



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



SEDE
SANTO DOMINGO



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingenieros en Tecnologías de la Información

“Diseño y construcción de una estación meteorológica portátil para predecir la temperatura del agua en afluentes de río. ”

Autores: Puetate Ulloa, Dayan Nicole y Bahamonde Torres, Ernesto David

Director: Ing. Rodríguez Galán, Germán Eduardo, Mgtr



Agenda

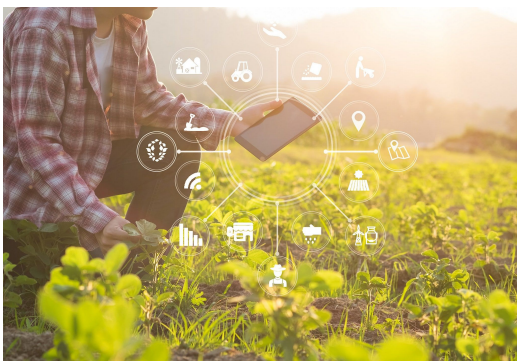


- ❖ Introducción
- ❖ Antecedentes
- ❖ Justificación
- ❖ Objetivos
- ❖ Alcance
- ❖ Marco Teórico
- ❖ Metodología
- ❖ Caso de Estudio
- ❖ Conclusiones
- ❖ Recomendaciones

Introducción

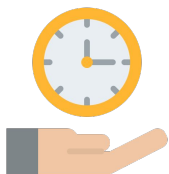
Actualmente

- ❖ Los agricultores y ganaderos tienen la oportunidad de mejorar su productividad, mediante la tecnología.



¿Qué se busca?

- ❖ Diseñar y construir una estación meteorológica portátil para predecir la temperatura del agua en afluentes de río.



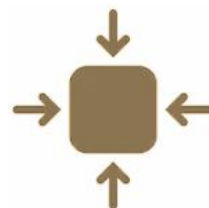
Ahorro de tiempo



Predicciones



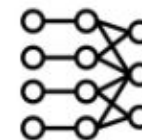
Eficiencia



Portátil



Sensores

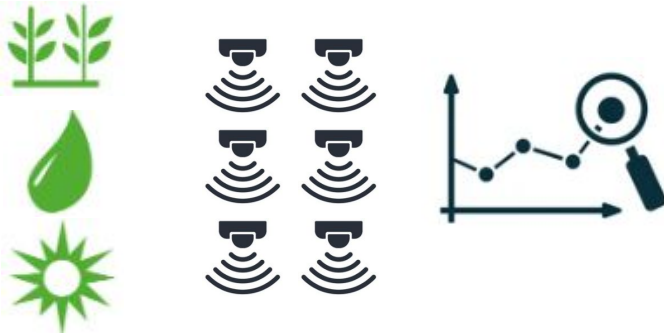


Red Neuronal

Introducción

¿Qué se espera obtener?

- ❖ Predicciones sobre la temperatura del agua.



¿Cómo está dividido el proyecto?

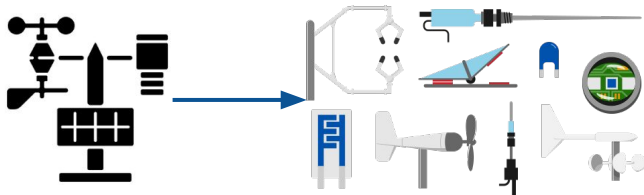
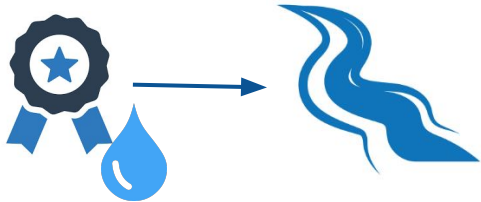
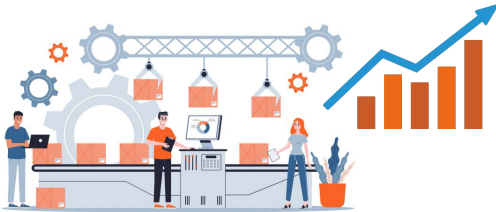
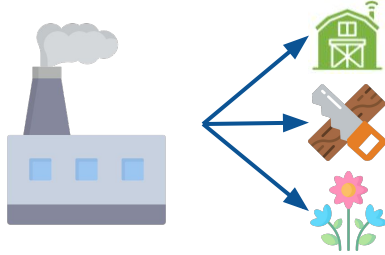
- ❖ Armar la estación meteorológica.
- ❖ Creación del modelo de predicción.
- ❖ Presentación de resultados.

¿Cómo se ha realizado?

- ❖ Revisión de trabajos similares.
- ❖ Visita a la estación meteorológica Puerto Ila
- ❖ Marco de trabajo SCRUM.



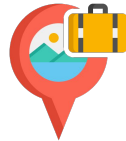
Antecedentes



- ❖ Los sectores productivos influyen en la economía nacional (Libro Blanco de Economía Circular del Ecuador, 2021).
- ❖ Organismo de apoyo, que recolecta datos para sectores productivos es el INAMHI.
- ❖ Elevación de procesos manufactureros, del 12.17% en 2019 al 41.76% en 2020 (INEC, 2020).
- ❖ Estudios de la calidad del agua en ríos, usan la temperatura del agua (González, 2021).
- ❖ Estación meteorológica Puerto Ila.

❖ Ríos más importantes

- Blanco
- **Baba**
- Memé Grande
- Mulaute
- Toachi
- Chorrera del Napa
- San Jacinto del Búa
- Caoní



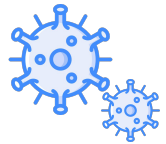
¿Qué puede afectar a la temperatura del agua?

- Factores ambientales
- Nivel de precipitación
- Factores humanos



❖ Impactos de temperatura del agua

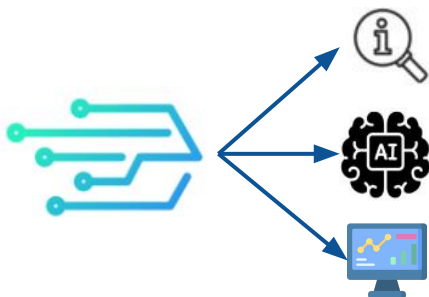
- Organismos acuáticos
- Oxígeno en el agua
- Productividad de animales, peces y cultivos.



Justificación

Avances tecnológicos

- Monitorear
- Recopilar información
- Uso de IA



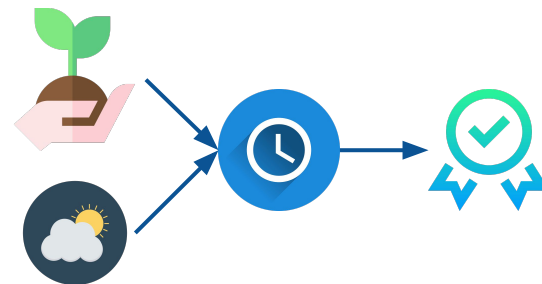
Preservación del ambiente

- ❖ Productividad de fincas.
- ❖ Control de cambios en el entorno.



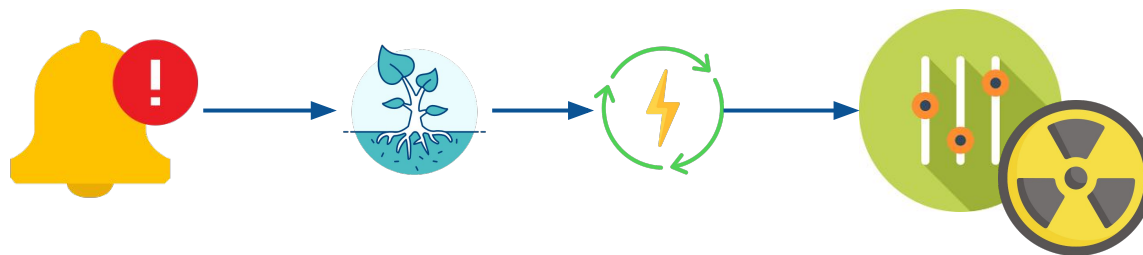
Uso de estaciones meteorológicas

- ❖ Toma de decisiones
- ❖ Calidad de cosecha
- ❖ Reducción de costos
- ❖ Mayor rentabilidad



Alertas

- ❖ Sequía
- ❖ Vientos fuertes
- ❖ Helada
- ❖ Lluvia torrencial
- ❖ Incendios forestales
- ❖ Niveles contaminantes



Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir una estación meteorológica portátil para predecir la temperatura del agua en afluentes de río.

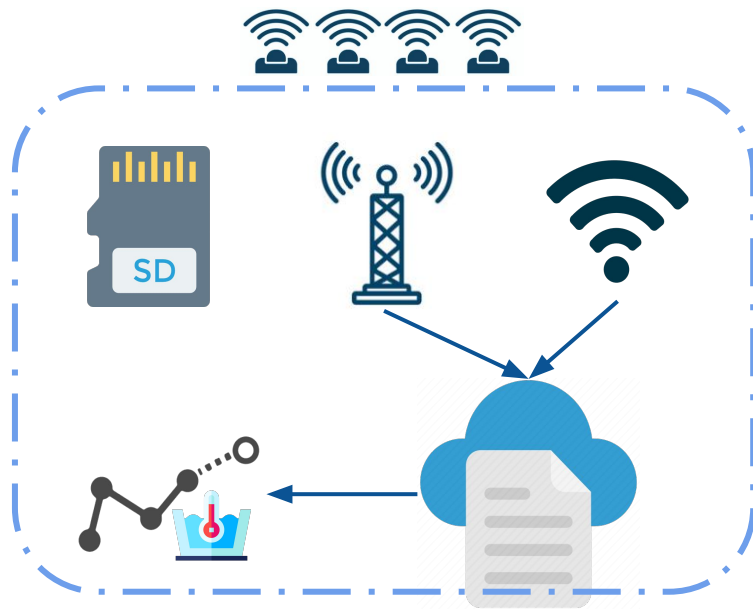
Objetivos Específicos

- ❖ Delimitar los requerimientos funcionales y no funcionales de la estación meteorológica en base a trabajos previos para añadir nuevas funcionalidades.
- ❖ Diseñar un modelo 3D de la estación meteorológica para visualizar, simular e imprimir un prototipo funcional.
- ❖ Desarrollar un modelo predictivo para determinar la temperatura del agua en el afluente del río Baba de la parroquia El Esfuerzo, en base a un conjunto de datos obtenidos con la estación meteorológica instalada en el sitio.

Alcance

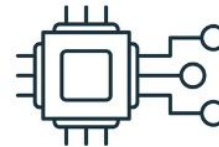
El sistema está enfocado a investigadores o usuarios experimentados. La estación lograría:

- ❖ Almacenar.
- ❖ Transmitir.
- ❖ Presentar los datos



Sensores para medir:

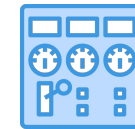
- ❖ Velocidad del viento
- ❖ Humedad del suelo
- ❖ Temperatura de agua
- ❖ Humedad y temperatura ambiente
- ❖ Presión atmosférica
- ❖ Altitud
- ❖ Nivel de luz
- ❖ Nivel de lluvia
- ❖ Caudal del río



Embebido



Estructura



Control



Portable

MARCO TEÓRICO y ESTADO DEL ARTE



¿Qué es una estación meteorológica?

Sistemas con sensores que miden variables meteorológicas y las almacenan (Encinas, 2020).



¿Qué es un afluente del río?

Arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal.



¿Qué es predicción?

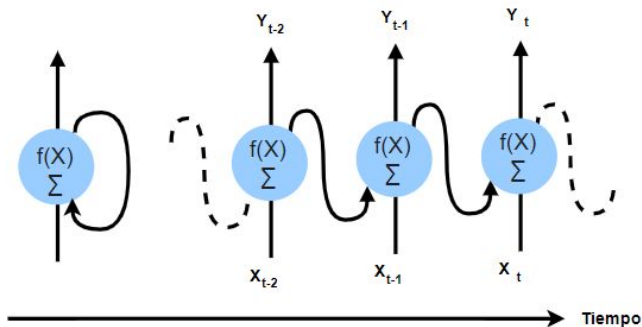
Usar datos pasados para hacer inferencias del futuro.

MARCO TEÓRICO y ESTADO DEL ARTE

¿Qué son las redes neuronales recurrentes?

