

# Lección 8.B — Temperaturas de la tierra en desviaciones a la media del mes

Marcos Bujosa

## Objetivo de la práctica

Guión: [P-L08-B-temperaturasDeLaTierra.inp](#)

### Datos

Temperaturas mensuales en desviaciones respecto a la media calculada entre los años 1951 y 1975. Datos obtenidos del libro de Daniel Peña ["Análisis de Series Temporales"](#). Los puede descargar desde [aquí](#).

### Objetivo

1. Hacer previsión de los últimos años de la muestra mediante un modelo ARIMA.

Comencemos cargando los datos:

**Archivo -->Abrir datos -->Archivo de usuario** y en la ventana emergente busque el fichero **tempmundo.csv** que previamente ha descargado desde aquí: <https://github.com/mbujosab/TimeSeriesData/blob/main/tempmundo.csv>

*o bien teclee en linea de comandos:*

```
open RutaAlDirectorioDelFichero/tempmundo.csv
setobs 12 1881:01
setinfo Temperature_Deviations --description="Temperaturas mensuales en desviaciones respecto a la media calculad
```

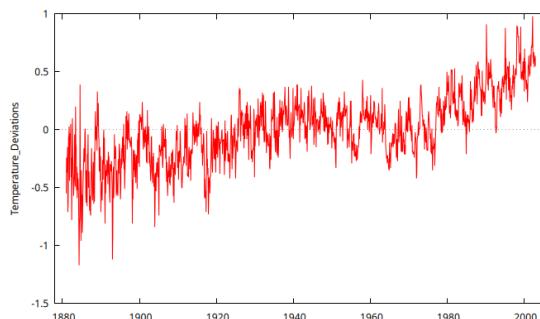
donde RutaAlDirectorioDelFichero es la ruta al directorio donde guardó el fichero tempmundo.csv

## Actividad 1 - Gráfico de series temporales

- Marque la variable **Temperature\_Deviations** (pulsando **ctrl** y pinchando con el botón derecho del ratón sobre ella). Elija **Gráfico de series temporales**

*o bien teclee en linea de comandos:*

```
DesvTemp <- gnuplot Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Temperaturas.png"
```



## Actividad 2 - Correlograma de la primera diferencia de los datos

Seleccione con el ratón la variable `Temperature_Deviations` y luego pulse en el menú desplegable **Añadir** que aparece arriba, en el centro de la ventana principal de **Gretl**.

- **Añadir ->Primeras diferencias de las variables seleccionadas**

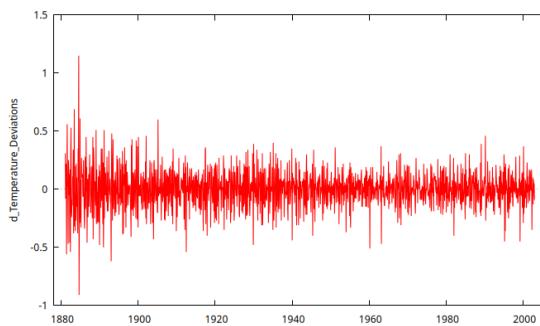
o bien teclee en linea de comandos:

```
diff Temperature_Deviations
```

Entre las variables aparecerá una nueva con el prefijo `d_`, es decir, en este caso aparecerá la variable `d_Temperature_Deviations`.

Genere el gráfico de series temporales de esta nueva serie y guárdelo como un nuevo ícono (Use un nombre suficientemente descriptivo, por ejemplo `Dif_DesvTemp`)

```
Dif_DesvTemp <- gnuplot d_Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Dif_Temperaturas.png"
```

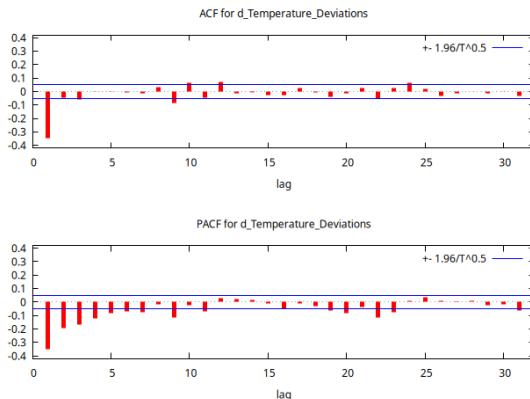


Seleccione con el ratón la variable `d_Temperature_Deviations` y luego pulse sobre la serie con el botón derecho de ratón. En el menú desplegable pulse en **Correlograma**; y en el la ventana emergente pulse en **Aceptar**.

o bien teclee en linea de comandos:

```
corrgm d_Temperature_Deviations 31 --plot="Dif_Temperature_Deviations-ACF-PACF.png"
```

La instrucción `--plot="Dif_Temperature_Deviations-ACF-PACF.png"` no es necesaria si no necesita crear un fichero .png con el correlograma (yo lo necesito para mostrar el gráfico a continuación).



