



# Datos

- ▶ Cierre de las acciones de Apple de 01/01/2022 a 20/11/2025



# Datos

- ▶ Los retornos se calculan como

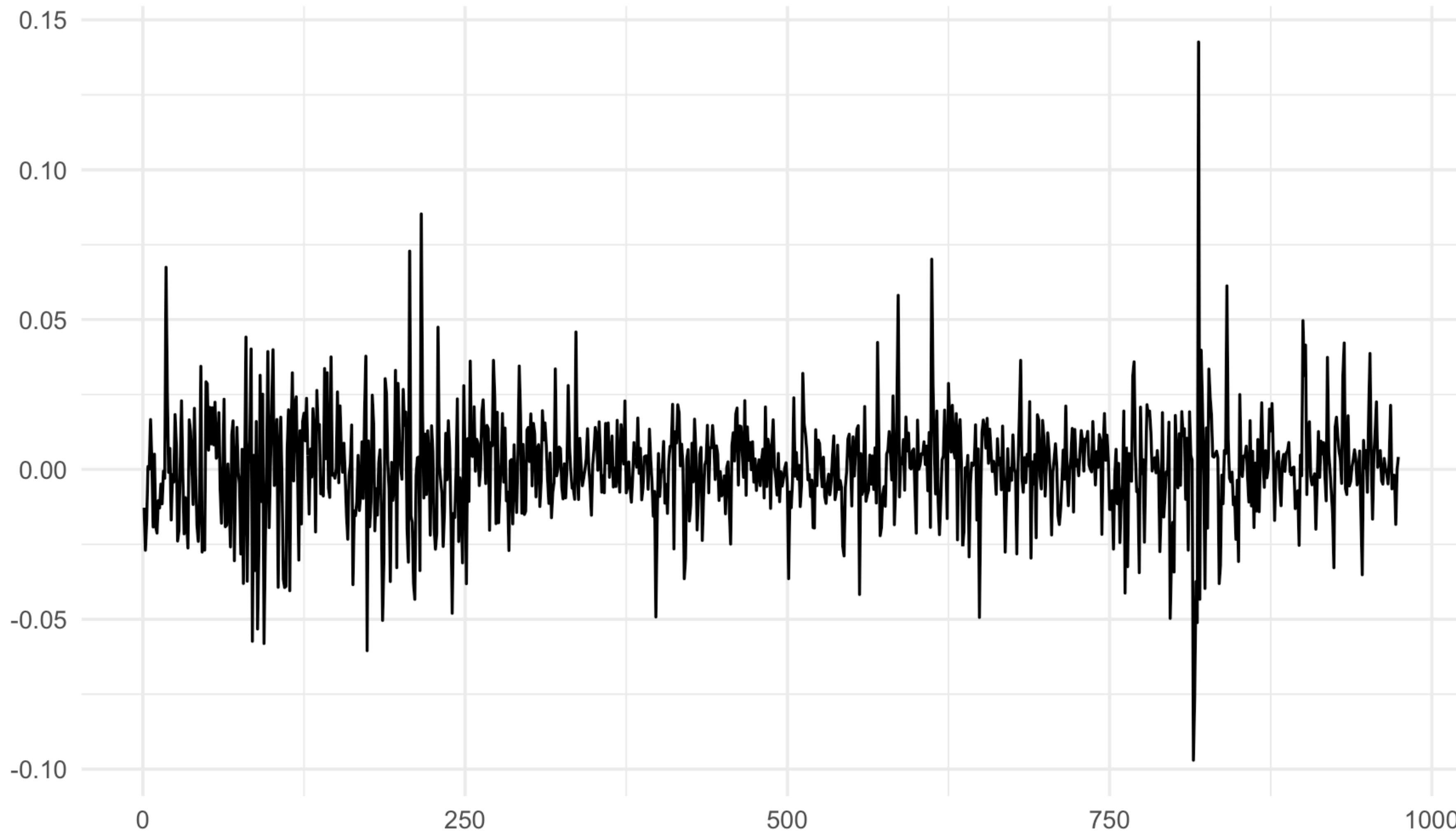
$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

- ▶ Se trabaja con los log-retornos

$$Z_t = \log(1 + R_t) = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

# Datos

- Log-retornos de Apple de 01/01/2022 a 20/11/2025



# Volatilidad

- ▶ Volatilidad diaria de  $\hat{\sigma}_d = 0.01809507$
- ▶ Volatilidad mensual de  $\hat{\sigma}_m = \sqrt{22} \times \hat{\sigma}_d = 0.08487341$
- ▶ Volatilidad anual de  $\hat{\sigma}_y = \sqrt{252} \times \hat{\sigma}_d = 0.2872504$

