

Series de Tiempo 2018

Maestría en Estadística Aplicada, UNR
Unidad 4

Luis Damiano

damiano.luis@gmail.com

2018-05-10

- Procesos no estacionarios en la media
 - Tendencia lineal
 - Tendencia estocástica
 - Ejercicio: Energías alternativas
- Procesos no estacionarios en la varianza
 - Transformaciones.
 - Ejercicio: Ventas de supermercados

Procesos no estacionarios

Un proceso **débilmente** estacionario de segundo orden:

- La media y la varianza son constantes.
- La covariancia y la correlación sólo son función de la diferencias de tiempo (k) entre las dos variables.

Discusión en clases

¿De qué forma podrían fallar cada uno de los requisitos de la definición?

Tipos de no estacionariedad (continuación)

- Procesos no estacionarios en la media
 - Tendencia determinística
 - Tendencia estocástica
 - Tendencia que varía en función del tiempo
- Procesos no estacionarios en la varianza
 - Transformaciones para estabilizar la varianza

¿Cómo encarar una serie?

1. Primero y principal, ¿la teoría subyacente indica algo sobre la estacionariedad?
2. Inspección visual (serie original, ACF, PACF).
3. Ajustar ARMA si la serie:
 - No muestra una violación aparente a los supuestos de estacionariedad, y
 - Tiene una función de autocovariancia que decae rápidamente.
4. Si el valor medio muestra variación por tendencia o estacionalidad, capturar el componente (ej. aplicar descomposición, diferenciar).
5. Si la varianza muestra variación, buscar una transformación para estabilizarla.

Procesos no estacionarios en la media

$$Z_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + a_t, \quad t = 0, \pm 1, \dots, \quad a_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$$

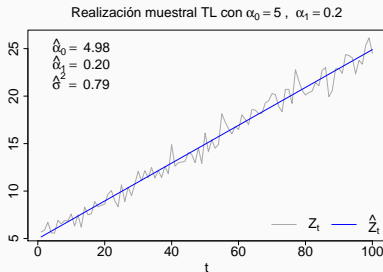
```
simTL <- function(alpha0, alpha1, sigma, T) {  
  # Ruido  
  at <- rnorm(T, 0, sigma)  
  
  # Observaciones  
  t  <- 1:T  
  Zt <- alpha0 + alpha1 * t + at  
  
  # Devolver observaciones simuladas  
  Zt  
}
```


Ejemplo

$$Z_t = 5 + 0.2t + a_t, \quad t = 0, \pm 1, \dots, \quad a_t \sim \mathcal{N}(0, 1)$$

```
set.seed(9000)
z <- simTL(5, 0.2, 1, 100)
t <- 1:100

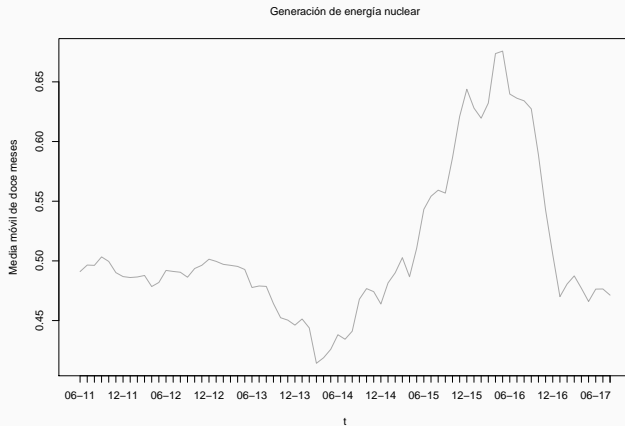
lmfit <- lm(z ~ t)
```



```
##
## Call:
## lm(formula = z ~ t)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.36261 -0.57223  0.00738  0.71255  2.46057
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  4.975067   0.179551   27.71  <2e-16 ***
## t            0.199233   0.003087   64.54  <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.891 on 98 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.977, Adjusted R-squared:  0.9768
## F-statistic:  4166 on 1 and 98 DF, p-value: < 2.2e-16
```

- Proceso no estacionario: raíces dentro del círculo unitario.
- Proceso integrado $I(d)$: raíz unitaria en el polinomio autorregresivo.
 - Asociado a una ACF que decae lentamente y toma valores cercanos a la unidad para los primeros rezagos.
 - Prueba de Dickey-Fuller.
 - Se torna estacionario al tomar la d -ésima diferenciación, donde d es la cantidad de raíces ubicadas en el círculo unitario.

