

# ONDAS GRAVITACIONALES

GRUPO 1

# DESCRIPCIÓN DEL OBJETO

Tipo : Dos agujeros negros

Masa 1 : 0.5480

Masa 2 : 0.4502

Masa Final: 0.95203

Spin 1 :  $3.277 \times 10^{-12}$

Spin 2 :  $-2.778 \times 10^{-13}$

Spin Final: 0.6921



# SELECCIÓN DE DATOS

LOS DATOS QUE TRABAJAREMOS SERÁN LOS DEL CUADRUPOLO  
CUENTA CON 13476 DATOS

TIEMPO mínimo: 0.4802217393588517

TIEMPO máximo: 3844.4210478262476

FASE mínima: -2.972864350400939

FASE máxima: 246.89628047391062

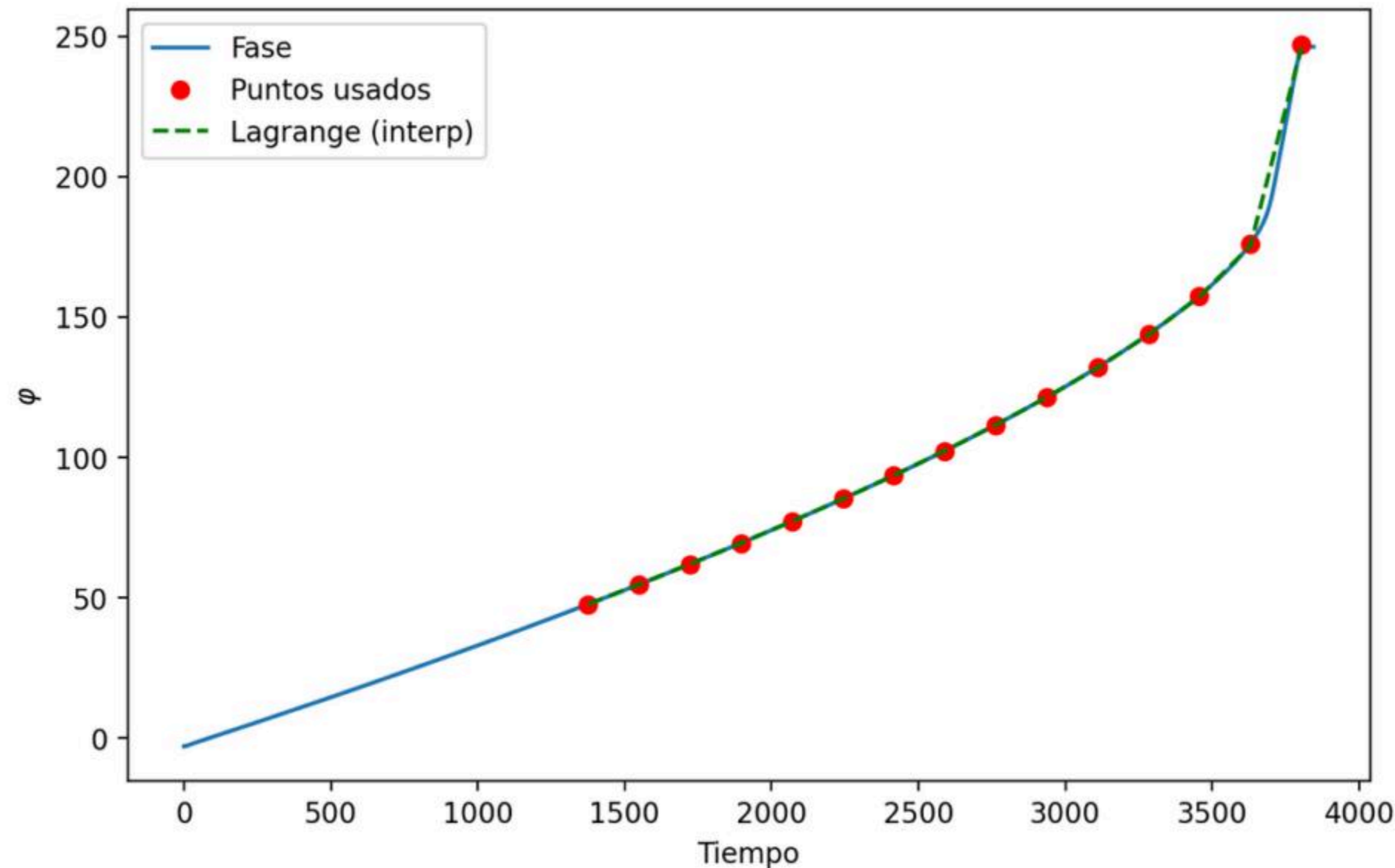
SU PASO NO ES CONSTANTE Y CUENTA CON UN PASO MEDIO DE  
0.2796610277254921

# INTERPOLACIONES

- LAGRANGE
- SPLINE CUBICO: NATURAL, CLAMPED y NOT-A-KNOT
- PCHIP



# LAGRANGE



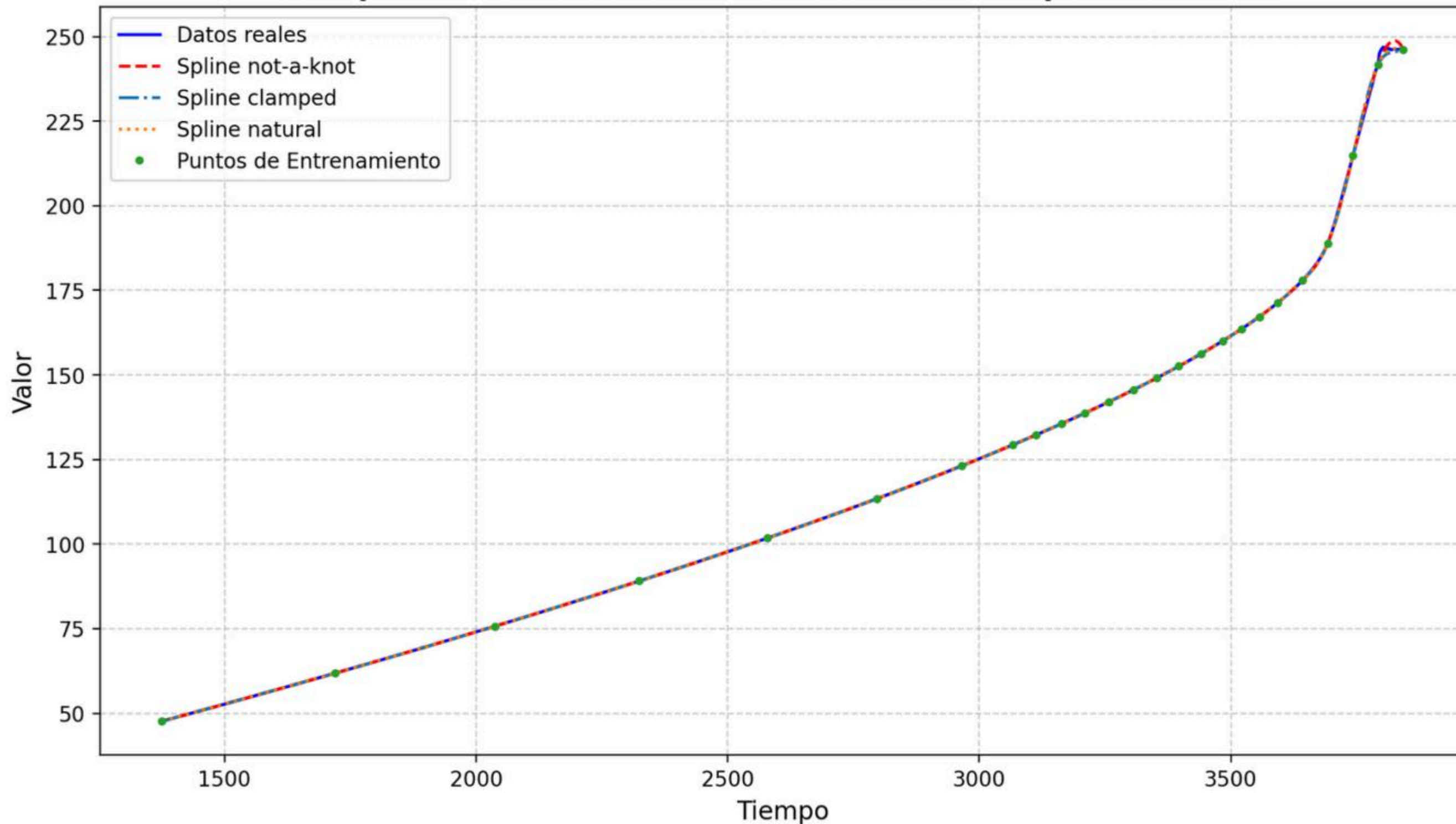
con 15 puntos repartidos entre  $[t_0, \text{fase máxima}]$  genera una buena aproximacion sin embargo si escogemos mas puntos el metodo diverge rapidamente