# Volatilidad

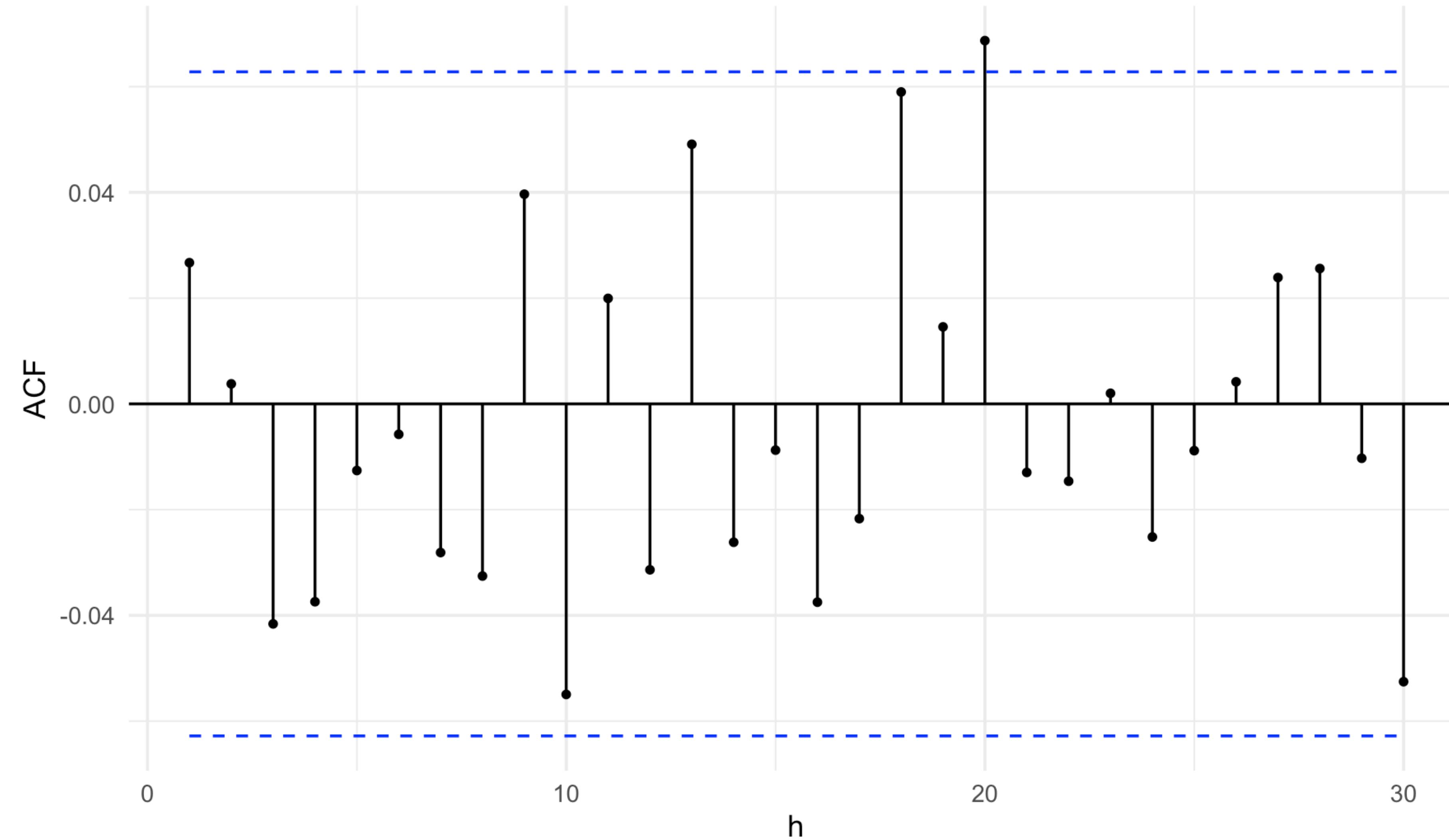
- ▶ Volatilidad móvil (rolling volatility)