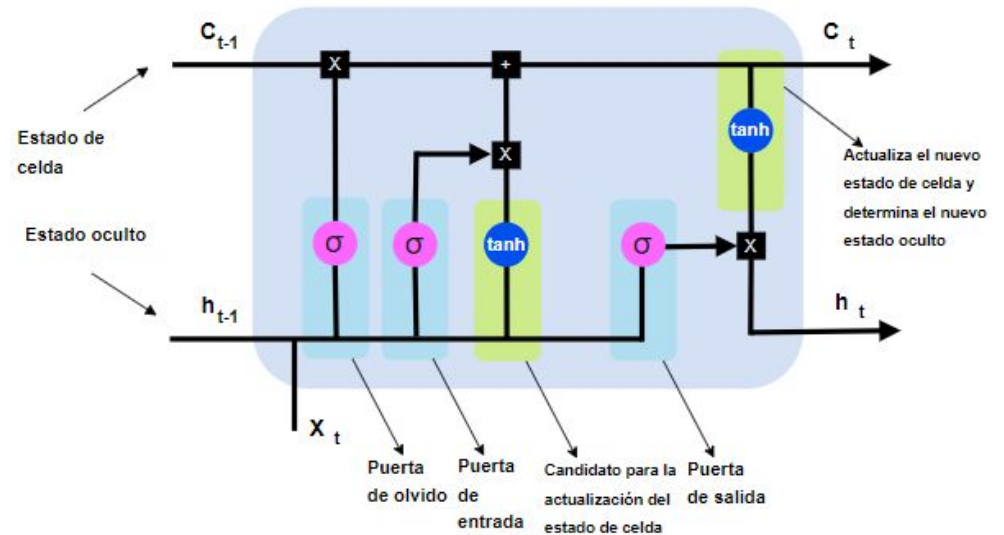
Realizan conexiones hacia atrás, resuelven problemas de datos secuenciales.

- Análisis de series temporales.
- Sistemas de identificación.
- Procesamiento de lenguaje natural.



¿Qué es una LSTM?

Tipo de red neuronal recurrente, que puede aprender a largo plazo, logra recordar un estado previo.



TECNOLOGÍAS Y COMPONENTES



PROTEUS



Google Sheets

colab



Streamlit



python



Keras



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sensores



DS18B20



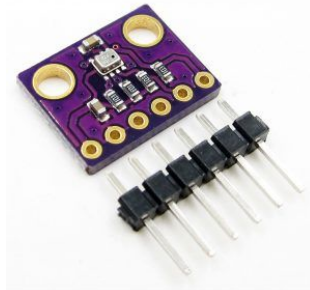
DTH22



**Moisture
Sensor V1.2**



YF-S201



BMP 280



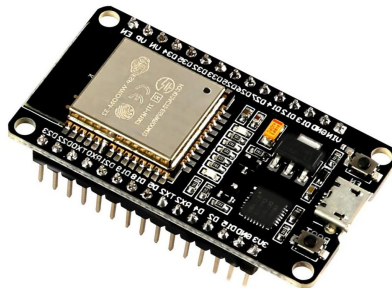
MH-RD



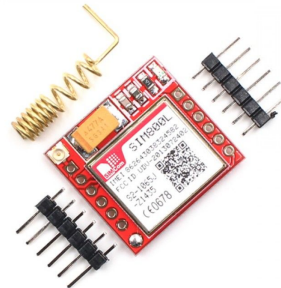
LDR



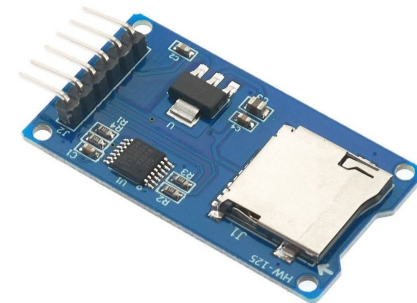
CELDA SOLAR



ESP32



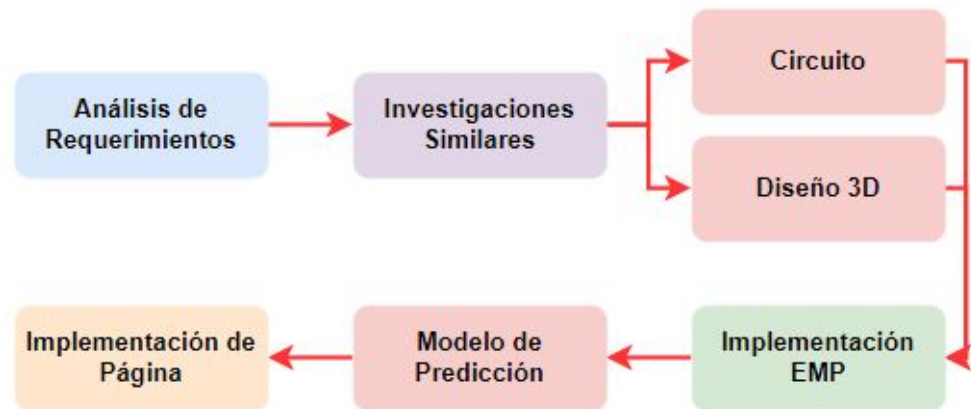
SIM800L



MÓDULO SD



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA



Aplicación de SCRUM

Tomando en cuenta el tiempo estimado para el desarrollo del proyecto casi 4 meses, se tiene:

Código	Descripción	Prioridad	Estimación en días	Orden
RF1	El diseño de la estación meteorológica portátil debe ser compacto para fácil transportación.	ALTA	11	1
RF7	Estructura de los datos a guardar en los diferentes métodos de almacenamiento.	MEDIA	5	2
RF4	La estación meteorológica portátil consta de sensores para medir: velocidad de viento, temperatura ambiente, temperatura agua, humedad, radiación solar, presión atmosférica, humedad de suelo, lluvia, caudal.	ALTA	15	3
RF2	El sistema proporciona una interfaz gráfica para el control de los sensores de la estación meteorológica portátil.	ALTA	15	4
RF6	Los datos se guardan en la tarjeta SD de la estación meteorológica portátil.	ALTA	5	5
RF3	Se puede elegir el modo de funcionamiento de la estación meteorológica portátil, entre recolección de datos por tarjeta SD, Wi-Fi, o GSM.	ALTA	15	6
RF5	Los datos se pueden ver de forma remota, siempre y cuando esté en modo Wi-Fi o GSM.	ALTA	5	7
RF8	La estación meteorológica portátil tiene una fuente de energía acoplada, como una batería, para lugares apartados.	ALTA	15	8
RF12	El modelo puede acceder a los datos recolectados por los sensores, cuando la estación meteorológica portátil está en modo Wifi o GSM.	ALTA	5	9
RF9	Preparar los datos recolectados por la estación meteorológica portátil.	ALTA	5	10
RF11	En el modelo de predicción la métrica de score debe ser mayor o igual a 0,7	ALTA	5	11
RF10	Obtener la predicción de la temperatura del agua en n horas.	ALTA	5	12
RF13	Mostrar gráficas de los datos de los sensores en la página web.	MEDIA	2	13
RF14	En el manual de usuario debe constar la forma de uso de la estación meteorológica portátil y del modelo de predicción.	MEDIA	5	14

Aplicación de SCRUM

Se han determinado cinco sprints, los cuales tienen una duración máxima de 35 días con un máximo de 6 horas diarias, iniciando el 24/10/2022 hasta el 17/02/2023.

1 Sprint



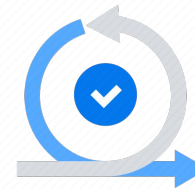
24/10/2022

2 Sprint



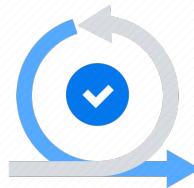
25/11/2022

3 Sprint



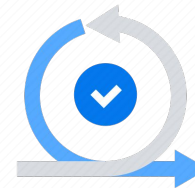
31/12/2022

4 Sprint



21/01/2023

5 Sprint

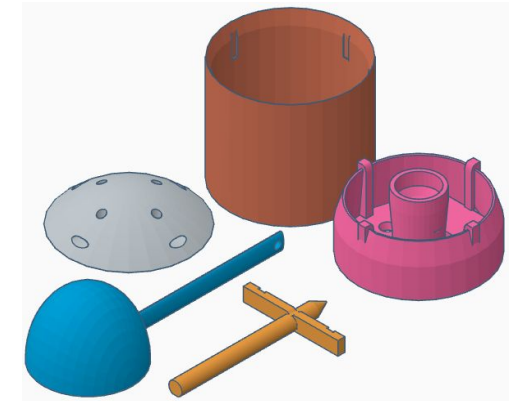
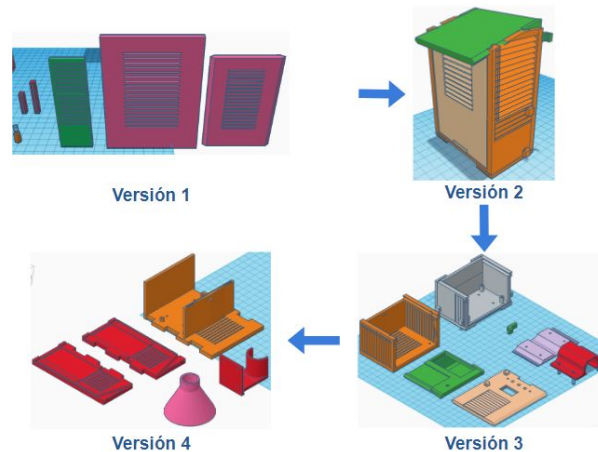
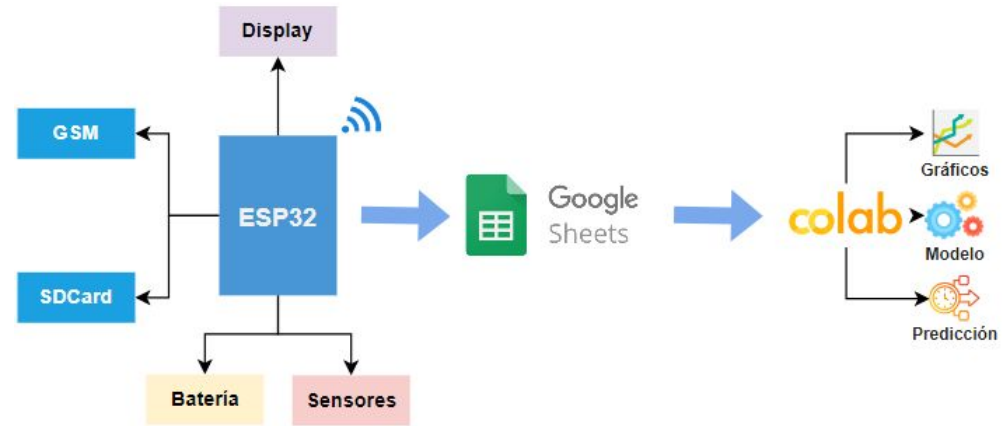


05/02/2023

Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 1

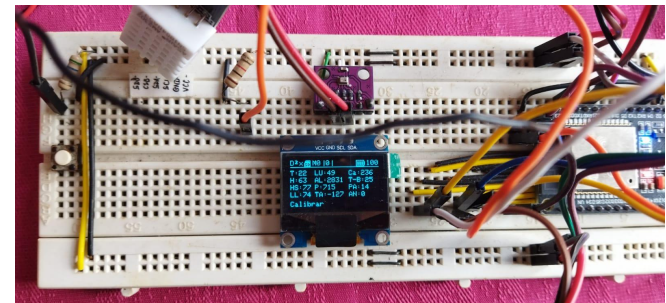
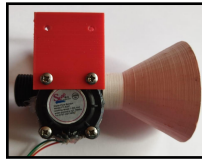
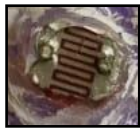
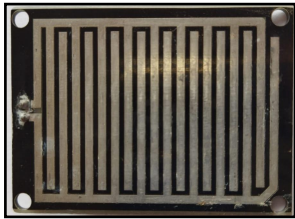
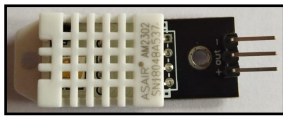
- ❖ Arquitectura del sistema.
- ❖ Visita a la estación meteorológica del INAMHI “Puerto Ila”.
- ❖ Diseño 3D de la estación meteorológica.