$$\begin{aligned}
 & 3.374e-41 x^{14} - 1.202e-36 x^{13} + 1.978e-32 x^{12} - 1.989e-28 x^{11} \\
 & + 1.367e-24 x^{10} - 6.79e-21 x^9 + 2.512e-17 x^8 - 7.033e-14 x^7 + 1.497e-10 x^6 \\
 & - 2.411e-07 x^5 + 0.0002891 x^4 - 0.2503 x^3 + 147.8 x^2 - 5.332e+04 x + 8.859e+06
 \end{aligned}$$

```
time= w.t
phi_unwrapped = np.unwrap(-phi)
# Asegurarse de que tengan misma longitud
assert len(phi_unwrapped) == len(time)
#rango de la interpolacion
t0 = w.metadata.reference_time # tiempo de referencia
t_min = np.argmin(np.abs(time - t0)) # índice más cercano a t0
i_max = np.argmax(np.abs(phi_unwrapped)) # índice de la fase máxima
#puntos de entrenamiento
N = 15
t = np.linspace(time[t_min], time[i_max], N) #índice de los elementos del grupo de entrenamiento
fase = np.interp(t, time, phi_unwrapped)
#puntos de prueba
t_test_full = time[time >= t0]
t_test = np.setdiff1d(t_test_full, t) #Quitar los tiempos de entrenamiento
fase_test = np.interp(t_test, time, phi_unwrapped)
# interpolación de Lagrange
polinomio_lagrange = lagrange(t, fase)
print("Polinomio de Lagrange:")
print(polinomio_lagrange)
```

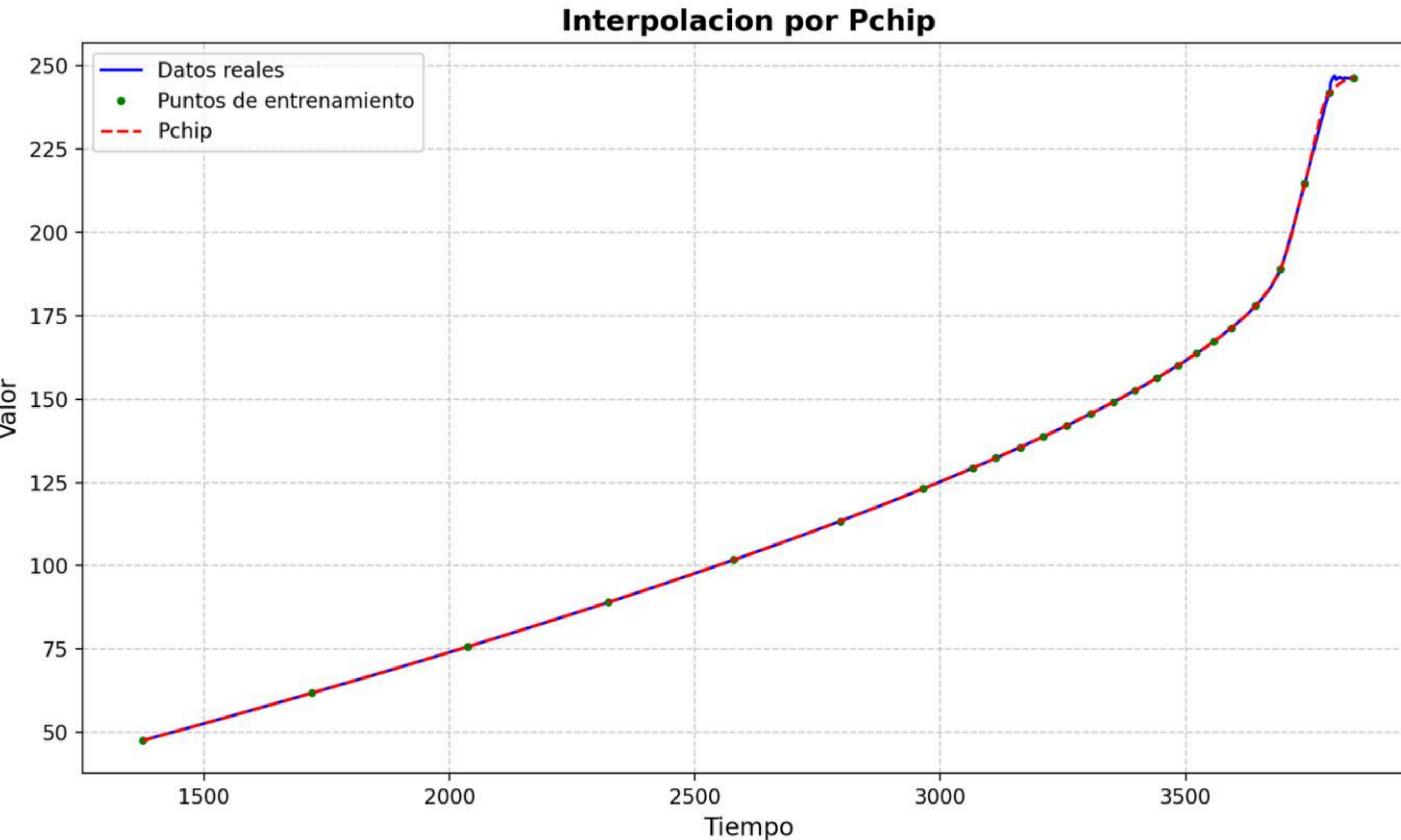
# SPLINE CUBICO: NATURAL, CLAMPED Y NOT-A-KNOT

Comparación de Condiciones de Frontera en Splines Cúbicos



con 25 puntos se realizó  
tres interpolaciones  
cúbicas con condiciones  
diferentes.