GARCH

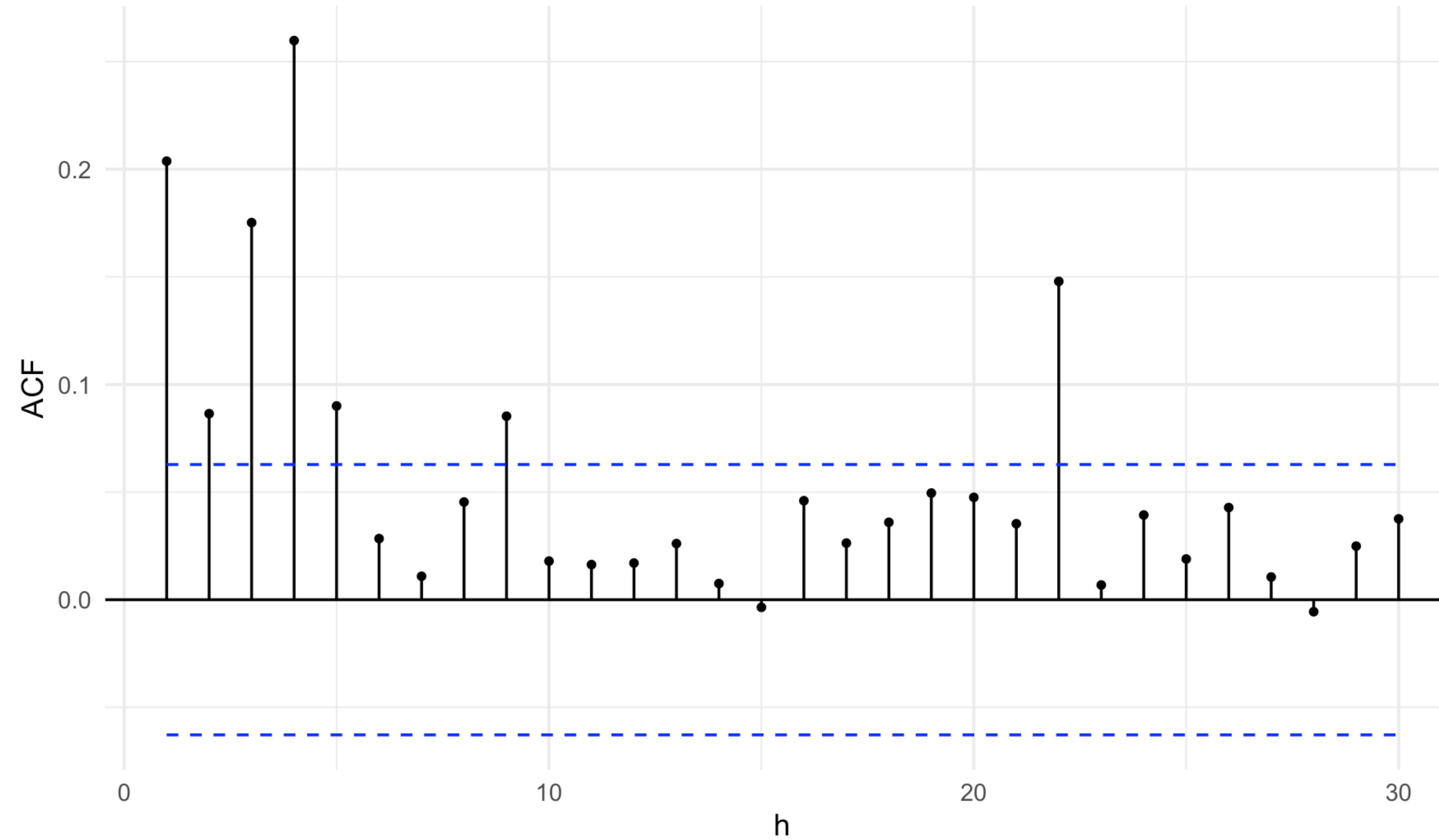
# ACF

- ACF de  $Z_t$  indistinguible del ruido blanco



# ACF

- ACF de  $Z_t^2$  muestra dependencia



# GARCH

- ▶ Se utiliza la librería **rugarch** (Ghalanos, 2018)
  - **ugarchspec()**: especifica el modelo GARCH que se quiere usar
  - **ugarchfit()**: ajusta el modelo
  - **ugarchforecast()**: predicción de la volatilidad para futuros retornos
- ▶ Se ajusta el modelo

$$Z_t = \mu + X_t \quad X_t = \sigma_t \epsilon_t \quad \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad \epsilon_t \sim \mathcal{N}(0,1)$$