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 1

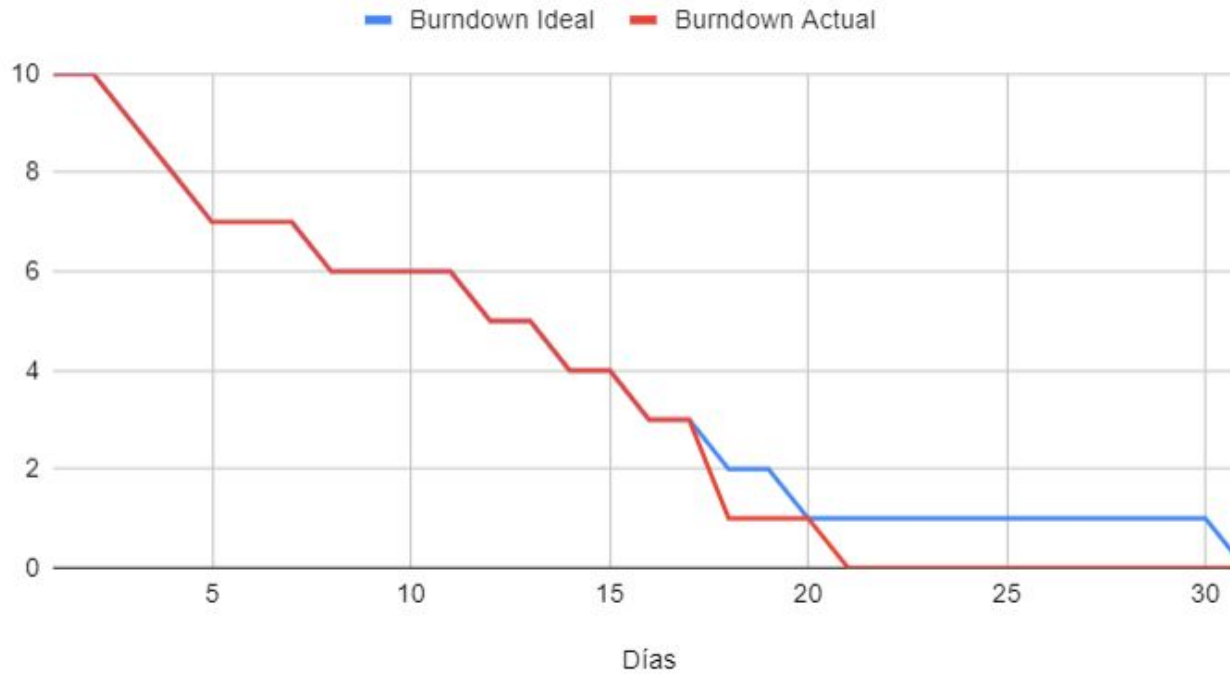
- ❖ Estructura del conjunto de datos.
- ❖ Funcionamiento de sensores.



Característica	Etiqueta	Medida	Sensor
Temperatura	Temperatura	°C	DTH22
Humedad	Humedad	%	DTH22
			Moisture Sensor
Humedad Suelo	HumSuelo	%	V1.2
Precipitación	Lluvia	mm	MH-RD
Luminosidad	Luz	ohm	LDR
Altitud	Altitud	m	BMP280
Presión	Presion	mb	BMP280
Temperatura de Agua	TempAgua	°C	DS18B20
Panel Solar	LuzDirecta	V	CELDA Solar
Caudal	Caudal	L/min	YF-S201
Anemómetro	Anemómetro	vueltas	Infrarrojos

Resultados del Sprint 1

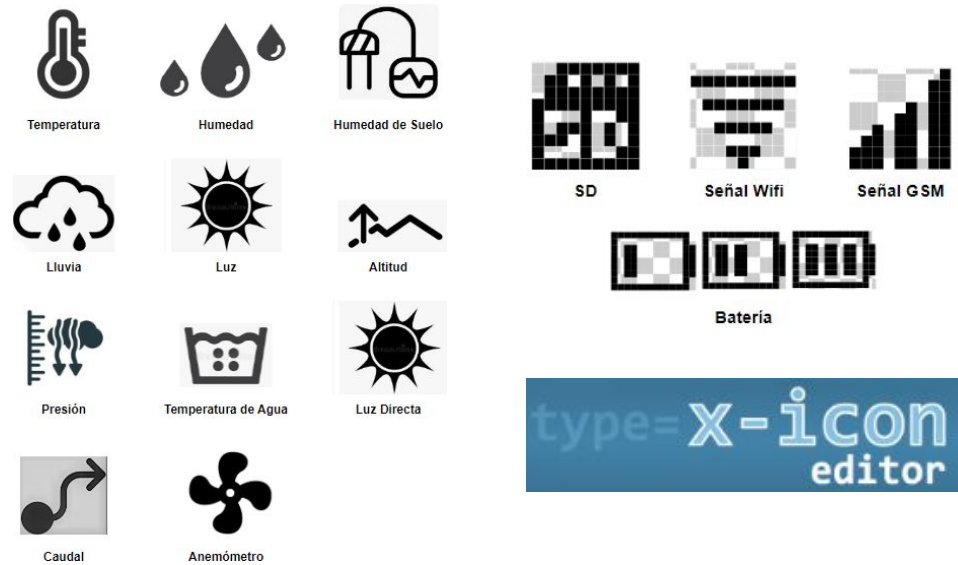
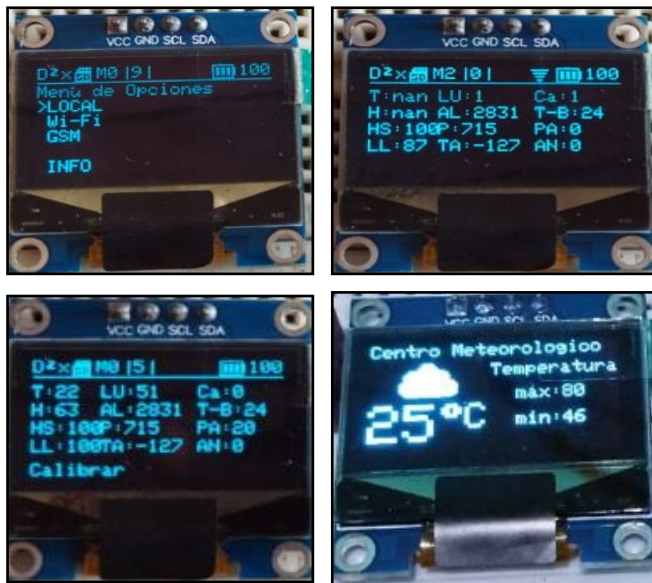
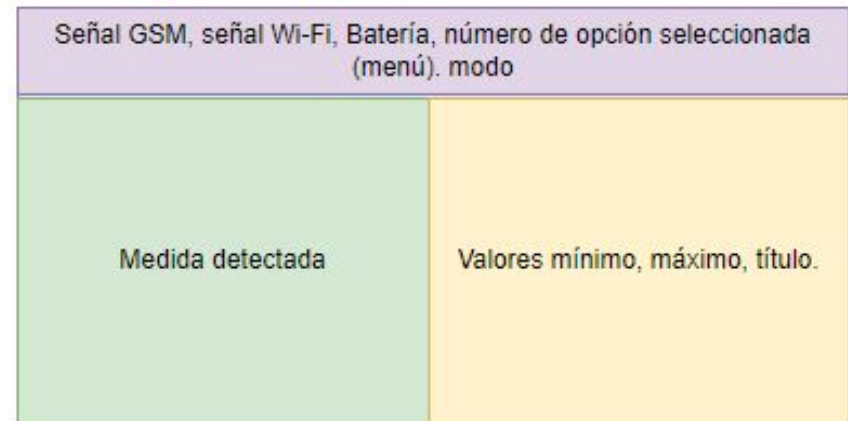
Burndown Chart Sprint 1



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 2

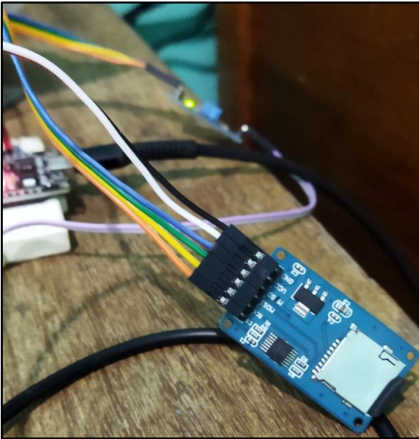
- ❖ Mockup del display.
- ❖ Íconos para el display.
- ❖ Muestra de íconos en el display.