Ejemplo

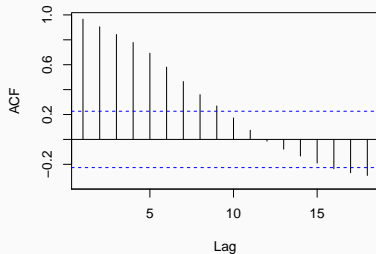


Discusión en clases

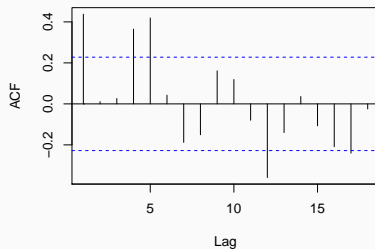
¿Qué tipo de tendencia tiene esta serie? ¿Cómo avanzarían en el análisis?

Ejemplo (continuación)

Serie original



Primera diferencia



```
##  
## Augmented Dickey-Fuller Test  
##  
## data: z  
## Dickey-Fuller = -1.6567, Lag order = 1, p-value = 0.7155  
## alternative hypothesis: stationary
```

Ejercicio: Energías alternativas

Ejercicio en clases

Analizar la serie de tiempo de ejemplo.

Además de poner práctica nuestras habilidades para analizar datos reales, el ejercicio nos permite aprender algunas funciones de R que son específicas para la manipulación de datos secuenciales. Solución disponible en el anexo.

Algunos pasos:

- Descargar los datos de <https://bit.ly/2IdUjsP>, sección Energías Alternativas.
- Tomando solamente aquellos registros de frecuencia *mensual* y alcance *país*, leer la columna *generacion_nuclear*.¹
- Calcular la generación de energía promedio de doce meses centrados.²
- Graficar y describir la serie original.
- Probar si tiene raíz unitaria. En tal caso, diferenciar, graficar, y describir la serie.
- Calcular los estadísticos descriptivos.
- Proponer un modelo.
- Evaluar el ajuste.

¹ Hay una copia local en `data/nuclear.txt` en caso de que el sitio esté fuera de línea.

² La serie original tiene estacionalidad mensual. Al tomar el promedio, eliminamos el componente estacional pero perdemos información valiosa. Más adelante, aprendemos métodos más específicos.

Procesos no estacionarios en la varianza

Procesos no estacionarios en la varianza

- Un proceso estacionario en la media puede o no ser estacionario en la varianza.
 - Aplicar transformación para estabilizar la varianza.
- Todo proceso no estacionario en la media es no estacionario en la varianza.
 - Aplicar primera diferencia.

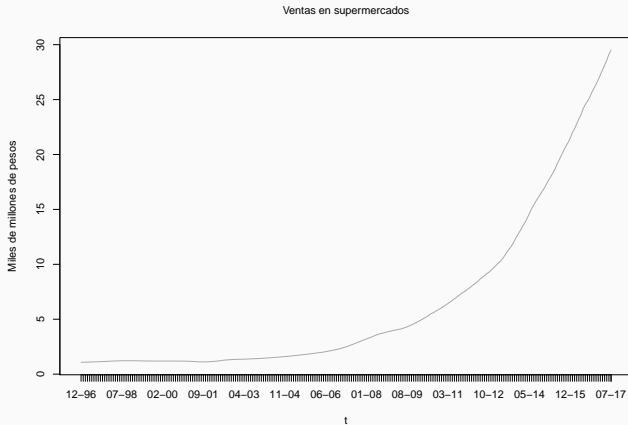
Asumamos que la varianza varía junto a la media.

$$V \langle Z_t \rangle = cf(\mu_t)$$

Para lograr una varianza constante, entonces:

- Desvío estándar de una serie crece linealmente con la media: aplicar logaritmo (cualquier base).
- varianza de una serie es proporcional al nivel: aplicar raíz cuadrada.
- Desvío estándar de una serie es proporcional al cuadrado del nivel: aplicar recíproca.

Ejemplo



Discusión en clases

A juzgar sólo por el gráfico, ¿qué transformaciones esperan aplicar?

Ejercicio: Ventas de supermercados

Ejercicio en clases

Analizar la serie de tiempo de ejemplo.

El Anexo incluye algunos gráficos útiles.

