

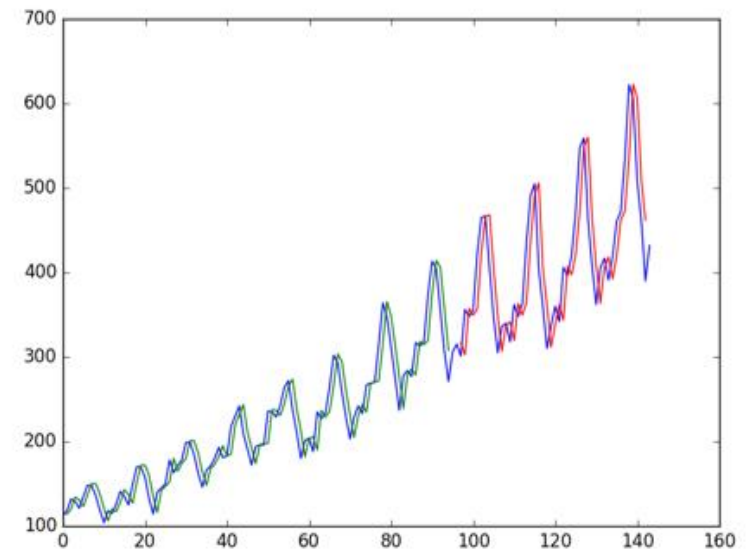
Modelos de series temporales



Introducción

Analiza datos registrados consecutivamente o históricos para predecir valores futuros, con métodos estadísticos.

- Presencia de un orden (temporal) en los datos
- Presencia de correlaciones al muestrear valores cercanos en el tiempo



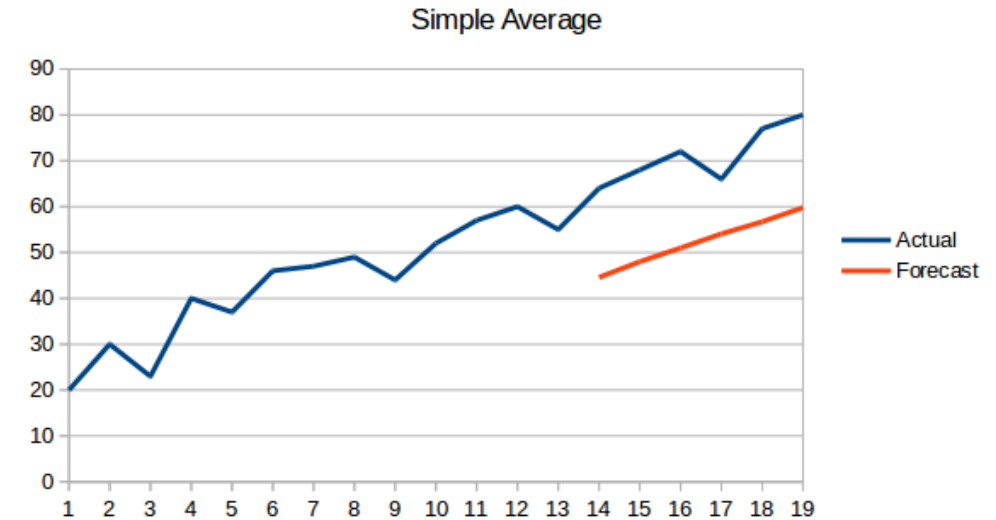
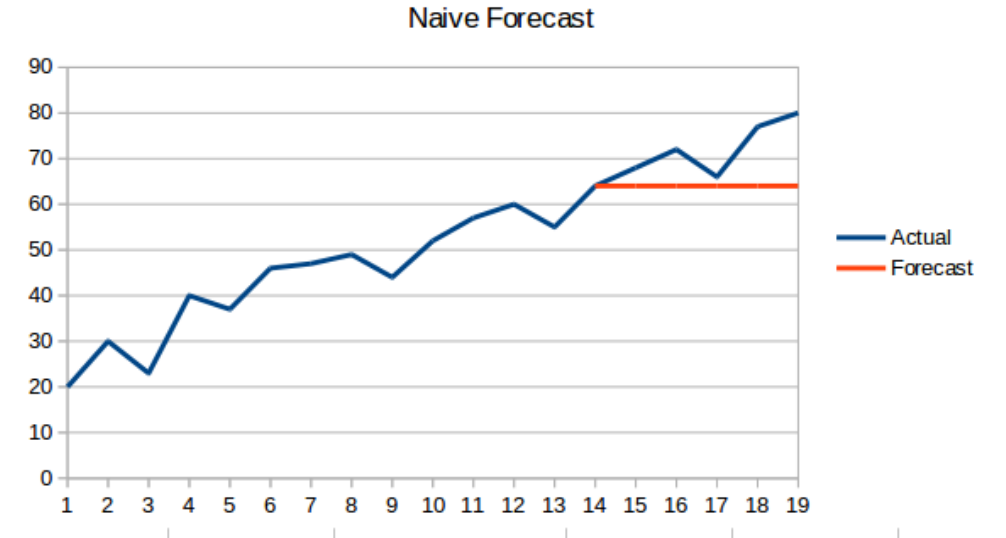
Algunos enfoques base