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 2

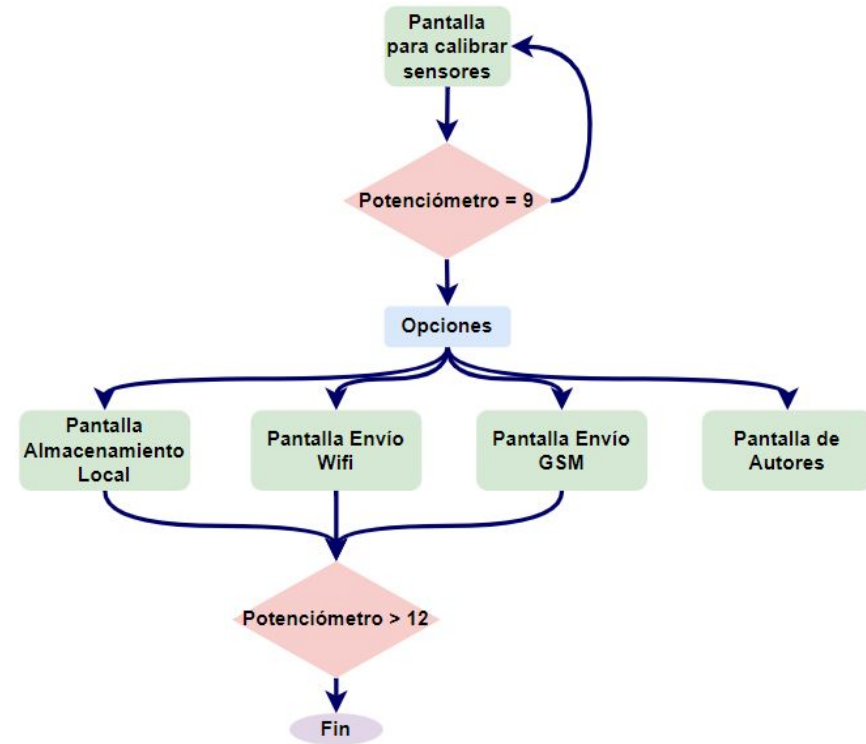
- ❖ Almacenamiento de datos en la SD.
- ❖ Navegación del menú.



```

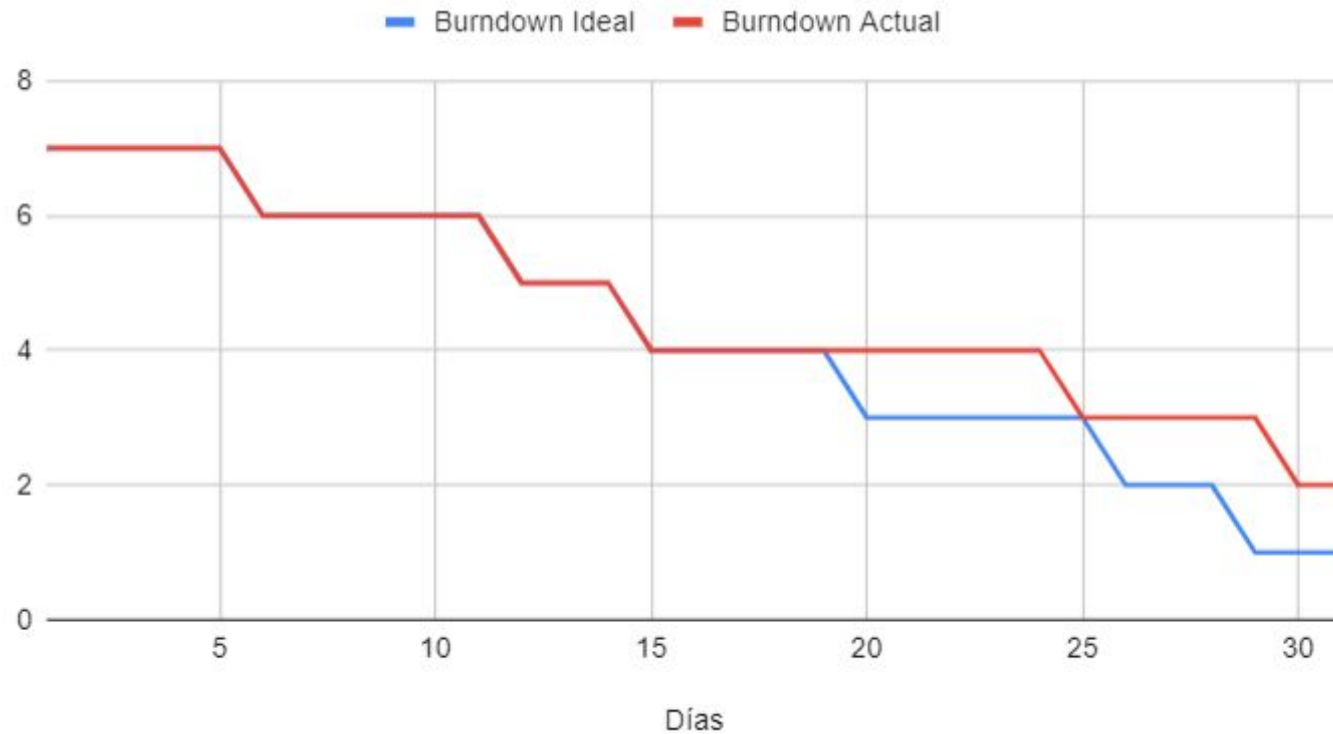
dataESP32_1.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Tiempo, Temperatura, Humedad, HumSuelo, Lluvia, Luz, Altitud, Presion, TempAgua, LuzDirecta, Caudal
, Anemometro
1675076333, 26.30, 99.90, 53.39, 4050, 249.20, 981.66, 23.94, 21, 0.53, 85585
1675076365, 26.30, 99.90, 34.13, 4095, 249.30, 981.65, 24.00, 21, 0.80, 88162
1675076397, 26.40, 99.90, 28.33, 4082, 249.15, 981.67, 23.94, 21, 0.67, 91673
1675076428, 26.30, 99.90, 26.27, 4095, 249.24, 981.66, 23.94, 21, 0.67, 113511
1675076460, 26.20, 99.90, 27.34, 4095, 249.53, 981.63, 24.00, 21, 0.53, 113685
1675076492, 26.10, 99.90, 29.41, 4087, 249.35, 981.65, 23.94, 21, 0.67, 114839
1675076524, 26.00, 99.90, 27.32, 4095, 249.44, 981.64, 24.00, 21, 0.53, 115104
1675076556, 26.00, 99.90, 29.46, 4035, 249.00, 981.69, 24.00, 21, 0.53, 116695
1675076588, 26.00, 99.90, 60.42, 4054, 249.40, 981.64, 24.00, 21, 0.67, 117963
1675076619, 26.00, 99.90, 60.41, 4048, 249.43, 981.64, 23.94, 21, 0.53, 135302
1675076651, 26.00, 99.90, 59.36, 4880, 249.74, 981.68, 24.00, 21, 0.53, 137206
1675076683, 26.00, 99.90, 59.34, 4079, 249.99, 981.57, 24.00, 21, 0.53, 228684
1675076715, 26.10, 99.90, 59.30, 4095, 249.43, 981.64, 24.00, 21, 0.67, 233721
1675076747, 26.10, 99.90, 60.39, 4080, 249.50, 981.63, 24.00, 21, 0.53, 234713
1675076779, 26.10, 99.90, 60.42, 4068, 249.46, 981.63, 24.00, 21, 0.67, 278800
1675076811, 26.00, 99.90, 58.25, 4095, 248.97, 981.69, 24.00, 21, 0.67, 278800
1675076843, 26.10, 99.90, 59.43, 4043, 249.11, 981.68, 23.94, 21, 0.53, 278800
1675076874, 26.00, 99.90, 60.40, 4048, 249.22, 981.66, 24.00, 21, 0.67, 278800
1675076906, 26.00, 99.90, 58.29, 4095, 249.33, 981.65, 24.00, 21, 0.53, 279632
1675076938, 26.00, 99.90, 60.56, 3978, 249.31, 981.65, 24.00, 21, 0.53, 305545
1675076970, 25.90, 99.90, 58.26, 4032, 250.22, 981.55, 24.00, 21, 0.53, 307384
1675077002, 25.90, 99.90, 59.44, 3918, 249.43, 981.64, 23.94, 21, 0.40, 311183
1675077034, 25.80, 99.90, 57.17, 4095, 250.05, 981.57, 24.00, 21, 0.53, 311892
    
```

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño	Fecha de creación
dataESP32_1.txt	30/1/2023 22:49	Documento de te...	15 KB	30/1/2023 20:58
dataESP32_H.txt	30/1/2023 9:59	Documento de te...	1 KB	1/1/1980 5:02
dataESP32_G.txt	28/1/2023 20:42	Documento de te...	2 KB	1/1/1980 5:02
PRUEBA.TXT	1/1/2000 1:00	Documento de te...	1 KB	1/1/2000 1:00



Resultados del Sprint 2

Burndown Chart Sprint 2



Resultados del Sprint 3

❖ Script de Google Sheets.

```
var sheet_id =  
"16_YTTzsLF__SWufCzQwQ8TW7sjsiND69hsQ9WU2IXx4";  
var sheet_name = "espData";  
function doGet(e) {  
  var ss = SpreadsheetApp.openById(sheet_id);  
  var sheet = ss.getSheetByName(sheet_name);  
  var Tiempo = String(e.parameter.Tiempo);  
  var Temperatura = String(e.parameter.Temperatura);  
  var Humedad = String(e.parameter.Humedad);  
  var HumSuelo = String(e.parameter.HumSuelo);  
  var Lluvia = String(e.parameter.Lluvia);  
  var Luz = String(e.parameter.Luz);  
  var Altitud = String(e.parameter.Altitud);  
  var Presion = String(e.parameter.Presion);  
  var TempAgua = String(e.parameter.TempAgua);  
  var LuzDirecta = String(e.parameter.LuzDirecta);  
  var Caudal = String(e.parameter.Caudal);  
  var Anemometro = String(e.parameter.Anemometro);  
  sheet.appendRow([Tiempo, Temperatura, Humedad, HumSuelo,  
Lluvia, Luz, Altitud, Presion, TempAgua, LuzDirecta, Caudal,  
Anemometro]);  
}
```

The screenshot shows a Google Sheet interface. The browser address bar contains the URL: docs.google.com/spreadsheets/d/16_YTTzsLF__SWufCzQwQ8TW7sjsiND69hsQ9WU2IXx4/edit. The sheet title is 'espData_V2'. The table below shows data for four rows, with columns labeled A through I.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Tiempo	Temperatura	Humedad	HumSuelo	Lluvia	Luz	Altitud	Presion	TempAgua
2	1676019591	27.90	99.90		30	2	4095 250.99	981.46	24.00
3	1676019624	27.80	99.90		24	3	4095 250.73	981.49	24.06
4	1676019656	27.70	99.90		49	1	4095 250.75	981.48	24.06

script.google.com/a/macros/espe.edu.ec/s/AKfycbyD_AnwXW6JycjCNBVm265laQznudTUHK5tJg55LnnMueZmxzuVGXs566DnSJOsCmCZ/exec?Temperatura=50

Google Apps Script

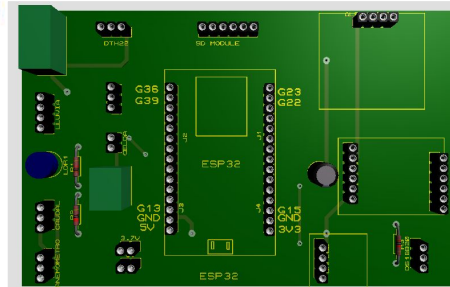
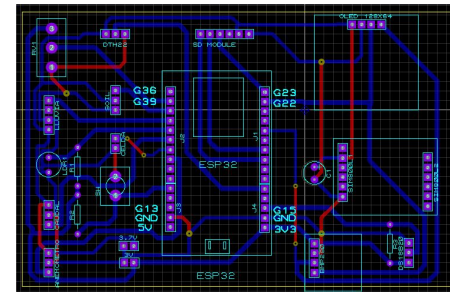
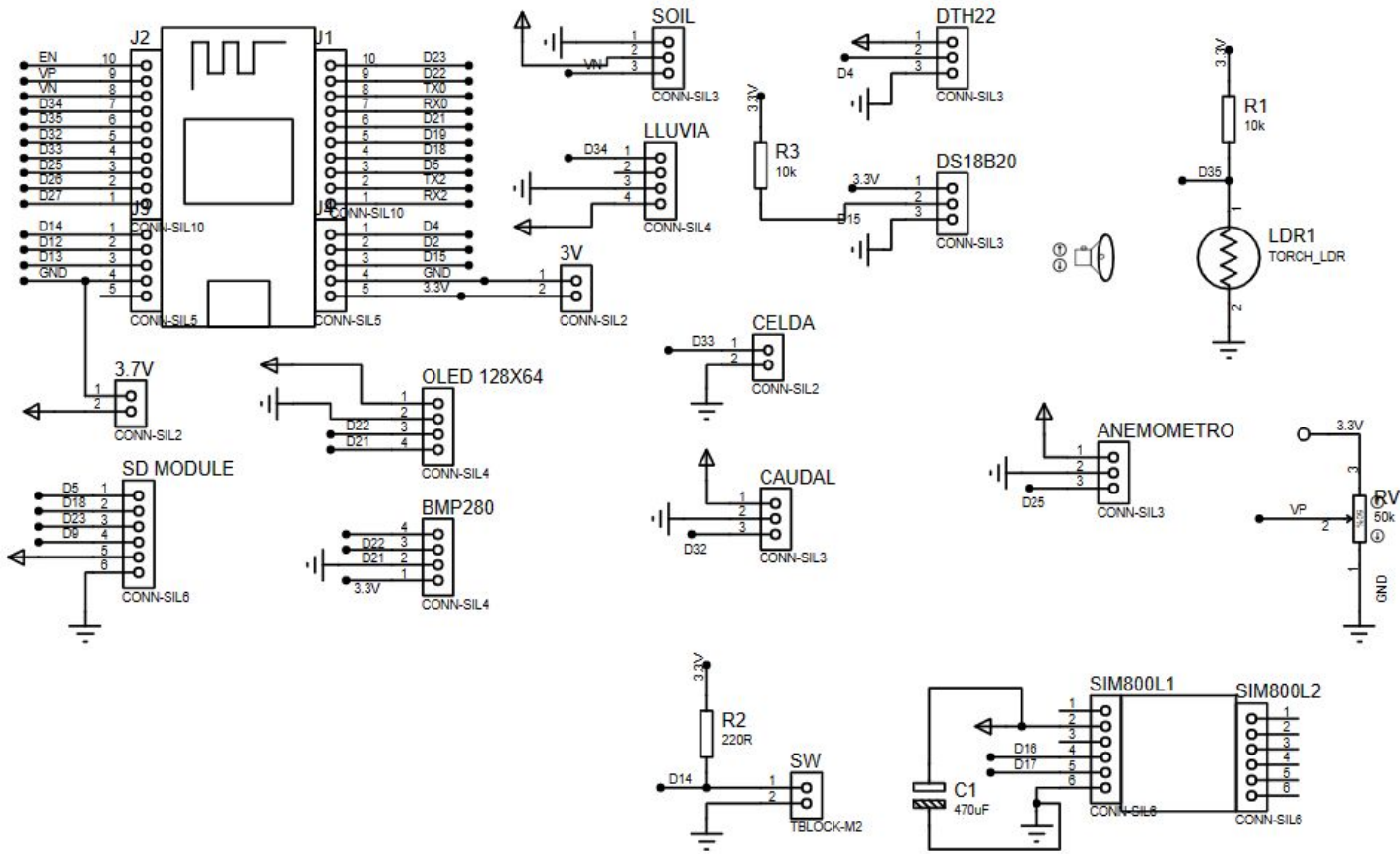
La secuencia de comandos se ha completado pero no ha dado ningún valor.

https://script.google.com/a/macros/espe.edu.ec/s/AKfycbyD_AnwXW6JycjCNBVm265laQznudTUHK5tJg55LnnMueZmxzuVGXs566DnSJOsCmCZ/exec?Temperatura=50

Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 3

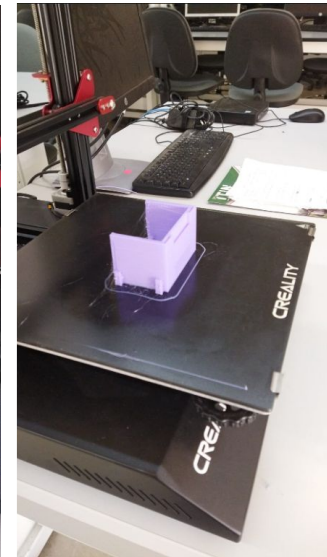
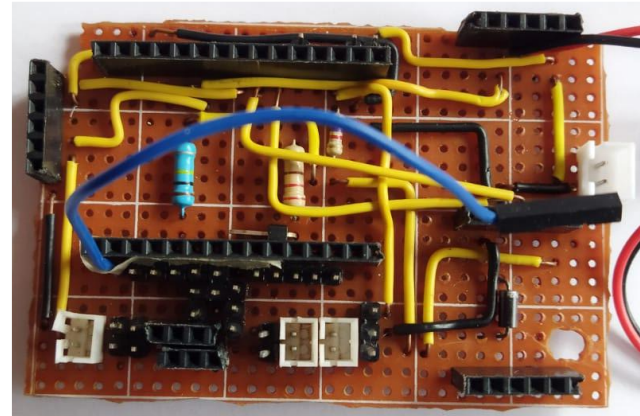
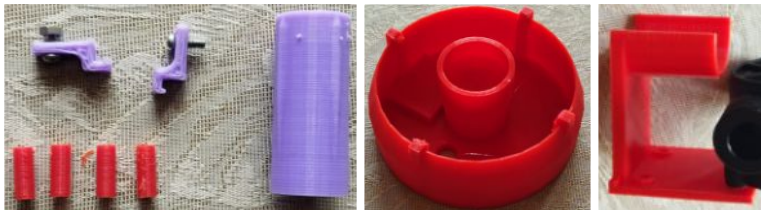
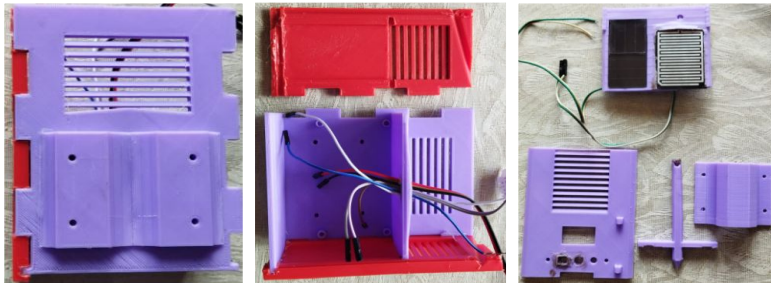
❖ Diseño del circuito.



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 3

- ❖ Circuito Soldado.
- ❖ Impresión de piezas 3D, en la impresora del DCCO-SS

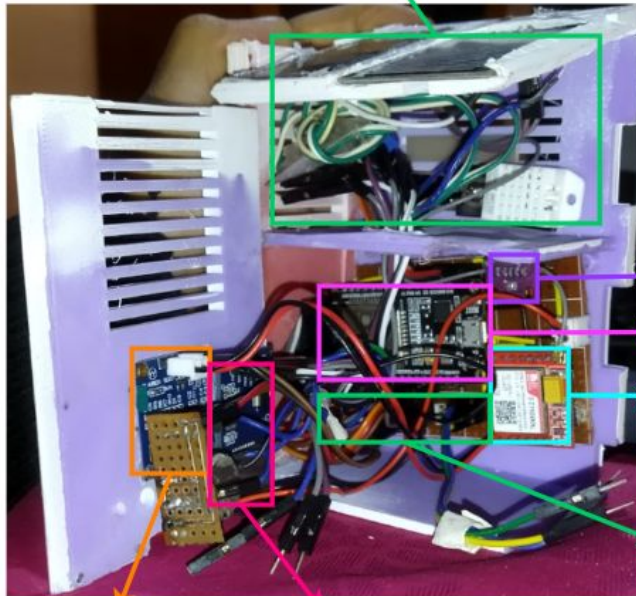


Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 3

- ❖ Armado de la estación meteorológica portátil.
- ❖ Pruebas de funcionamiento.

Sensores: DTH22,
MH-RD, Celda Solar,
Antena GSM



Sensor bmp280

ESP32

Módulo GSM

Pines Sensores,
pines de energía

Display OLED

Módulo SD



Aplicación de SCRUM

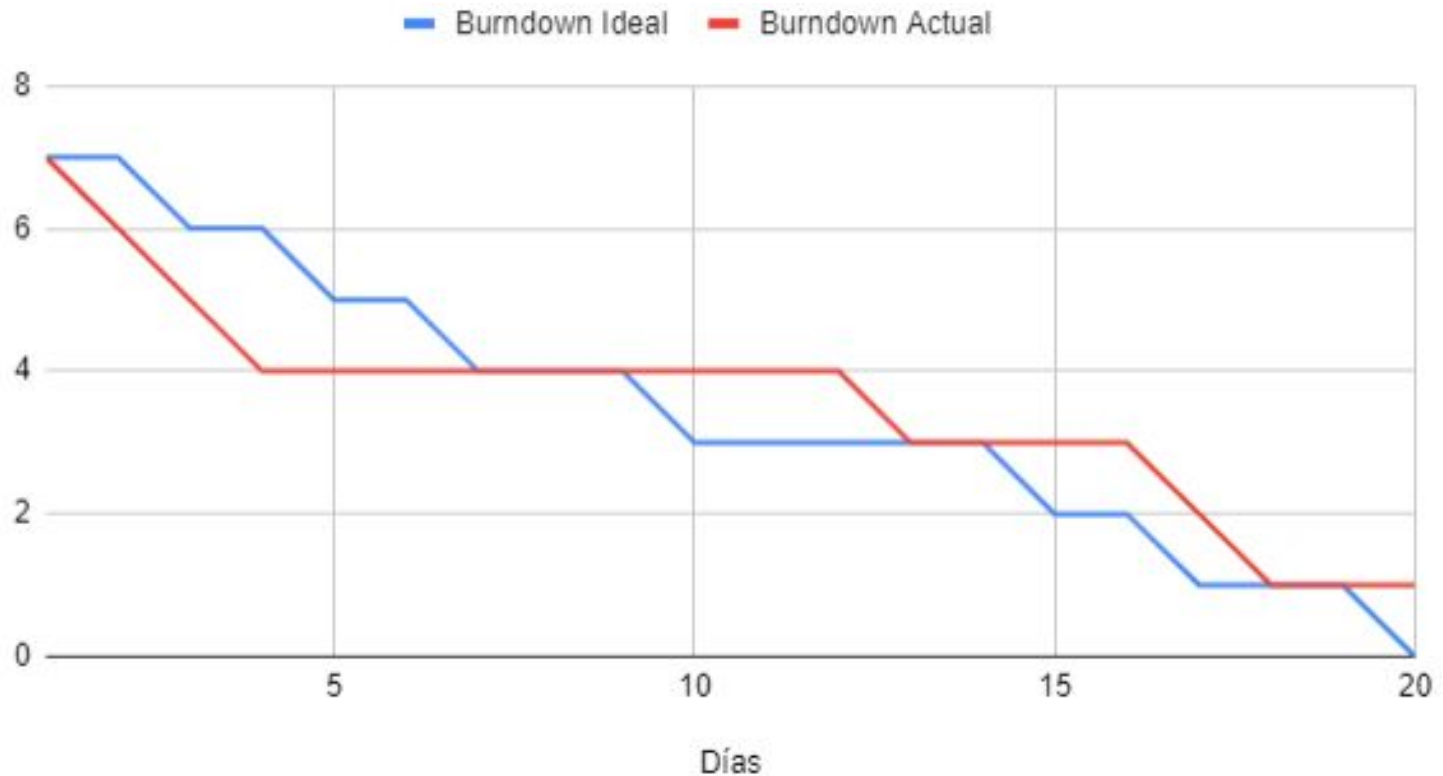
Resultados del Sprint 3

- ❖ Implementación de la estación meteorológica portátil.



Resultados del Sprint 3

Burndown Chart Sprint 3



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 4

1. Conexión entre Google Sheets y Google Colab.
2. Importación de datos.
3. Transformación del tiempo y temperatura del agua.

3777, ~ 9, 12

```
[2] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

Mounted at /content/drive

[3] from google.colab import auth
auth.authenticate_user()

import gspread
from google.auth import default
creds, _ = default()

gc = gspread.authorize(creds)
```

1

```
worksheet = gc.open('espData_V2').sheet1

rows = worksheet.get_all_values()
print(rows)

import pandas as pd
df = pd.DataFrame.from_records(rows)

[['Tiempo', 'Temperatura', 'Humedad', 'HumSuelo',
```

```
dfn["Tiempo"] = pd.to_datetime(dfn['Tiempo'], unit='s')
dfn.set_index('Tiempo', inplace=True)
dfn.index = pd.to_datetime(dfn.index)

print(dfn.index.dtype)

datetime64[ns]
```

3

Column	Non-Null	Count	Dtype
Tiempo	3777	non-null	object
TempAgua	3777	non-null	object

Column	Non-Null	Count	Dtype
Tiempo	3777	non-null	datetime64[ns]
TempAgua	3777	non-null	float64

```
dfn_resample = dfn.resample('min').interpolate()

dfn_resample.shape
```

2

	Temperatura	Humedad	HumSuelo	Lluvia	Luz	Altitud	Presion	TempAgua	LuzDirecta	Caudal	Anemometro
Tiempo											
2023-02-10 08:59:51	27.9	99.9	30	2	4095	250.99	981.46	24.00	21	0.67	0
2023-02-10 09:00:24	27.8	99.9	24	3	4095	250.73	981.49	24.06	21	0.80	0
2023-02-10 09:00:56	27.7	99.9	49	1	4095	250.75	981.48	24.06	21	0.67	0
2023-02-10 09:01:28	27.6	99.9	50	1	4095	250.93	981.46	24.12	21	0.80	0
2023-02-10 09:02:00	27.6	99.9	50	1	4095	250.95	981.46	24.06	21	0.80	0



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 4

1. Verificar valores nulos
2. Imputación de datos
3. Normalización de datos.
4. Variables de entrada y salida

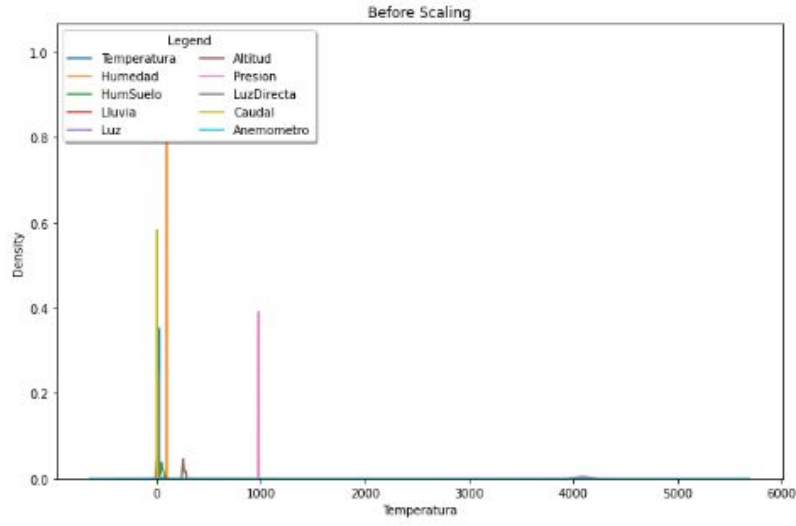
```
0 s ✓ ▶ for var in dfn.columns:  
    if dfn[var].isnull().sum() > 1:  
        print(var, dfn[var].isnull().sum())
```

