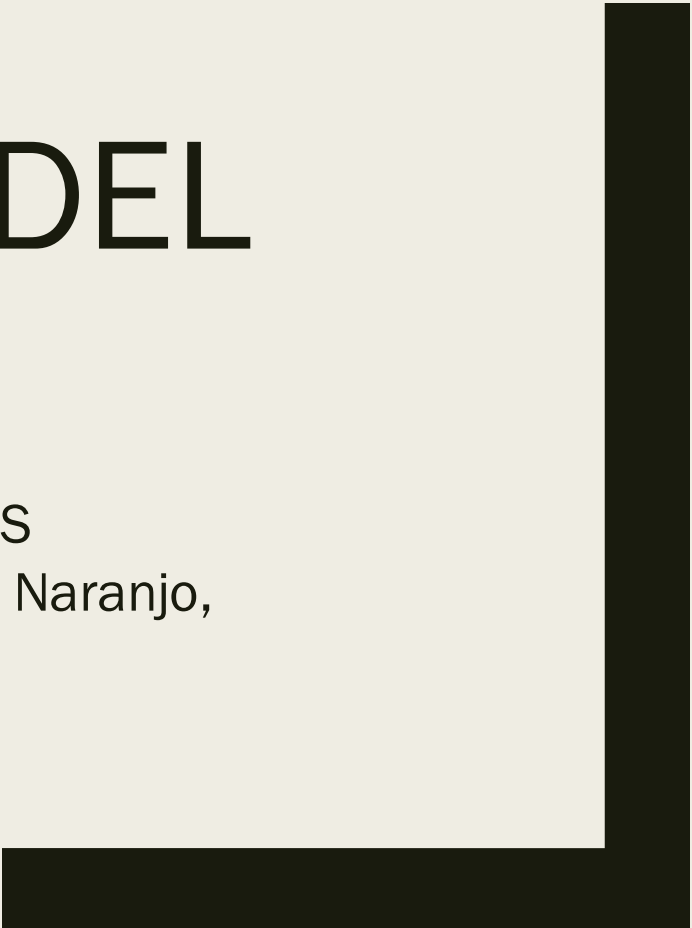




# LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO

APLICACIÓN DE METODOS NUMERICOS

Trabajo realizado por: Rubén Noguerras, Paula Naranjo,  
Ignacio Pedrero y Juan Navarro



# PROCESO

- INTRODUCCION AL PRONOSTICO DEL TIEMPO
- RECOPIACION DE DATOS METEOROLOGICOS
- PROCESAMIENTO DE DATOS
- METODOS NUMERICOS UTILIZADOS
  - 1) *METODOS DE DIFERENCIAS FINITAS*
  - 2) *METODOS DE INTEGRACION NUMERICA*
  - 3) *METODOS DE INTERPOLACION*

# PROCESO

- COSAS A DESTACAR
- CONCLUSIONES
- EJEMPLO SPINES CÚBICOS

# INTRODUCCION AL PRONOSTICO DEL TIEMPO

- Planteamos los datos a utilizar y empezamos con el proceso de aplicar los métodos numéricos para predecir el tiempo y los pronósticos meteorológicos .

# RECOPIACION DE DATOS METEOROLOGICOS

- Recopilamos los datos mediante:

- 1) *Estaciones meteorológicas*
- 2) *Radares*
- 3) *Satélites*
- 4) *Otros dispositivos*

Dichos datos son recopilados en intervalos regulares y diferentes ubicaciones.

# PROCESAMIENTO DE DATOS

- Tomamos los datos recopilados y los preparamos para su posterior uso.
- Realizamos diversas tareas, donde destacan las siguientes:
  - 1) *Calidad y consistencia de datos*
  - 2) *Filtrados de valores atípicos*
  - 3) *Interpolación de datos faltantes.*

# ¿CÓMO ASEGURAMOS LA CALIDAD DE LOS DATOS?

- Utilizamos técnicas de control de calidad para identificar y corregir errores o anomalías en los datos obtenidos.
- Dichos datos pueden provenir de diversas fuentes, por lo que es necesario asegurarse de que estén en el mismo formato y unidad para una correcta interpretación.

# ¿QUÉ HACEMOS SI FALTAN DATOS?

- Hacemos uso de métodos de interpolación para estimar los valores en los puntos donde no hay datos.
- Dichos métodos utilizan técnicas matemáticas para inferir valores desconocidos basándose en los datos circundantes
- Ejemplo:
  - 1) *El método de interpolación lineal asume una relación lineal entre los puntos conocidos para estimar los valores intermedios.*



# METODOS NUMERICOS UTILIZADOS

- Estos métodos desempeñan un papel fundamental en la resolución de las ecuaciones matemáticas que describen la atmosfera y en la simulación de su comportamiento futuro
- Los métodos numéricos utilizados en el pronóstico del tiempo son los analizados en las siguientes diapositivas.

# METODOS DE DIFERENCIAS FINITAS

- Estos métodos discretizan las ecuaciones diferenciales que describen la dinámica atmosférica en una cuadrícula tridimensional.
- Los cambios en los valores de temperatura, presión, velocidad del viento, entre otros, se calculan en función de las diferencias entre los puntos de la cuadrícula adyacentes en el espacio y en el tiempo

# METODOS DE INTEGRACION NUMERICA

- Estos métodos se utilizan para resolver las ecuaciones diferenciales que modelan el comportamiento atmosférico a lo largo del tiempo.
- Uno de los métodos más utilizados es el de Runge-Kutta.
- Este método divide el intervalo de tiempo en pasos más pequeños y calcula los cambios en las variables atmosféricas en cada paso.