Naive ó “ingenuo”: El dato predicho es igual al anterior.

$$y_{t+1} = y_t$$

Promedio simple: el dato futuro será el promedio de todos los valores anteriores.

$$y_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t y_i$$



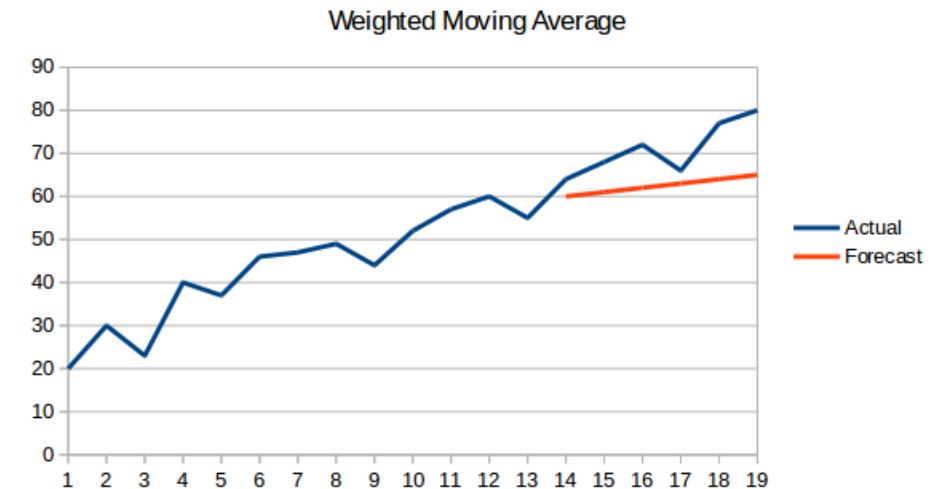
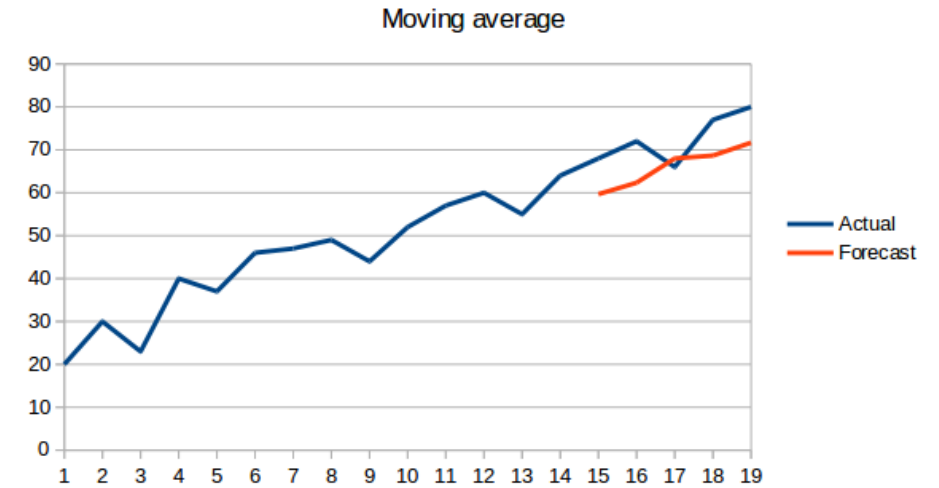
Media móvil simple (SMA): el dato futuro será el promedio de los N valores anteriores.