Temperatura 58
Humedad 60
Caudal 2

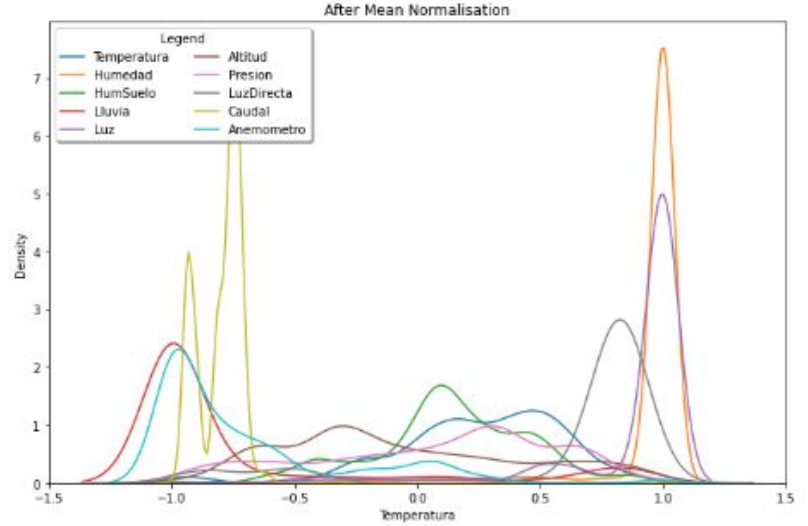
1

2

```
for j in range(0,11):  
    dfn.iloc[:,j]=dfn.iloc[:,j].interpolate()
```



3



Resultados del Sprint 4

- ❖ Implementación del modelo de predicción.

```
import sys
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import mean_squared_error, r2_score, mean_absolute_percentage_error
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, recall_score, precision_score
import keras
from keras.layers import Dense
from keras.models import Sequential
import itertools
from keras.layers import LSTM, SimpleRNN
from keras.layers import Dropout
from datetime import datetime
from matplotlib import pyplot
from datetime import datetime, date
import plotly.express as px
import joblib
```

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm (LSTM)	(None, 2, 100)	40800
dropout (Dropout)	(None, 2, 100)	0
lstm_1 (LSTM)	(None, 70)	47880
dropout_1 (Dropout)	(None, 70)	0
dense (Dense)	(None, 1)	71

=====
Total params: 88,751
Trainable params: 88,751
Non-trainable params: 0

70%
Entrenamiento

30%
Pruebas

Aplicación de SCRUM

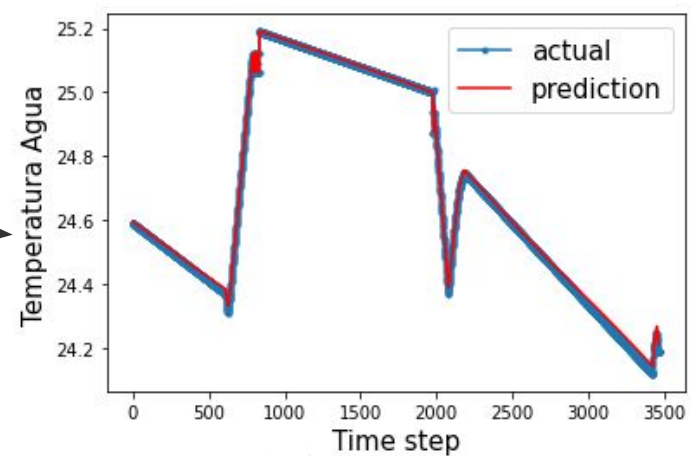
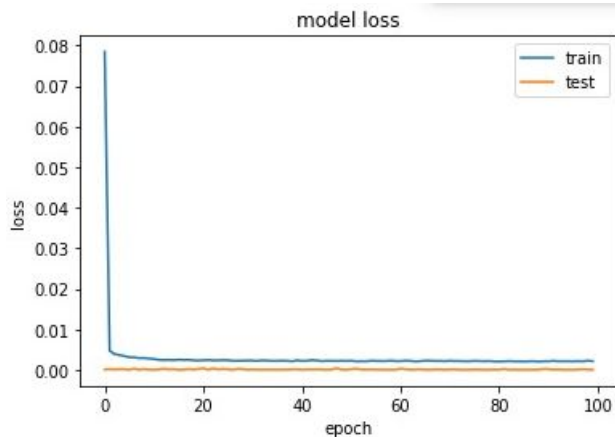
Resultados del Sprint 4

1. Modelo de predicción.
2. Resultados del entrenamiento.
3. Rendimiento del modelo.

1

```
model3 = Sequential()  
model3.add(LSTM(units=100, activation="relu", recurrent_activation="tanh",  
               return_sequences=True, input_shape=(n_lookback, 1)))  
model3.add(Dropout(0.2))  
model3.add(LSTM(units=70, activation="relu"))  
model3.add(Dropout(0.2))  
model3.add(Dense(n_forecast))  
model3.compile(loss='mean_squared_error', optimizer='adam')  
  
history = model3.fit(Xtrain,Ytrain,epochs=100, batch_size=32,  
                    validation_data=(Xtest, Ytest), verbose=2)
```

2



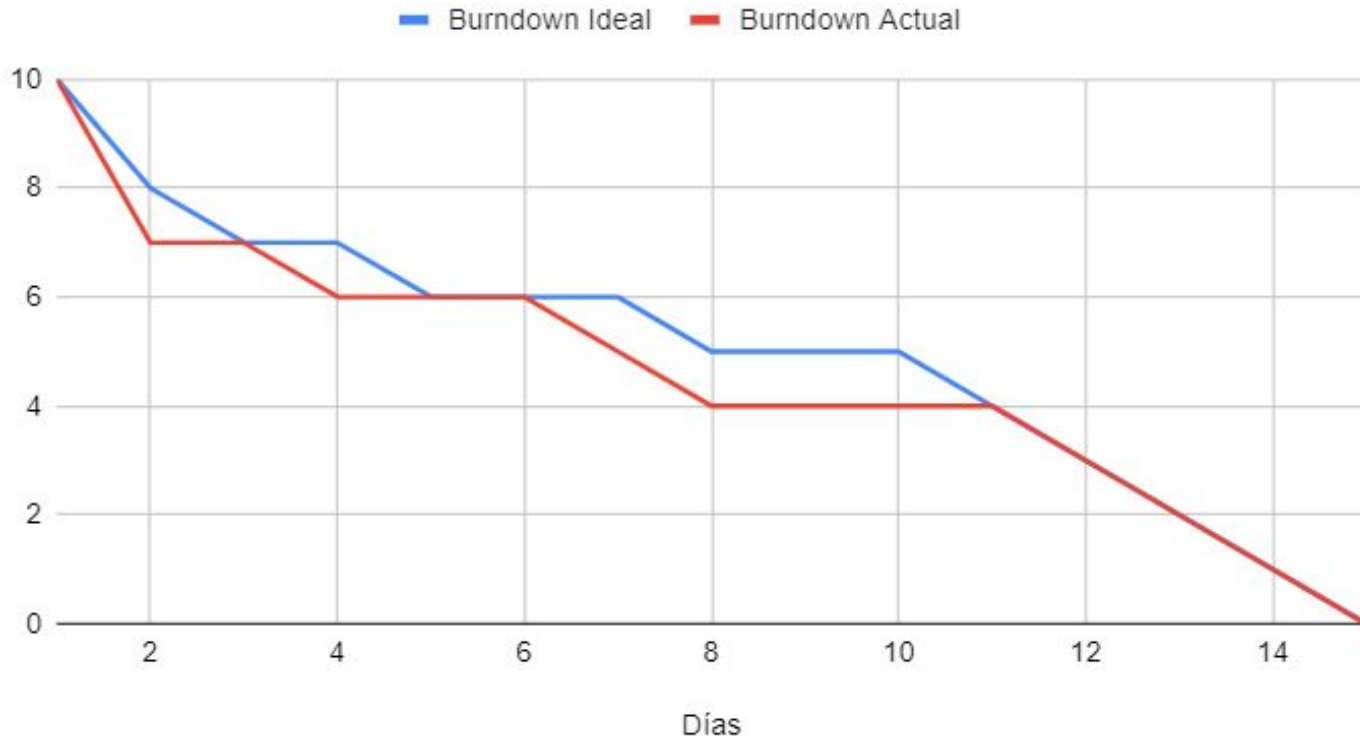
Details	
Machine Learning Regression Method	LSTM UNIVARIANTE
MSE	0.000069
RMSE	0.008306
MAE	0.006194
MAPE	0.02657
SCORE	0.998124
ACURRACY	0.97343

Details	
Machine Learning Regression Method	RNN UNIVARIANTE
MSE	0.000206
RMSE	0.014344
MAE	0.009804
MAPE	0.045621
SCORE	0.994406
ACURRACY	0.954379

3

Resultados del Sprint 4

Burndown Chart Sprint 4



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 5

- ❖ Generación de pronósticos.
- ❖ Gráficas de los resultados.

```
X_ = y[- n_lookback1:]  
X_ = X_.reshape(1, n_lookback1, 1)  
Y_ = model3.predict(X_).reshape(-1, 1)  
Y_ = scaler.inverse_transform(Y_)
```

1/1 [=====] - 0s 27ms/step



	Actual	Forecast
Tiempo		
2023-02-10 08:59:00	24.783197	NaN
2023-02-10 09:00:00	24.783197	NaN
2023-02-10 09:01:00	24.783197	NaN
2023-02-10 09:02:00	24.060000	NaN
2023-02-10 09:03:00	24.065000	NaN
...
2023-02-18 09:54:00	24.190000	NaN
2023-02-18 09:55:00	24.190000	NaN
2023-02-18 09:56:00	24.190000	NaN
2023-02-18 09:57:00	24.190000	24.190000
2023-02-18 10:57:00	NaN	24.195438

Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 5

❖ Gráficas de los resultados.

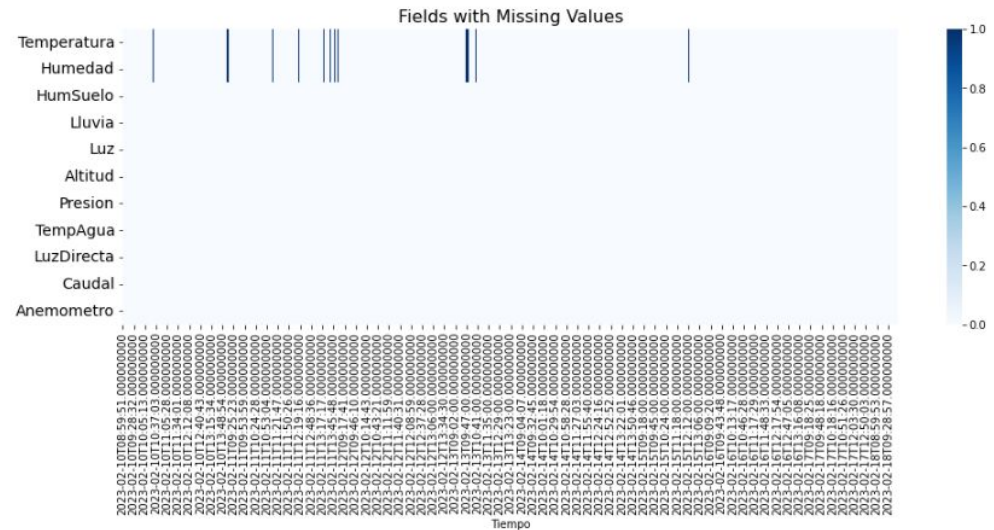
Temperatura:



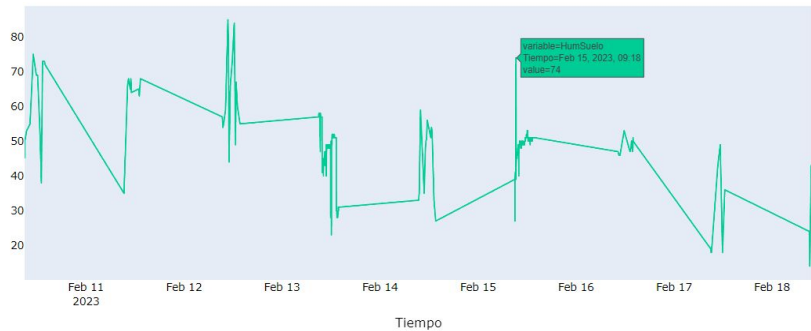
Humedad:



Gráfica de valores perdidos:



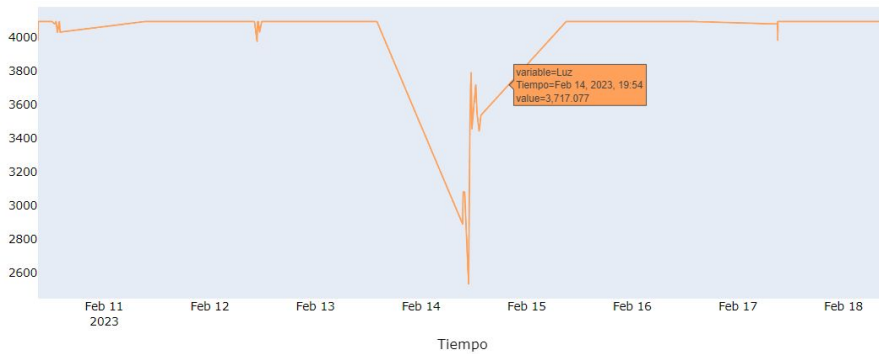
Humedad del suelo:



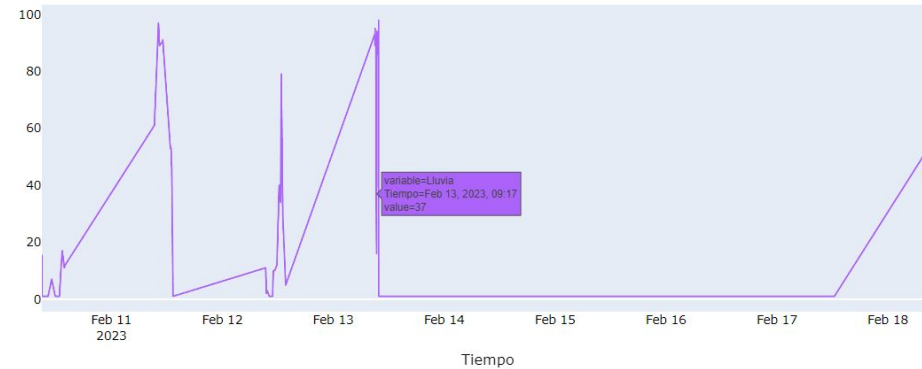
Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 5

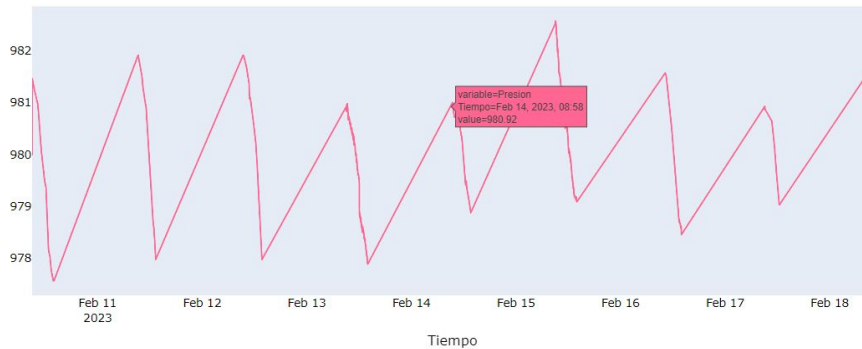
Luz:



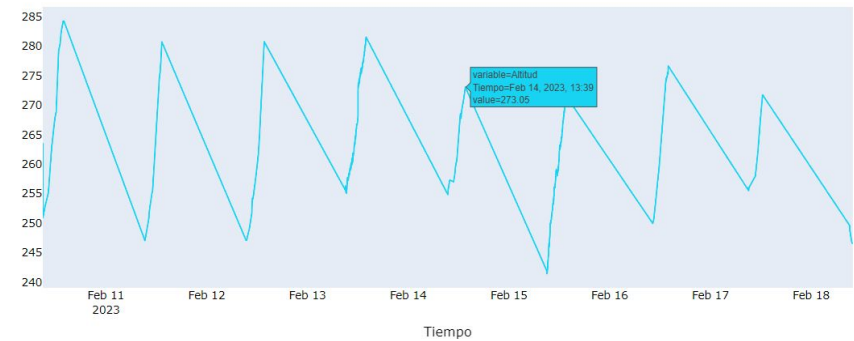
Lluvia:



Presión:



Altitud:



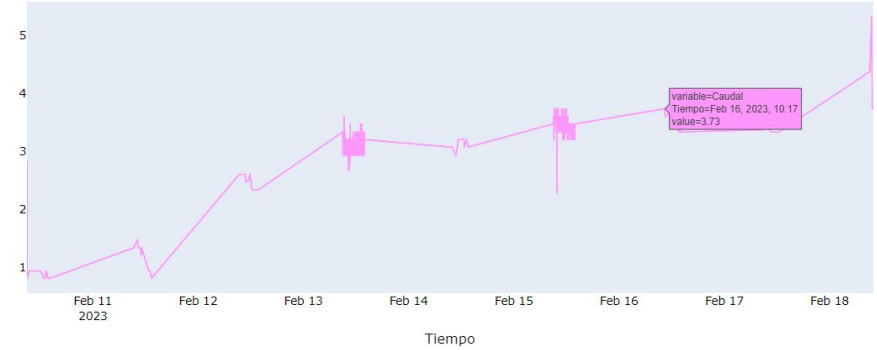
Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 5

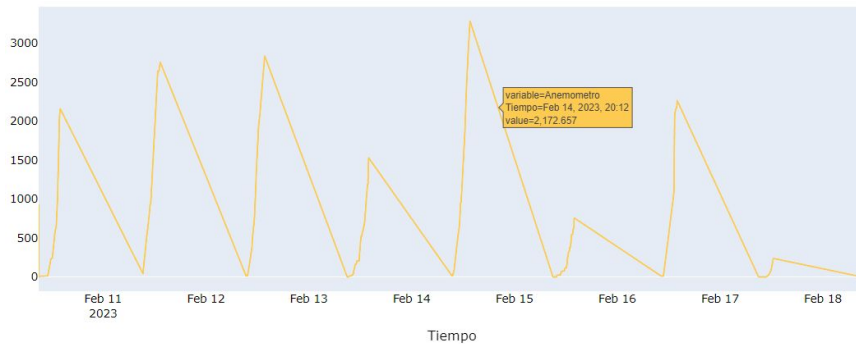
Luz Directa:



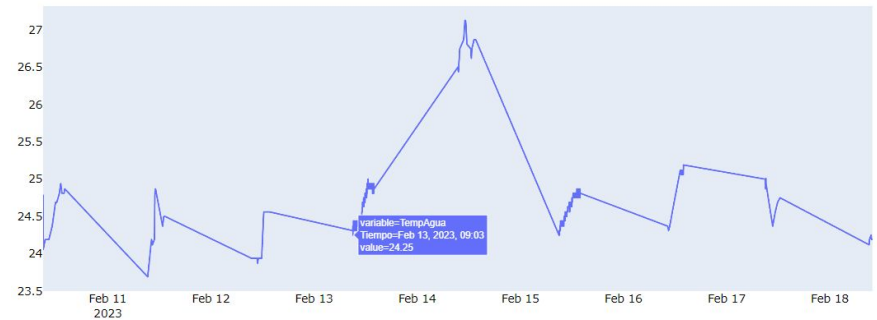
Caudal:



Anemómetro:



Temperatura del agua:



Aplicación de SCRUM

Resultados del Sprint 5

❖ Página Web.

Predicción

Máximo a una hora a partir de: 2023/02/27 08:55:00

Coloque la hora (Ej 08:55)

09:54

Predecir:

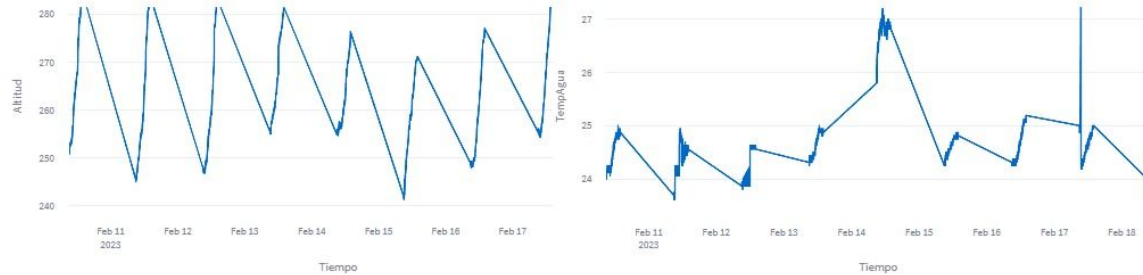
La temperatura de Agua será de: 25.45°C



Tiempo & Temperatura Agua



Medidas



Tiempo & Luz Directa

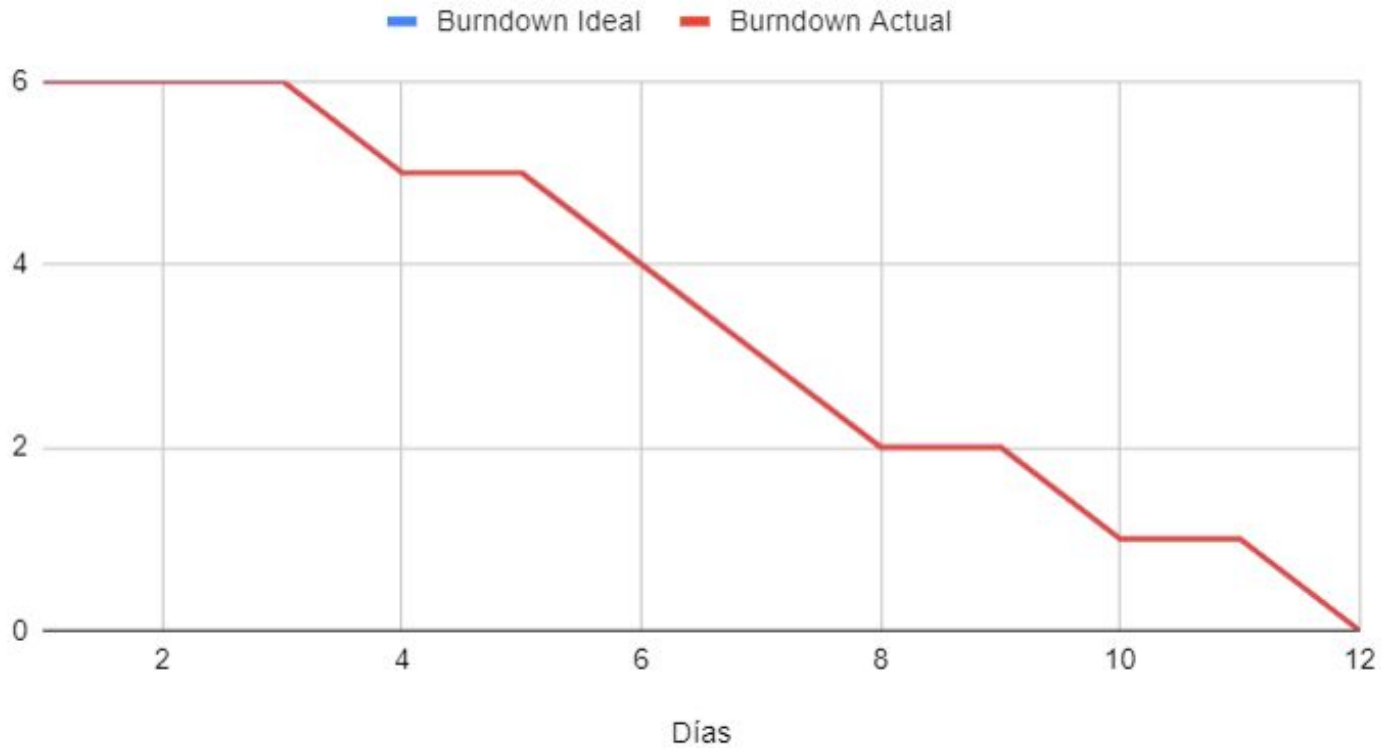


Tiempo & Caudal



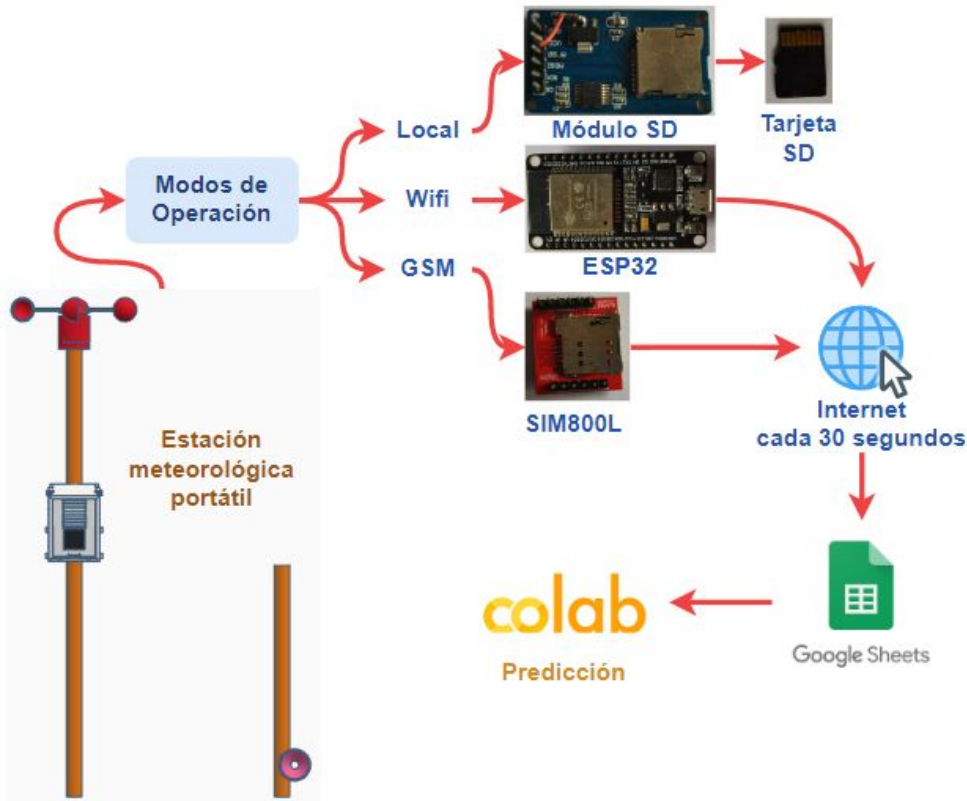
Resultados del Sprint 5

Burndown Chart Sprint 5

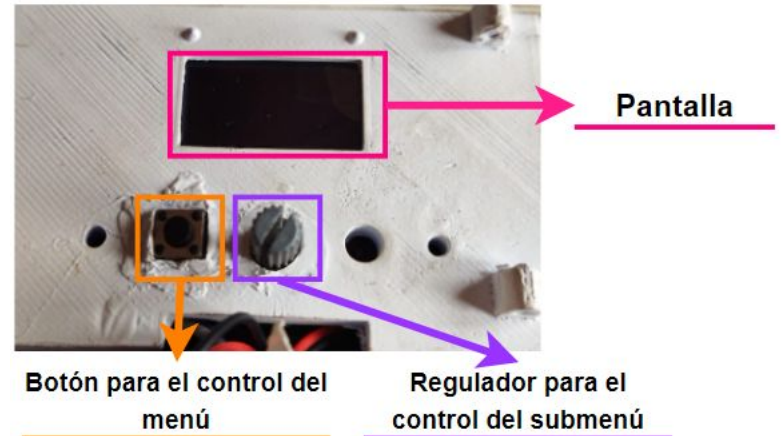


Caso de Estudio

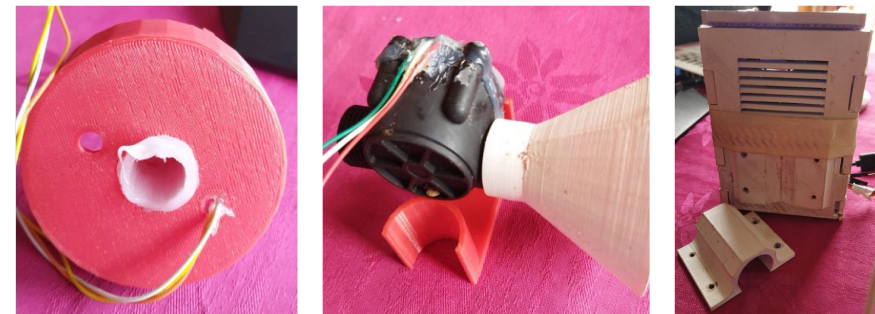
Arquitectura del sistema



Interfaces



Sujetadores



Caso de Estudio

Nombre	Precio/unidad	Cantidad	Total
DHT22	6,99	1	6,99
Moisture Sensor V1.2	4,25	1	4,25
MH-RD	2,9	1	2,9
LDR	0,55	1	0,55
BPM280	2,69	1	2,69
DS18B20	3,5	1	3,5
YF-S201	12	1	12
Diodos	0,25	2	0,5
Módulo SD	2,5	1	2,5
SIM800L	10,25	1	10,25
OLED Display 128*64	6,99	1	6,99
Potenciómetro	0,45	2	0,9
Resistencias	0,06	6	0,36
Molex 2 pines	0,39	3	1,17
Jumpers	0,1	80	8
Regleta pines hembra	0,1	50	5
Regleta pines macho	0,1	50	5
Baquelita	3,5	1	3,5
Infrarrojos	1,1	2	2,2
Cable timbre	0,35	1	0,35
Regulador de voltaje	3,5	1	3,5
TOTAL			83,1

Costos del circuito

Caso de Estudio

Rubro	Valor	Desembolso
Recursos Humanos	\$6.448,00	\$0,00
Recursos Materiales	\$1.541,00	\$21,00
Hardware	\$83,10	\$83,10
Otro Hardware	\$40,00	\$40,00
Software	0	\$0,00
		\$144,10

Costos del proyecto

Pruebas de criterios de aceptación

Criterio	Evento	Resultado obtenido
CAS3-1	Cuando se seleccione el método de funcionamiento GSM o Wifi de la estación meteorológica.	Se registró correctamente los valores de los sensores de la estación meteorológica en una hoja de cálculo de Google Sheets.
CAS3-2	Cuando se crea el diagrama en Proteus.	Se obtuvo el esquema del circuito de la estación meteorológica.
CAS3-3	Cuando se sueldan los componentes electrónicos en la baquelita perforada.	Se obtuvo el circuito para colocar los sensores, módulos y componentes electrónicos de la estación meteorológica.
CAS3-4	Al conectar los módulos en las regletas de pines macho/hembra.	Los módulos activos se muestran correctamente en la pantalla OLED.
CAS3-5	Al encender la estación meteorológica.	Los sensores si obtuvieron lecturas y se mostraron en la Pantalla OLED.
CAS3-6	Al encender la estación meteorológica.	Al analizar los datos obtenidos por los sensores las lecturas si están calibradas correctamente.
CAS3-7	Cuando se posicione el potenciómetro en el valor de 9 para acceder al menú de opciones principal.	El menú cuenta con las opciones: local, Wifi y GSM.
CAS3-8	Al regular el potenciómetro y navegar por los diferentes sensores, sin llegar a un valor mayor o igual a 12.	Se puede navegar correctamente entre las vistas individuales de cada sensor de la estación meteorológica.
CAS3-9	Al colocar el potenciómetro a un valor mayor o igual a 12, cuando esté seleccionado algún método de guardado de datos.	Al finalizar la recolección de datos se mostró el menú principal.

Definición de roles del proyecto

Responsabilidad	Asignación
Product Owner	Ing. Rodríguez Galán, Germán Eduardo Mgtr.
SCRUM Master	Ing. Rodríguez Galán, Germán Eduardo Mgtr. Ernesto David Bahamonde Torres
Development Team	Dayan Nicole Puetate Ulloa

Información del usuario experto

Información del usuario experto	
Apellidos y nombres	Rodriguez Galán Germán Eduardo
Cédula	0603431685
Empresa Actual	ESPE Sede Santo Domingo
Cargo dentro de la empresa	Docente tiempo completo
Años de trayectoria	10 años

Pruebas con el usuario experto

ID Prueba:	PU-16	N° de Sprint	3	Fecha:	20/1/2023
Nombre del tester del software:	Germán Rodríguez				
Título:	Selección del método de almacenamiento de datos.				
Objetivo:	Para seleccionar si la forma de guardado de datos es de forma local (SD), remota (Wifi, GSM).				
Acción	Cuando se posicione el potenciómetro en el valor de 9 para acceder al menú de opciones principal.				
Resultado esperado:	Tendrá un menú con las opciones: local, Wifi, GSM.				
Resultado obtenido:	Al colocar el potenciómetro en el valor de 9 se puede acceder al menú principal.				
Observaciones:	Ninguna				
¿Se encontró algún error?	SI		NO	X	

TRABAJOS FUTUROS





CONCLUSIONES

Conclusiones

- ❖ Se ha determinado que la estación meteorológica portátil para la predicción de la temperatura en afluentes de río, ha logrado recolectar datos de 8 días, con una duración de 5 horas, específicamente desde las 9am a 2pm. Pasando de días muy soleados a días lluviosos, demostrando que la estación meteorológica puede ser adaptable y resistente. Igualmente el modelo de predicción logra entregar un valor en el futuro cercano.
- ❖ Colocar este tipo de equipos cerca a ríos puede ser una tarea complicada, ya que se debe sujetar los sensores, para evitar que la corriente del río se lleve los instrumentos de medición, como tal ha sido el caso de este proyecto. Se debe tener en cuenta que un afluente de río pasa por algunas fincas, lo que indica que la calidad del agua puede ser afectada por factores de ganado o humano.

Conclusiones

- ❖ Dado que el INAMHI ha cambiado las políticas para entregar y publicar datos de las estaciones meteorológicas, haciendo que los datos no sean públicos, este proyecto y similares son viables tanto para investigadores como para usuarios de las fincas. Porque permite hacer un levantamiento de información de factores ambientales que pueden afectar al cultivo, ganado y uso del agua del afluente de un río. Por ello, se han implementado once sensores, los cuales miden: temperatura ambiente, humedad ambiente, humedad del suelo, precipitación, luminosidad, altitud, presión atmosférica, temperatura de agua, luz directa, caudal y velocidad del viento.
- ❖ Actualmente se puede almacenar la información en la nube, es por esto que en este proyecto se ha implementado el almacenamiento de los datos de los sensores en una hoja de cálculo de Google, de tal manera que se pueda leer directamente desde un notebook de Google Colab. Colab también ofrece recursos de procesamiento, esto ha ayudado al proyecto para el análisis de los datos y generar la predicción. Con respecto al último punto, se señala que no existen muchos trabajos que muestran valores futuros, sino más bien solo hacen un entrenamiento del modelo con valores actuales, por ello este proyecto ha tenido un enfoque en ese punto predictivo.
- ❖ La precisión para predecir la temperatura del agua depende del conjunto de datos de que disponga el modelo de machine learning. Si los datos son de una semana, entonces el modelo sólo podrá hacer predicciones en horas, pero si los datos son de un período de tiempo más largo, el modelo podrá hacer predicciones con mayor exactitud para intervalos de tiempo de días y meses.



RECOMENDACIONES

Recomendaciones

- ❖ Aunque la estación meteorológica portátil está dividida en varias piezas para reducir los tiempos de impresión, se puede optar por tener una pieza principal en la que todas las demás piezas se acoplen, en este caso se ha determinado que la pieza base sería en donde se coloca el circuito y el sujetador. De tal manera que se distribuya los pesos de todas las piezas, también se puede optar por colocar correas plásticas.
- ❖ Se presentaron algunos problemas con el sensor de temperatura del agua (DS18B20), ya que se desconectaba aunque sí haya tenido el voltaje necesario y el cableado esté bien, una solución a este problema fue separar el sensor de otros sensores. Ya que inicialmente el sensor de temperatura de agua estaba unido al sensor de caudal y tal parece generaba problemas con la calidad de la señal del sensor.
- ❖ En el diseño de las piezas 3D, se debe considerar que las piezas deben tener al menos 2mm de diferencia, esto en el caso de que las piezas se acoplen con otras, caso contrario, las piezas tendrán el mismo tamaño y no podrán acoplarse a otras. Esto ha sucedido al momento de armar la estación meteorológica y el anemómetro, por lo que se optó por calentar algunas partes para ajustar bien las piezas y los sensores.
- ❖ Para que un modelo de machine learning sea preciso, se recomienda tener un conjunto de datos más grande para que pueda predecir con mayor exactitud valores futuros en intervalos de tiempo de días y meses. Por lo tanto si la predicción es en días se debe proporcionar datos de al menos un mes, en cambio si es de meses se debe proporcionar información de un año.