Autocorrelation function for `d_Temperature_Deviations`  
\*\*\*, \*\*, \* indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels  
using standard error  $1/T^{0.5}$

LAG	ACF	PACF	Q-stat. [p-value]
-----	-----	------	-------------------

1	-0.3477	***	-0.3477	***	177.2384	[0.000]
2	-0.0477	*	-0.1917	***	180.5707	[0.000]
3	-0.0562	**	-0.1684	***	185.2020	[0.000]
4	-0.0015		-0.1186	***	185.2053	[0.000]
5	0.0018		-0.0827	***	185.2101	[0.000]
6	-0.0071		-0.0704	***	185.2834	[0.000]
7	-0.0149		-0.0725	***	185.6088	[0.000]
8	0.0328		-0.0184		187.1940	[0.000]
9	-0.0831	***	-0.1133	***	197.3612	[0.000]
10	0.0678	***	-0.0218		204.1373	[0.000]
11	-0.0445	*	-0.0666	**	207.0551	[0.000]
12	0.0739	***	0.0265		215.1302	[0.000]

## Actividad 3 - Identificar un modelo ARIMA para la serie temporal

A primera vista parece que la ACF cae abruptamente tras el primer retardo y que la PACF decae exponencialmente. Esto sugiere un modelo MA(1). Estime un modelo IMA(1) para los datos y analice los resultados.<sup>1</sup>

### Intentando con un ARIMA(0,1,1)

```
ARIMA011 <- arima 0 1 1 ; Temperature_Deviations

Function evaluations: 60
Evaluations of gradient: 14

ARIMA011: ARIMA, using observations 1881:02-2002:12 (T = 1463)
Estimated using AS 197 (exact ML)
Dependent variable: (1-L) Temperature_Deviations
Standard errors based on Hessian
```

	coefficient	std. error	z	p-value	
const	0.000681492	0.00171722	0.3969	0.6915	
theta_1	-0.566133	0.0281374	-20.12	4.90e-90 ***	
Mean dependent var	0.000752	S.D. dependent var	0.167592		
Mean of innovations	0.000126	S.D. of innovations	0.151253		
R-squared	0.740294	Adjusted R-squared	0.740294		
Log-likelihood	687.2155	Akaike criterion	-1368.431		
Schwarz criterion	-1352.566	Hannan-Quinn	-1362.513		
Real	Imaginary	Modulus	Frequency		
MA					
Root	1	1.7664	0.0000	1.7664	0.0000

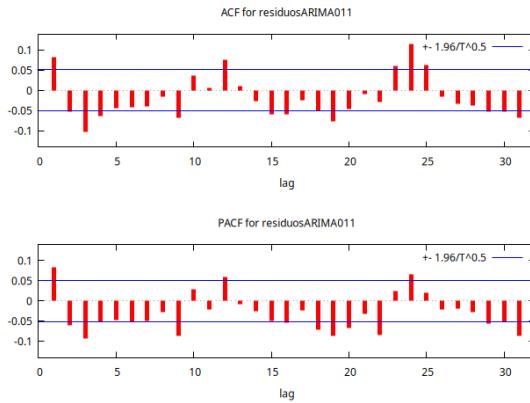
ARIMA011 saved

La constante no es significativa, pero el parámetro  $\theta_1$  sí lo es y la raíz MA está alejada de uno. Veamos el correlograma.

<sup>1</sup> Ésta es la primera impresión a la vista del gráfico, pero si observa los estadísticos individuales verá que los tres primeros retardos son significativos, por lo que cualquier estudiante avezado anticipar que este intento resultará fallido.

## Correlograma de los residuos

```
residuosARIMA011 = $uhat
corrgm residuosARIMA011 --plot="residuosARIMA011-ACF-PACF.png"
```



Autocorrelation function for residuosARIMA011  
\*\*\*, \*\*, \* indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels  
using standard error  $1/T^{0.5}$

LAG	ACF	PACF	Q-stat.	[p-value]
1	0.0832 ***	0.0832 ***	10.1390	[0.001]
2	-0.0522 **	-0.0596 **	14.1435	[0.001]
3	-0.1017 ***	-0.0931 ***	29.3339	[0.000]
4	-0.0634 **	-0.0509 *	35.2358	[0.000]
5	-0.0441 *	-0.0461 *	38.0974	[0.000]
6	-0.0424	-0.0519 **	40.7415	[0.000]
7	-0.0385	-0.0484 *	42.9227	[0.000]
8	-0.0149	-0.0265	43.2507	[0.000]
9	-0.0678 ***	-0.0868 ***	50.0186	[0.000]
10	0.0369	0.0297	52.0257	[0.000]
11	0.0073	-0.0212	52.1039	[0.000]
12	0.0765 ***	0.0591 **	60.7498	[0.000]

Concluimos que el modelo no es una IMA(1): los residuos distan mucho de parecer ruído blanco (muchos retardos individualmente significativos y p-valores para los estadísticos Q de Ljung-Box casi nulos).