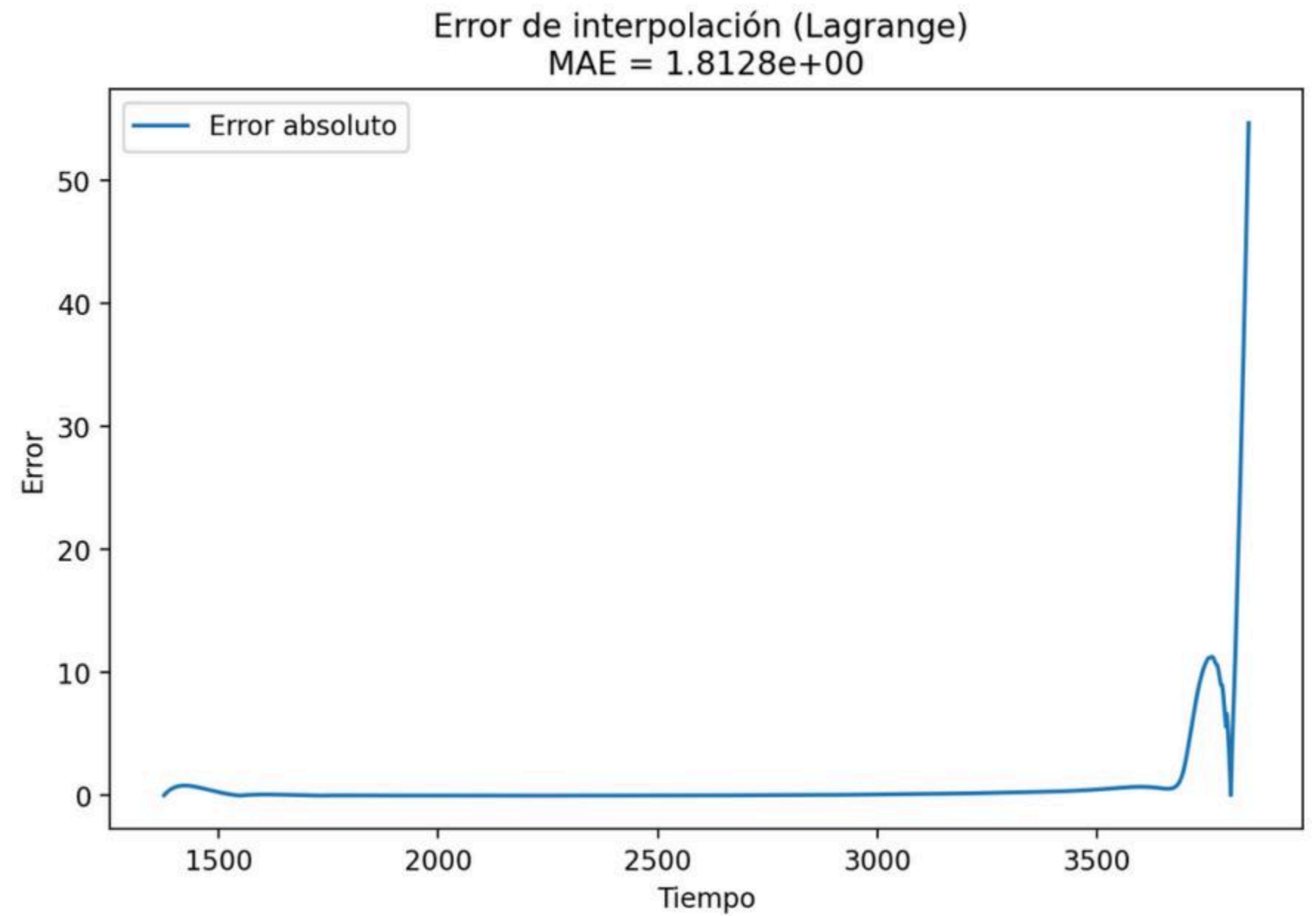