$$y_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t y_i$$

Media móvil ponderada (WMA): el dato futuro será el promedio de los N valores anteriores, pero dándole diferente peso a valores cercanos y alejados.

$$y_{t+1} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} w_i y_{t-i}}{\sum_{i=0}^{n-1} w_i}$$

Donde w_i son los pesos asignados a cada observación. Escriba aquí la ecuación.



Exponencial Smooth: Se asignan mayor peso a observaciones del pasado distante.

$$y_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)y_t$$

α es el factor de suavizados

Tendencia Lineal de Holt: tiene en cuenta la naturaleza creciente o decreciente de los datos.

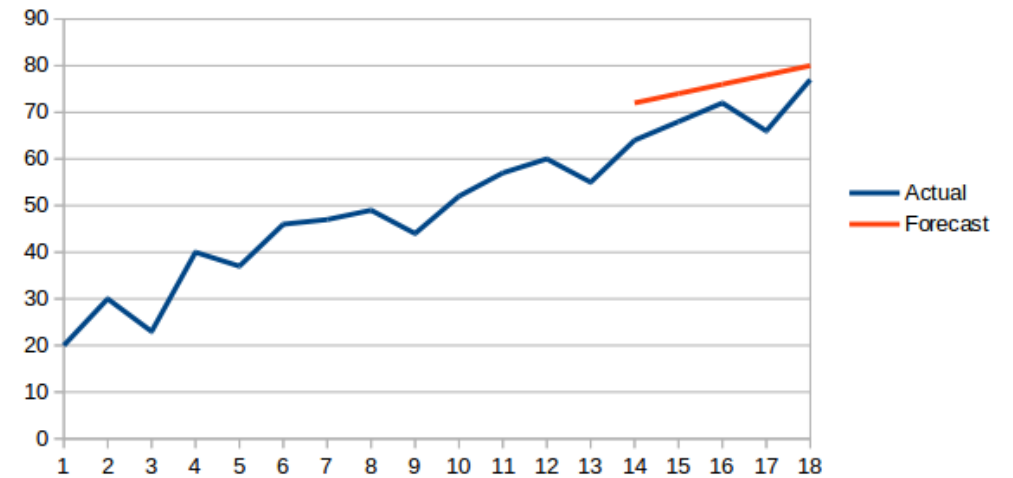
Nivel: $L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$

Tendencia: $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$

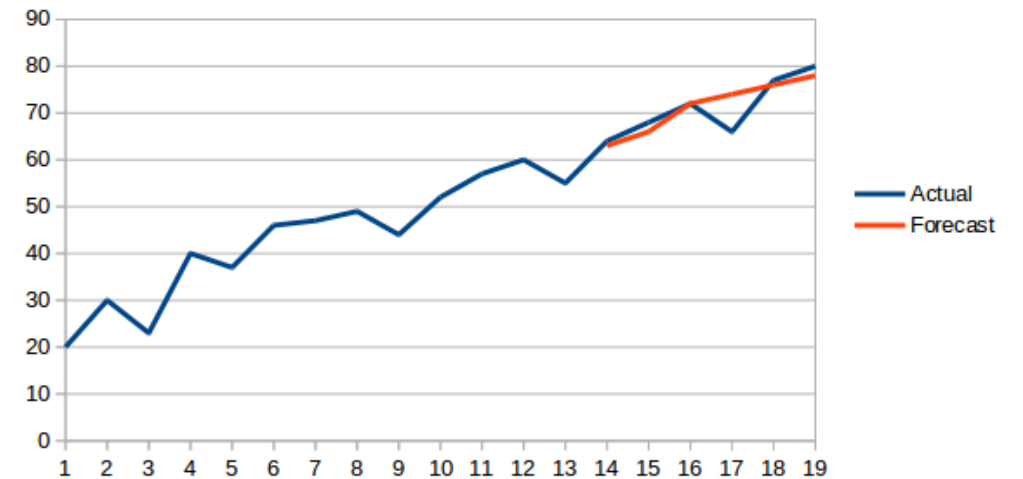
Pronóstico: $\hat{y}_{t+k} = L_t + kT_t$