Si volvemos sobre el correlograma inicial, es posible que la ACF no se haya truncado tras el primer retardo. Los retardos 2 y 3 son estadísticamente significativos individualmente. Quizá el modelo es un ARIMA(0,1,3).

Pruebe con esta nueva especificación ARIMA(0,1,3) sin constante (si la incluye constará que no es significativa).

## Intentando con un ARIMA(0,1,3)

```
ARIMA013 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
```

Function evaluations: 58  
Evaluations of gradient: 14

```
ARIMA013: ARIMA, using observations 1881:02-2002:12 (T = 1463)
Estimated using AS 197 (exact ML)
Dependent variable: (1-L) Temperature_Deviations
Standard errors based on Hessian
```

coefficient	std. error	z	p-value
-------------	------------	---	---------

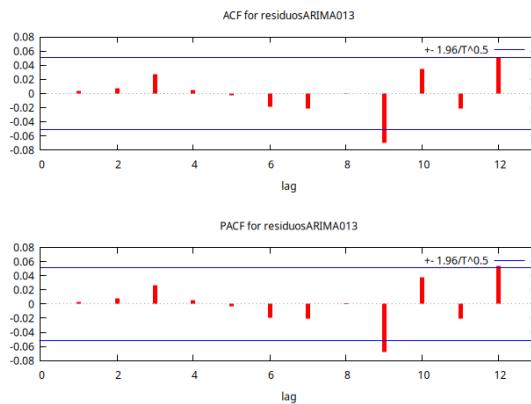
theta_1	-0.503799	0.0260760	-19.32	3.62e-83	***
theta_2	-0.107364	0.0298002	-3.603	0.0003	***
theta_3	-0.101345	0.0274912	-3.686	0.0002	***
Mean dependent var	0.000752	S.D. dependent var	0.167592		
Mean of innovations	0.002532	S.D. of innovations	0.148882		
R-squared	0.746280	Adjusted R-squared	0.745933		
Log-likelihood	710.2416	Akaike criterion	-1412.483		
Schwarz criterion	-1391.330	Hannan-Quinn	-1404.593		
		Real	Imaginary	Modulus	Frequency
MA					
Root 1		1.2536	0.0000	1.2536	0.0000
Root 2		-1.1565	-2.5560	2.8055	-0.3176
Root 3		-1.1565	2.5560	2.8055	0.3176

ARIMA013 saved

Todos los parámetros son significativos, y las raíces del polinomio MA están claramente fuera del círculo unidad. El R-cuadrado indica que este modelo es capaz de replicar casi el 75 % de la varianza muestral de los datos. Analicemos ahora el correlograma.

### Correlograma de los residuos

```
residuosARIMA013 = $uhat
corrgm residuosARIMA013 12 --plot="residuosARIMA013-ACF-PACF.png"
```



Autocorrelation function for residuosARIMA013  
\*\*\*, \*\*, \* indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels  
using standard error  $1/T^{0.5}$

LAG	ACF	PACF	Q-stat.	[p-value]
1	0.0036	0.0036	0.0189	[0.891]
2	0.0076	0.0076	0.1035	[0.950]
3	0.0267	0.0266	1.1474	[0.766]
4	0.0052	0.0049	1.1869	[0.880]
5	-0.0025	-0.0030	1.1962	[0.945]
6	-0.0186	-0.0194	1.7041	[0.945]
7	-0.0210	-0.0211	2.3518	[0.938]
8	0.0004	0.0010	2.3521	[0.968]

9	-0.0697	***	-0.0685	***	9.5180	[0.391]
10	0.0353		0.0373		11.3579	[0.330]
11	-0.0211		-0.0206		12.0178	[0.362]
12	0.0510	*	0.0545	**	15.8650	[0.197]

Los primeros retardos son conjuntamente nulos (hasta el retardo 8 los estadísticos Q de Ljung-Box tienen p-valores superiores a 0.9); por lo que el modelo es satisfactorio.<sup>2</sup>

## Actividad 4 - Previsión para los 12 meses de 2002

Queremos hacer previsión con este último modelo; y poder comparar sus previsiones con las observaciones correspondientes al año 2002.