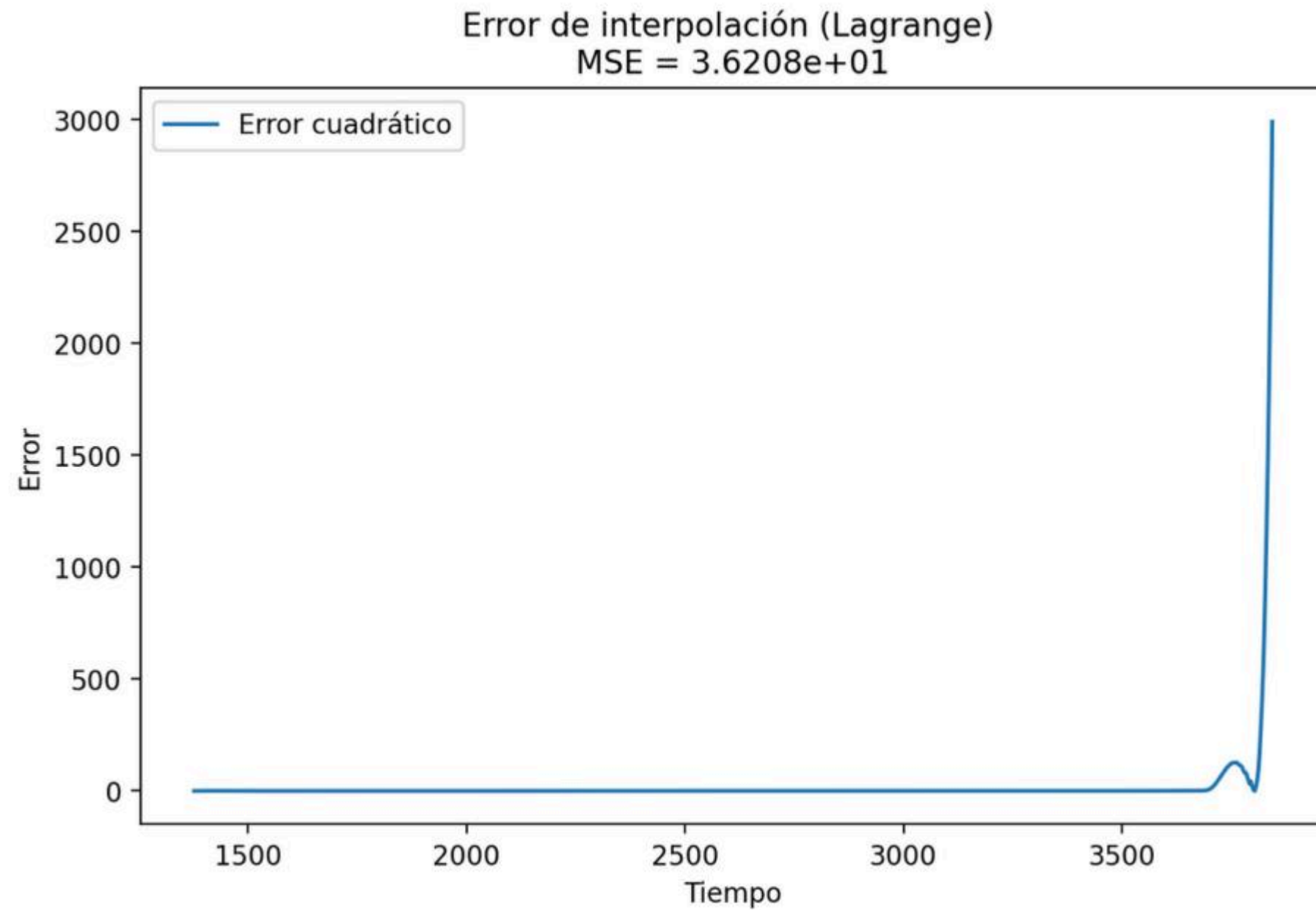
# INTERPOLACIÓN PCHIP