Algunos pasos:

- Descargar los datos desde <https://bit.ly/2GXzXoa>.
- De la Sección A 1.11, leer los datos mensuales para la columna *Ventas totales*.³
- Calcular las ventas promedio de doce meses centrados.⁴
- Graficar y describir la serie original.
- Probar si tiene raíz unitaria. En tal caso, diferenciar, graficar, y describir la serie.
- Una vez obtenida una serie estacionaria, proponer una transformación y aplicarla sobre los datos originales.
- Calcular los estadísticos descriptivos.
- Proponer un modelo.
- Evaluar el ajuste.

³ Hay una copia local en `data/INDECSuper.txt` en caso de que el sitio esté fuera de línea.

⁴ La serie original tiene estacionalidad mensual. Al tomar la media, eliminamos el componente estacional pero perdemos información valiosa. Más adelante, aprendemos métodos más específicos.

Anexo: Generación nuclear

Publicado por: Ministerio de Hacienda. Secretaría de Política Económica. Subsecretaría de Programación Microeconómica.

Sección: Indicadores Sectoriales de Energías alternativas.

Subsección: Indicadores de Energías alternativas en valores anuales, trimestrales y mensuales.

Campo: Generación de energía fuente nuclear.

Frecuencia: mensual.

Agrupado por: agregado a nivel país.

Unidad: MWh (megavatio hora).⁵

⁵Transformado en GWh a los fines de la resolución.

Lectura & procesamiento

```
# https://bit.ly/2IdUjsP Energías Alternativas
```

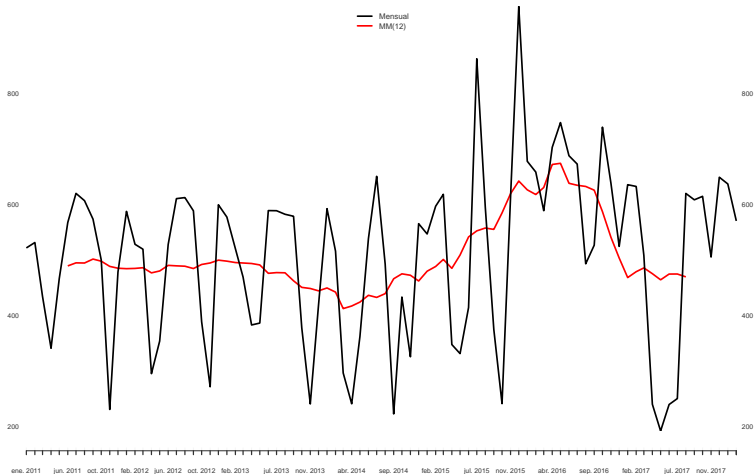
```
df <- read.table(  
  file = "data/nuclear.txt",  
  header = TRUE,  
  sep = "\t"  
)  
  
df[, 1] <- as.POSIXct(df[, 1], format = "%Y-%m-%d")  
df[, 2] <- df[, 2] / 1000  
  
x <- xts(x = df[, 2], order.by = df[, 1])  
xsum <- na.omit(rollmean(x, 12, fill = NA))  
  
t(head(cbind(mes = x, ult12 = xsum), 9))
```

```
##      2011-01-01 2011-02-01 2011-03-01 2011-04-01 2011-05-01 2011-06-01  
## mes      523.425   533.124   435.933   342.776   468.288   569.1960  
## ult12      NA      NA      NA      NA      NA      491.0303  
##      2011-07-01 2011-08-01 2011-09-01  
## mes      621.6130  608.5010  575.2080  
## ult12      496.5097  496.2487  503.3488
```

```
plot(  
  cbind(x, xsum),  
  main = "Generación de energía nuclear en Argentina (GWh)",  
  col = 1:2,  
  grid.col = "white"  
)  
  
addLegend("top", c("Mensual", "MM(12)"), col = 1:2, lwd = 2)
```

