linear_model
18 from sklearn.model_selection import train_test_split
19 from sklearn.svm import SVR
20 from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
21 from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
22 from sklearn.preprocessing import StandardScaler
23 from sklearn.linear_model import LogisticRegression
24 from sklearn.metrics import confusion_matrix
25 from sklearn.metrics import precision_score
26 from sklearn.metrics import accuracy_score
27 from sklearn.metrics import recall_score
28 from sklearn.metrics import f1_score
29 from sklearn.metrics import roc_auc_score
30 from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
31 from sklearn.svm import SVC
32 from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
33 from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
34 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
35 from sklearn.metrics import classification_report
36
37
38 ##### 1)PREPROCESADO #####
39
40 ##### a) Lectura del fichero de datos
41
42 #Cargamos datasets
43 dataset_RTU=pd.read_excel("Sigma5_T63.xlsx")
44 dataset_weather=pd.read_excel("Datos_meteorológicos_Haro.xlsx")
45
46 #Ordenar por fecha
47
48 dataset_RTU=dataset_RTU.sort_values(by=['Fecha'],ascending=[True])
49
50
51 ##### b) Análisis del tipo de variables que lo componen
52 dataset_RTU.head() # Comprobamos las primeras filas
53 dataset_RTU.info() #RangeIndex: 9212 entries, 0 to 9211// Variable gráfica y Unidades son variables categóricas y Fecha
54
55 dataset_weather.head() #RangeIndex: 8797 entries, 0 to 8796
56 dataset_weather.info() #No hay variables categóricas solo enteros, float y datetime
57
```

The right-hand side of the IDE shows a variable explorer window with columns for Name, Type, and Size, and a Value column. Below it is a console window titled "Console 1/A" showing the IPython prompt and the output of the first cell:

```
Python 3.8.3 (default, Jul 2 2020, 17:30:36) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)]
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.

IPython 7.16.1 -- An enhanced Interactive Python.

In [1]:
```

The status bar at the bottom indicates "LSP Python: ready", "conda: base (Python 3.8.3)", "Line 14, Col 1", "UTF-8", "LF", "RW", and "Mem 33%".

## 7. Conclusiones

- Diseñado un sistema o infraestructura de riego inteligente detallando la arquitectura, comunicaciones y componentes utilizados para la extracción del dato.
- Análisis de datos reales registrados por un equipo de telecontrol de riego.
- Programación de 4 modelos supervisados de regresión y 6 de clasificación.
- Comparativa de algoritmos donde se observó que todos los clasificadores presentaron más dificultad en predecir la decisión de irrigación que de no realizar riego derivado de un entrenamiento con una cantidad de muestras de riego activo insuficientes.
- Se destaca la elección del algoritmo de bosques aleatorios por presentar mejores resultados.
- El modelo no atiende a los aspectos meteorológicos sino que se extrae la necesidad de incluir el intervalo temporal pero modela correctamente el comportamiento humano.
- Valor de producto para el pequeño agricultor donde mediante algoritmos predictivos es posible reducir costes y recursos modelando un comportamiento de gestión sostenible.
  
- Como línea a futuro, alimentar al sistema con un entrenamiento ajustado a las necesidades de la planta.