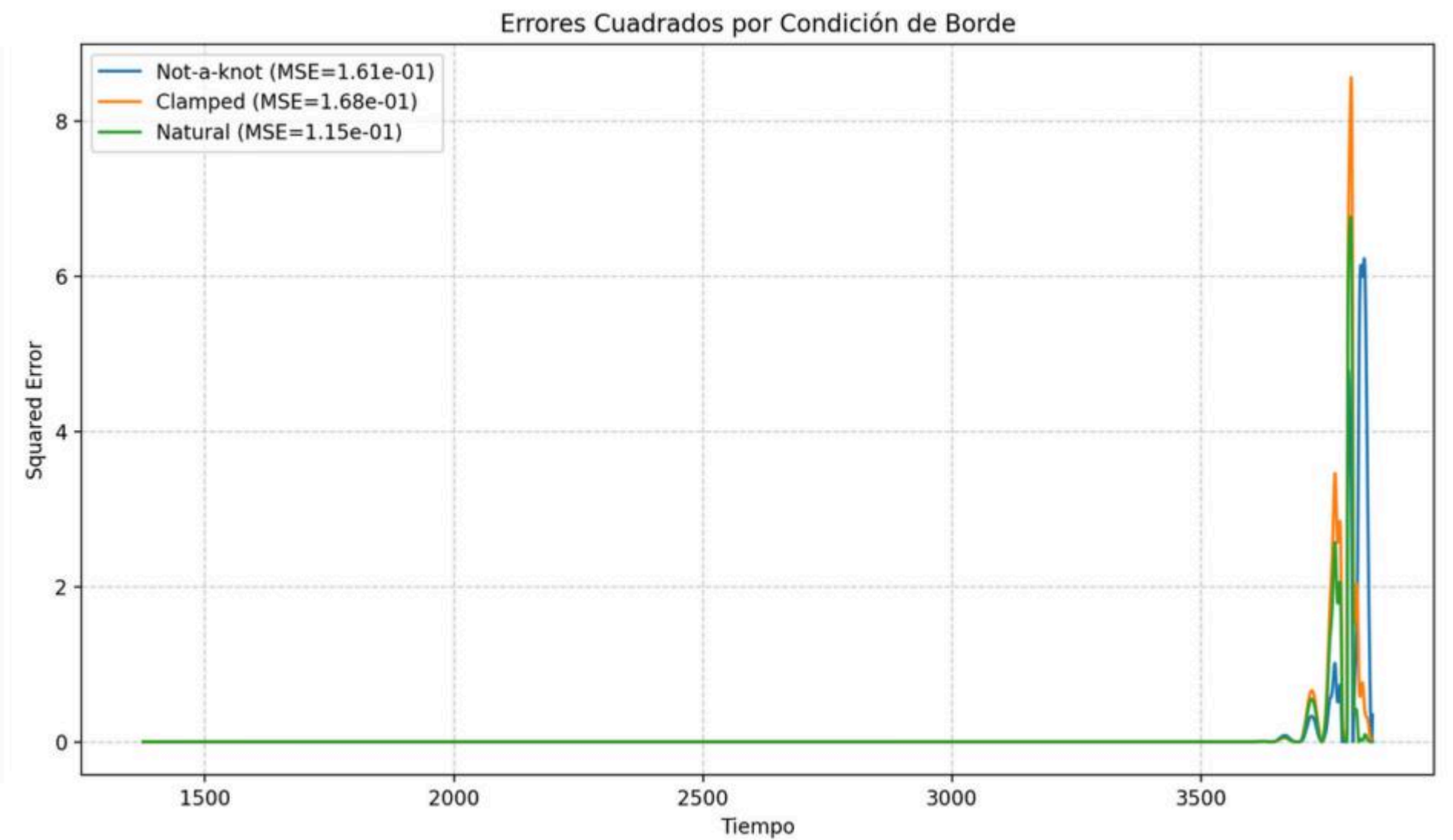
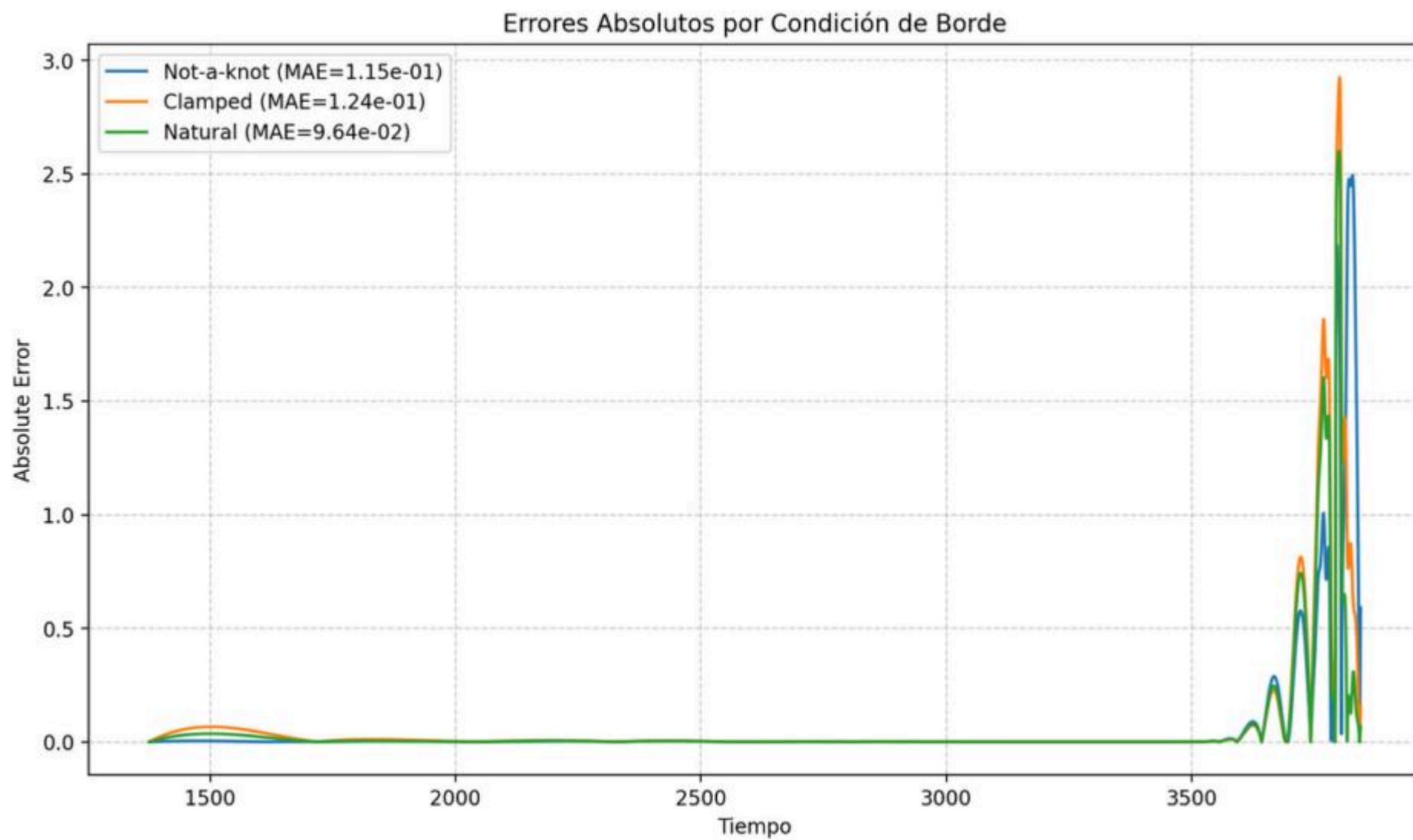
Se realiza la interpolación con un grupo de 25 puntos