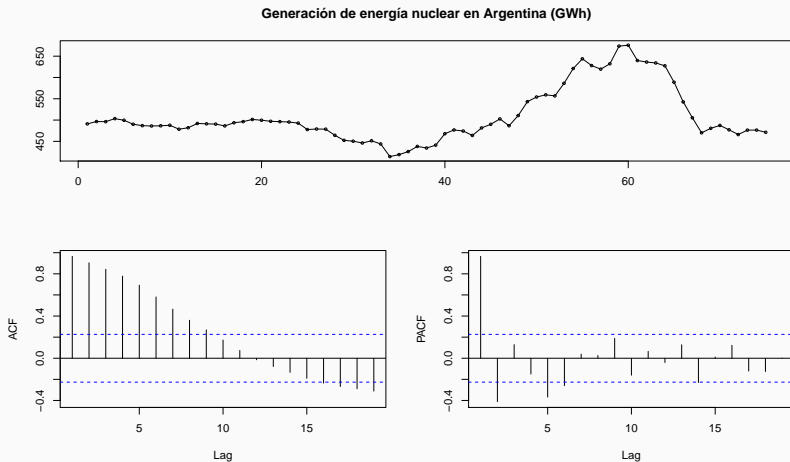
Generación de energía nuclear en Argentina (GWh)

2011-01-01 / 2018-02-01



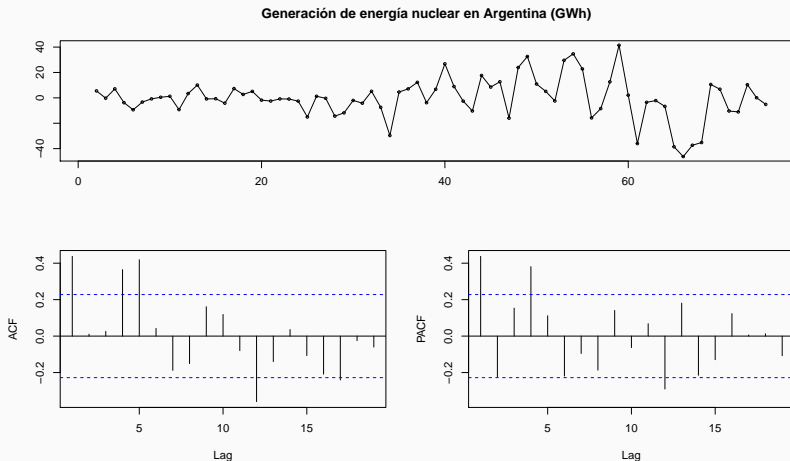
Análisis de la serie original original

```
tsdisplay(  
  xsum,  
  main = "Generación de energía nuclear en Argentina (GWh)",
```



Análisis de la serie original diferenciada

```
tsdisplay(  
  diff(xaum),  
  main = "Generación de energía nuclear en Argentina (GWh)",
```



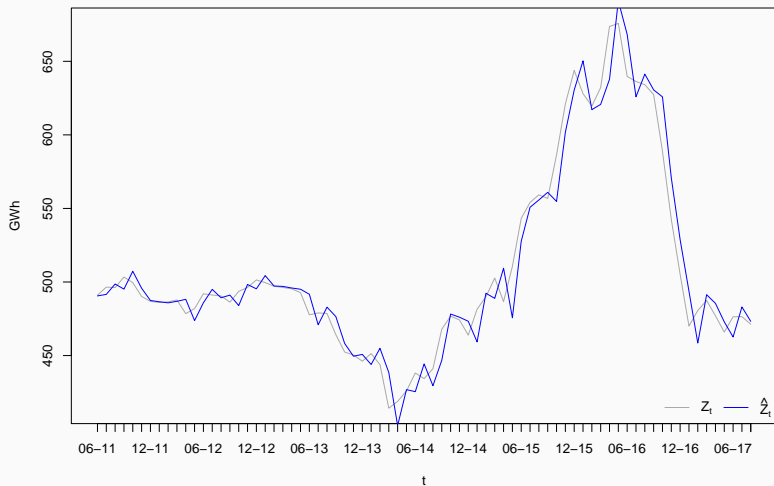
```
fit <- Arima(xsum, order = c(0, 1, 1))
```

```
print(fit)
```

```
## Series: xsum
## ARIMA(0,1,1)
##
## Coefficients:
##          ma1
##          0.4870
## s.e.  0.0938
##
## sigma^2 estimated as 200:  log likelihood=-300.67
## AIC=605.33   AICc=605.5   BIC=609.94
```