# GARCH

- ▶ Parámetros del modelo

$$\hat{\mu} = 0.001001$$

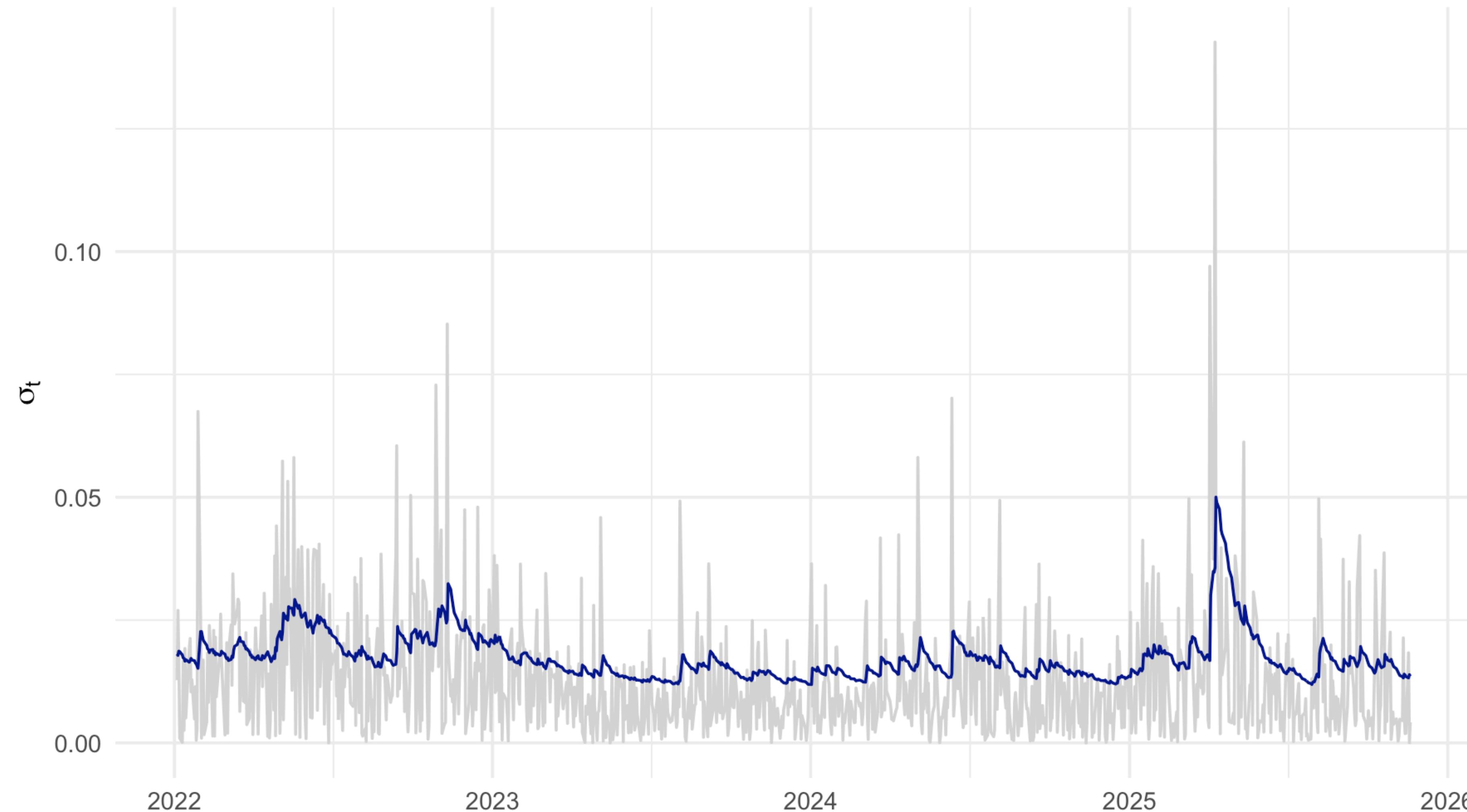
$$\hat{\alpha}_0 = 0.000011$$

$$\hat{\alpha}_1 = 0.066939$$

$$\hat{\beta} = 0.899497$$

# GARCH

- Volatilidad estimada (azul) y valor absoluto de log-retornos (gris)



# GARCH

- ▶ Predicción