Donde α es el factor de suavización del nivel, β es el factor de suavización de la tendencia, yk es el número de períodos hacia adelante.

Simple Exponential Smoothing



Holt's linear Trend



Holt Winters: tiene en cuenta a parte de la naturaleza creciente o decreciente de los datos, su **estacionalidad**.

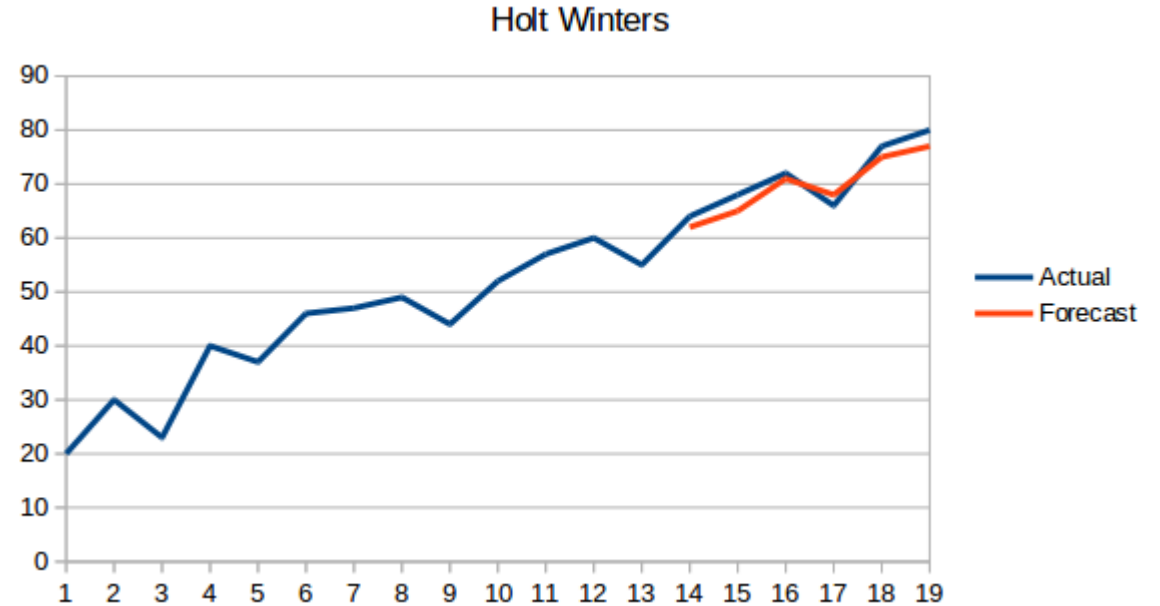
Nivel: $L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$

Tendencia: $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$

Estacionalidad: $S_t = \gamma \frac{y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-m}$

Pronóstico: $\hat{y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-m}$

Donde m es la longitud de la estacionalidad, α es el factor de suavización del nivel, β es el factor de suavización de la tendencia, y γ es el factor de suavización de la estacionalidad.



Naive, Promedio Simple: Utilizados en escenarios donde se espera poca variación o en entornos con tendencias marcadas.