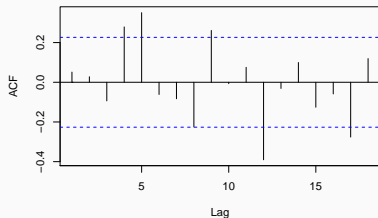
Ajuste versus observado

Generación de energía nuclear en Argentina

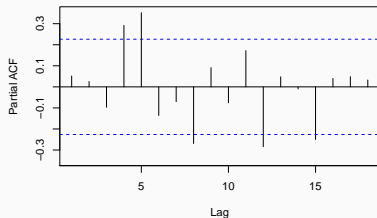


Diagnóstico de residuos

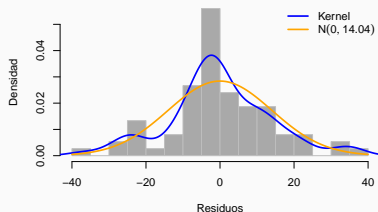
Residuos



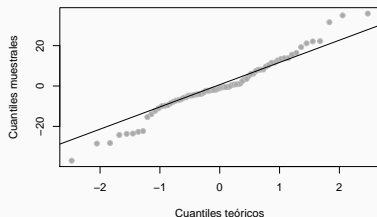
Residuos



Histograma de residuos



QQ Residuos



Anexo: Ventas en supermercados

Lectura & procesamiento

```
# https://bit.ly/2GXzXoa
df <- read.table(
  file = "data//INDECSuper.txt",
  header = TRUE,
  sep = "\t"
)

df[, 1] <- as.POSIXct(df[, 1], format = "%Y-%m-%d")

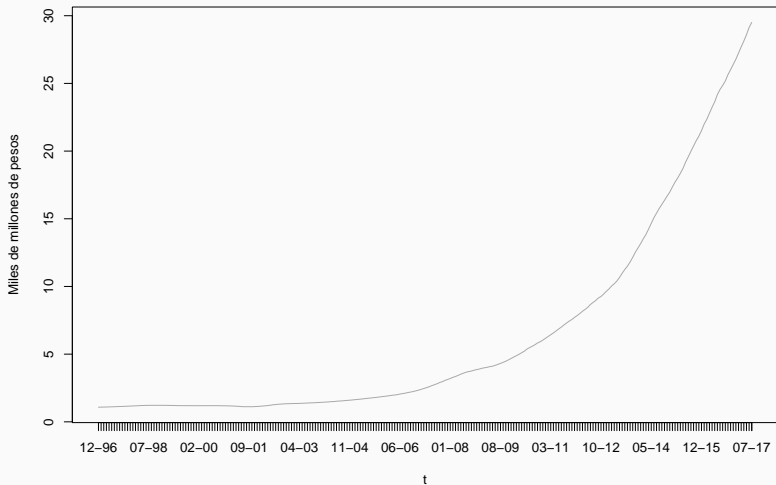
x <- xts(x = df[, 2] / 1000, order.by = df[, 1])
z <- na.omit(rollmean(x, 12, fill = NA))

t(head(cbind(x, z), 9))
```



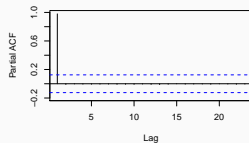
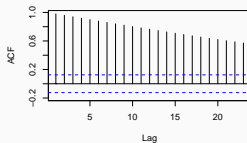
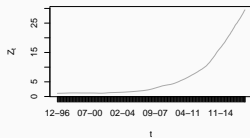
```
##      1996-07-01 1996-08-01 1996-09-01 1996-10-01 1996-11-01 1996-12-01
## ..1      1.036      1.064      0.975      1.025      1.073      1.371000
## ..2      NA      NA      NA      NA      NA      1.079833
##      1997-01-01 1997-02-01 1997-03-01
## ..1      1.013000 1.000000 1.172000
## ..2      1.084417 1.090167 1.095083
```

Ventas en supermercados

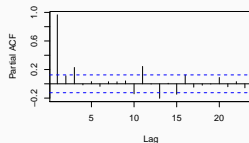
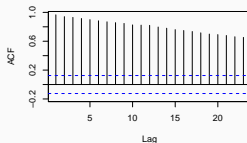
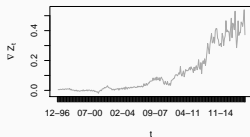


Serie original

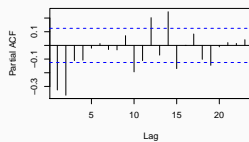
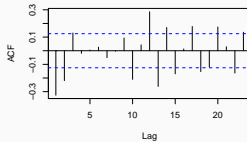
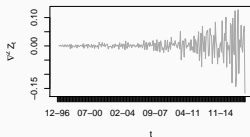
Ventas en supermercados (ARS MM)



Primera diferencia



Segunda diferencia



Serie transformada (ln)