# METODO DE INTERPOLACION

- Estos métodos se utilizan para estimar los datos que faltan o para representar los valores en puntos que no están directamente observados.
- Es beneficioso al recopilar datos de estaciones meteorológicas dispersas y es necesario una representación continua del estado atmosférico.
- Representar los valores en puntos que no están directamente observados es útil cuando se recopilan datos de estaciones meteorológicas dispersas y se necesita una representación continua del estado atmosférico.

# COSAS A DESTACAR

- Los modelos meteorológicos emplean una combinación de métodos numéricos para tener en cuenta múltiples factores y fenómenos atmosféricos como:
  - 1) *Radiación solar*
  - 2) *Convección e interacción terrestre y del océano*
  - 3) *Otros*

# CONCLUSIONES

- Estos métodos se aplican en supercomputadoras de alto rendimiento para realizar los cálculos requeridos en un tiempo razonable, puesto que los modelos meteorológicos implican grandes cantidades de datos y complejas operaciones matemáticas.

# EJEMPLO SPLINES CÚBICOS:

- Hemos recogido diferentes datos de la previsión del tiempo meteorológico en Madrid, del 21 de mayo de 2023. Los datos son los siguientes:

Tiempo(horas)	Temperatura(°C)
2	13
8	12
14	20
20	20

■ Ejercicio:

En cada intervalo de tiempo, construimos un polinomio de grado 3, de forma:

Tiempo(horas)	Temperatura( °C)
2	13
8	12
14	20
20	20

$$P_3^{2,8}(t) = a + b \cdot (t - 2) + c \cdot (t - 2)^2 + d \cdot (t - 2)^3 \quad 2 < t < 8$$

$$P_3^{8,14}(t) = e + f \cdot (t - 8) + g \cdot (t - 8)^2 + h \cdot (t - 8)^3 \quad 8 < t < 14$$

$$P_3^{14,20}(t) = i + j \cdot (t - 14) + k \cdot (t - 14)^2 + l \cdot (t - 14)^3 \quad 14 < t < 20$$



- Para determinar los coeficientes de cada spline, dichos polinomios de grado 3, han de cumplir unas condiciones:
  1. En cada punto del soporte cada spline cúbico reproduce el valor de la función interpolada.
  2. En los empalmes el polinomio global debe ser continuo y derivable
  3. Vamos a usar un spline cúbico natural, por lo tanto, en los límites superiores e inferiores del intervalo de interpolación el polinomio global cumple con la siguiente condición de contorno:

$$P''(X_0)=P''(X_n)=0$$

Del primer punto obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$P_3^{2,8}(2); a = 13$$

$$P_3^{2,8}(8); a + 6b + 36c + 216d = 12$$

$$P_3^{8,14}(8); e = 12$$

$$P_3^{8,14}(14); e + 6f + 36g + 216h = 20$$

$$P_3^{14,20}(8); i = 20$$

$$P_3^{14,20}(14); i + 6j + 36k + 216l = 20$$

- Con la segunda condición obtenemos:

En el empalme del polinomio global ( $t_1 = 8$ ):

$$P_3^{2,8'}(8); b + 12c + 106d = f$$

$$P_3^{2,8''}(8) = P_3^{8,14''}(8) \longrightarrow 2c + 36d = g$$

$$P_3^{8,14'}(14) = P_3^{14,20'}(14) \longrightarrow f + 12g + 108h = j$$

$$P_3^{8,14''}(14) = P_3^{14,20''}(14) \longrightarrow 2g + 36h = 2k$$

Con la condición del spline cúbico natural obtenemos las dos ecuaciones restantes:

$$P_3^{2,8''}(2) = 2c = 0$$

$$P_3^{14,20''}(20) = 2k + 36L = 0$$

Resolviendo el sistema compuesto por las 12 ecuaciones obtenemos los coeficientes:

$$A = 13 \qquad G = 0,2444$$

$$B = -0,6556 \qquad H = -0,0262$$

$$C = 0 \qquad I = 20$$

$$D = 0,0136 \qquad J = 0,911$$

$$E = 12 \qquad K = -0,2278$$

$$F = 0,8111 \qquad L = 0,0127$$

Entonces los polinomios de tercer grado son :

- $P_3^{2,8}(t) = 13 - 0,6556(t-2) + 0,0136(t-2)^3$
- $P_3^{8,14}(t) = 12 + 0,8111(t-8) + 0,2444(t-8)^2 - 0,0262(t-8)^3$
- $P_3^{14,20}(t) = 20 + 0,9111(t-14) - 0,2278(t-14)^2 + 0,0127(t-14)^3$

Finalmente vamos a pronosticar la temperatura a las 11:

$$P_3^{8,14}(11)=12 + 0,8111(11-8) + 0,2444(11-8)^2 - 0,0262(11-8)^3 = 15,9255^\circ \text{C}$$

- Podemos concluir que la temperatura a las 11 de la mañana del 21 de Mayo de 2023 es de aproximadamente 16 °C, como podemos verificar consultando la temperatura en cualquier fuente..

- Para resolver el sistema, hemos hecho uso de un código en python:

<https://github.com/juaannavarro/Metodos>