Media Móvil Simple y Ponderada: Aplicados en finanzas y ventas para identificar tendencias subyacentes y cambios recientes.

Suavización Exponencial Simple: Común en inventarios y planificación de demanda con datos estables pero ruidosos.

Métodos de Holt y Holt-Winters: Utilizados en series con tendencia y/o estacionalidad, como ventas, capacidad de producción, y datos meteorológicos.



Modelos “Avanzados”

Arima (Autorregresivo integrado de media móvil)

Funciona partiendo de supuestos:

1. La serie es estacionaria (media y varianza no cambian con el tiempo, se suelen usar transformaciones logarítmicas para lograr esto)
2. Los datos deben ser univariante

AutoArima – Optimiza los valores automáticamente del Arima

Se aplica en finanzas (predicción de precios de acciones), econometría (tasa de desempleo, PIB), y otros contextos donde los datos históricos son críticos.

AR (AutoRegressive): Parte autoregresiva.

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t$$

I (Integrated): Diferenciación para hacer la serie estacionaria.

$$y'_t = y_t - y_{t-1} \text{ (repetido d veces)}$$

MA (Moving Average): Promedio móvil de los errores pasados.

$$y_t = \theta_1 \epsilon_{t-1} + \theta_2 \epsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} + \epsilon_t$$

La combinación se representa como:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$$



ETS (Error, Trend, Seasonal)

Combina componentes de error, tendencia y estacionalidad.

- Error (E): Aditivo (A) o multiplicativo (M).
Tendencia (T): Ninguna (N), aditiva (A) o multiplicativa (M), y con o sin amortiguamiento.
- Estacionalidad (S): Ninguna (N), aditiva (A) o multiplicativa (M).
El modelo ETS se denota como ETS(E, T, S), con las siguientes ecuaciones básicas para un ETS(A, A, A) :
 - Nivel: $L_t = \alpha(y_t/S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$
 - Tendencia: $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$
 - Estacionalidad: $S_t = \gamma(y_t/L_t) + (1 - \gamma)S_{t-m}$
 - Pronóstico: $\hat{y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-m}$



Aplicaciones:

ETS es preferido para series con estructura de tendencia y estacionalidad clara, como ventas estacionales, tráfico web, y datos meteorológicos. Es fácil de entender y ajustar.

BATS (Box-Cox transformation, ARMA errors, Trend, Seasonal components)

El modelo BATS es una extensión de ETS que incorpora:

***Transformación Box-Cox:** Para estabilizar la varianza.

***Errores ARMA (AutoRegressive Moving Average):** Captura de autocorrelación en los errores.

***Componentes de Tendencia y Estacionalidad:** Similares a ETS, pero con flexibilidad adicional, incluyendo estacionalidad no entera y dinámica.

$$y_t = \lambda^{-1} \left[(L_t + T_t S_t) + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} \right]$$

Aplicaciones:

BATS se utiliza cuando las series temporales tienen estructuras complejas, como múltiples estaciones con diferentes frecuencias, ciclos y patrones de tendencia. Es común en energía (demanda de electricidad), meteorología, y datos de negocios con estacionalidad intrincada.