# SE Y AE LAGRANGE

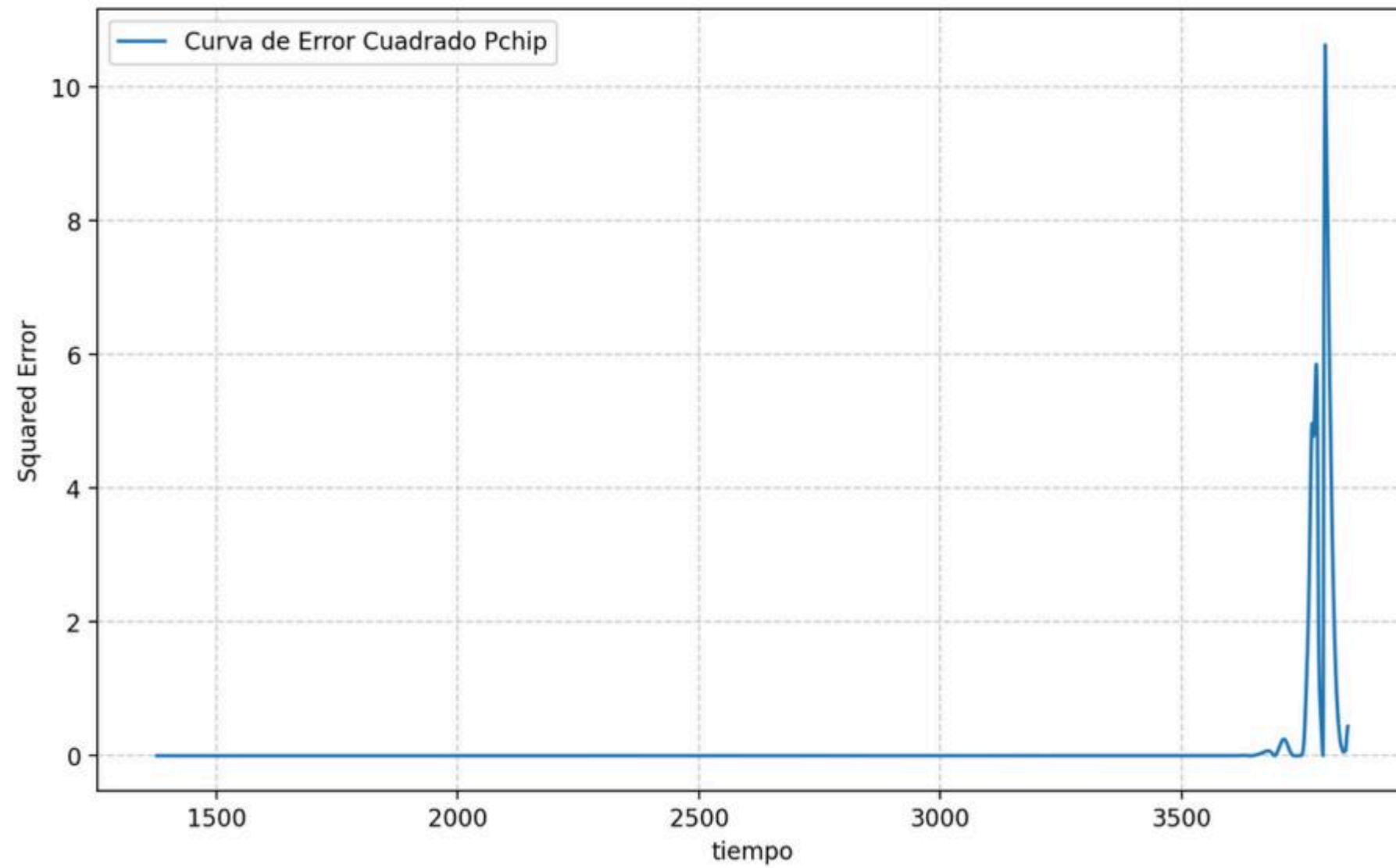


# SE Y AE DE LOS SPLINE CUBICO

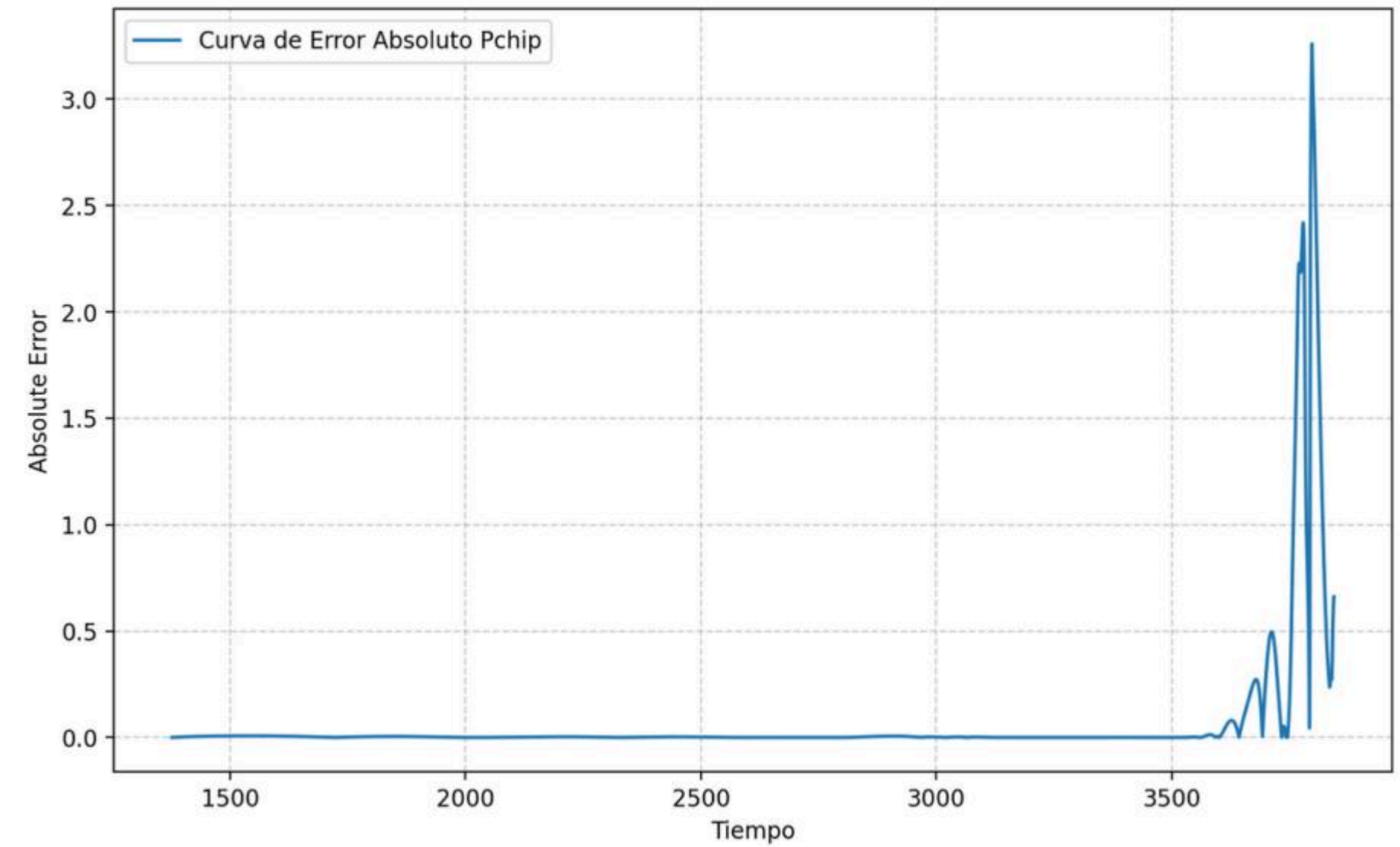


# SE Y AE PCHIP

Error cuadrado Pchip  
MSE = 2.2389e-01



Error absoluto Pchip  
MAE = 1.3130e-01





# COMPARACIONES DE ERRORES