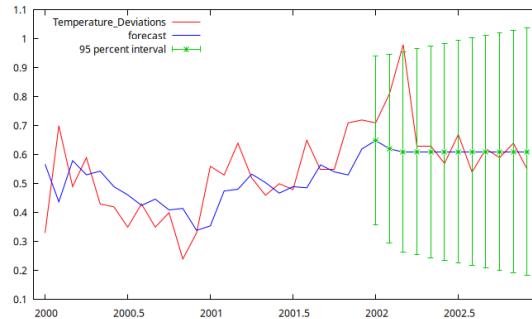
Para hacer este ejercicio, debemos estimar el modelo sin incorporar los datos de dicho año (prever algo que ya ha sido observado no tiene mérito). Dicho de otro modo, debemos usar el conjunto de información  $\mathcal{H}_{Y_{2001:12}}$  de tal manera que las temperaturas de los 12 meses de 2002 no sean “observadas”.

### Re-estimación del modelo truncando la muestra

```
smp1 1881:01 2001:12
ARIMA013_2001 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
```

### Previsión de los 12 últimos meses de la muestra

```
fcast 2000:01 2002:12 --plot="prediccion2002.png"
```



Fíjese que todas las temperaturas están dentro de los intervalos de confianza salvo marzo de 2002, que experimentó una temperatura extraordinariamente elevada.

For 95% confidence intervals,  $z(0.025) = 1.96$

Temperature_Devi~	prediction	std. error	95% interval	
2002:01	0.71	0.65	0.36	0.94
2002:02	0.81	0.62	0.29	0.95
2002:03	0.98	0.61	0.26	0.96
2002:04	0.63	0.61	0.25	0.97
2002:05	0.63	0.61	0.25	0.98
2002:06	0.57	0.61	0.24	0.98
2002:07	0.67	0.61	0.23	0.99
2002:08	0.54	0.61	0.22	1.00
2002:09	0.62	0.61	0.21	1.01
2002:10	0.59	0.61	0.20	1.02
2002:11	0.64	0.61	0.19	1.03
2002:12	0.55	0.61	0.18	1.04

Forecast evaluation statistics using 12 observations

<sup>2</sup>Pruebe con otras especificaciones, verá que no es fácil mejorar el modelo.

Mean Error	0.047365
Root Mean Squared Error	0.1266
Mean Absolute Error	0.079168
Mean Percentage Error	4.7272
Mean Absolute Percentage Error	10.465
Theil's U2	0.99979
Bias proportion, UM	0.13997
Regression proportion, UR	0.014021
Disturbance proportion, UD	0.84601

## Código completo de la práctica

```
# Los dos primeros comandos son necesarios para que Gretl guarde los resultados de la práctica en el directorio de trabajo
# al ejecutar lo siguiente desde un terminal (use los nombres y ruta que correspondan)
#
# DIRECTORIO="Nombre_Directorio_trabajo" gretlcli -b ruta/nombre_fichero_de_la_practica.inp
#
# Si esto no le funciona en su sistema, comente las siguientes dos líneas y sítuese en el directorio de trabajo de gretl
# que corresponda (configure dicho directorio de trabajo desde la ventana principal de Gretl).

string directory = getenv("DIRECTORIO")
set workdir "@directory"

open ../../datos/tempmundo.csv
setobs 12 1881:01
setinfo Temperature_Deviations --description="Temperaturas mensuales en desviaciones respecto a la media calculada"

DesvTemp <- gnuplot Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Temperaturas.png"

diff Temperature_Deviations

Dif_DesvTemp <- gnuplot d_Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Dif_Temperaturas.png"

corrgm d_Temperature_Deviations 31 --plot="Dif_Temperature_Deviations-ACF-PACF.png"

outfile --quiet d_Temperature-ACF-PACF.txt
  corrgm d_Temperature_Deviations 12 --quiet
end outfile

ARIMA011 <- arima 0 1 1 ; Temperature_Deviations

outfile --quiet ARIMA011.txt
  ARIMA011 <- arima 0 1 1 ; Temperature_Deviations
end outfile

residuosARIMA011 = $uhat
corrgm residuosARIMA011 --plot="residuosARIMA011-ACF-PACF.png"

outfile --quiet CorrelogramaARIMA011.txt
  corrgm residuosARIMA011 12 --quiet
end outfile

ARIMA013 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc

outfile --quiet ARIMA013.txt
  ARIMA013 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
end outfile

residuosARIMA013 = $uhat
corrgm residuosARIMA013 12 --plot="residuosARIMA013-ACF-PACF.png"

outfile --quiet CorrelogramaARIMA013.txt
  corrgm residuosARIMA013 12 --quiet
end outfile

smpl 1881:01 2001:12
ARIMA013_2001 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
```

```
fcast 2000:01 2002:12 --plot="prediccion2002.png"
outfile --quiet Predicciones.txt
  fcast --out-of-sample
end outfile
```