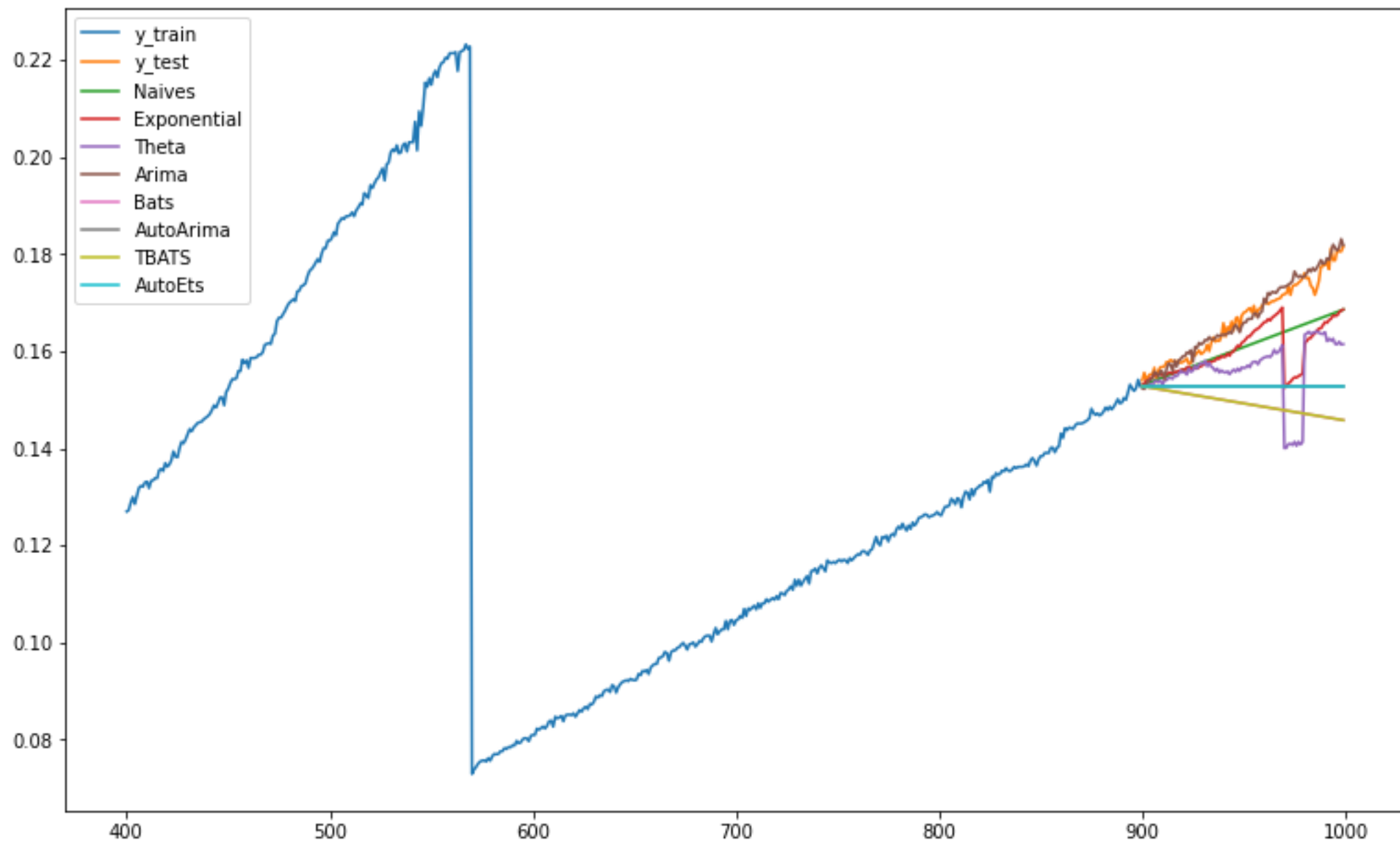
Tips Históricos



- El **naive** aunque de los mas simples, nació como modelo de predicción meteorológica. “Mañana será igual que hoy” y es muy bueno a corto plazo.
- El **Arima** de George Box y Gwilym Jenkins, nació en los 70 e impacto la forma de analizar la economía, dando gran precisión en variables macroeconómicas.
- Los métodos estadísticos funcionan mejor para temporales cortos y son los mas usados para análisis técnicos.
- Hoy en dia las redes recurrentes permiten análisis temporales y secuenciales mas complejas, dando pie a posibles variantes a largo plazo.
- En el trading (inversión en acciones,Forex,...) el sentimiento global suele influir y aunque los métodos estadísticos suelen dar buena margen de predicción, lo mas complejos usan scraping de noticias y sentimientos en redes sociales.

Casos de Uso Propio

CO2 vs 430 muestra intra-día (6am a 6pm)



Trading Bots: prueban modelos estadísticos para predecir valores futuros

