

Trabajo No 1 de Estadística III

Análisis de Series de Tiempo: Ajuste de Tendencia y Estacionalidad

1. Objetivos del Trabajo

1. Ajustar modelos globales basados en la descomposición por regresión, usando la estrategia de validación cruzada.
2. Aplicar técnicas de ajuste local conforme a los patrones de la serie, también usando la estrategia de validación cruzada.
3. Seleccionar el mejor modelo entre todos los formulados, teniendo en cuenta los diagnósticos de residuos, calidad de pronósticos ex-post y calidad de los ajustes.

2. Puntos a Desarrollar

La presentación de la solución de los puntos a desarrollar y que se enuncian a continuación, se hará en modalidad de exposición oral entre el 5 al 9 de abril de 2021. Sin embargo, independiente de la fecha y hora específica en la que cada grupo hará su exposición, ***todos los grupos deberán subir en la plataforma moodle la presentación en archivo pdf, el 3 de abril entre las 8:00 horas hasta las 12:00 horas.*** Antes del receso de semana santa, les será dada una agenda de horarios en los que se puede convenir las exposiciones durante la semana establecida, incluyendo horarios de asesorías. El orden de temas a presentar en la exposición es igual al de los puntos que se piden desarrollar. cada grupo contará con un máximo de 45 minutos para su presentación.

1. Introducción. Las series asignadas son construidas y publicadas por el DANE, y por tanto, deberá presentar en esta introducción una breve descripción de la investigación sobre el estudio o encuesta de la cual se deriva la serie y sobre la clase industrial asociada a esa serie. Lea en el archivo .csv que corresponda a la serie asignada y que se suministra en Moodle, la información en los primeros renglones y consulte en detalle en la página web del DANE. Las series asignadas corresponden a índices construidos con base en la información de la “Encuesta Mensual Manufacturera con Enfoque Territorial - EMMET”. Defina la variable de la serie, su unidad de medida, su construcción e interpretación de sus cifras, períodos observados, frecuencia de observación, total de observaciones y fuente de los datos.

Preguntas orientadoras para esta introducción:

- *Según DANE ¿qué se entiende por industria manufacturera y en cuántos grupos se ha dividido la clasificación industrial?*

- ¿Qué es la Encuesta Mensual Manufacturera con Enfoque Territorial - EMMET y cuáles variables o indicadores se construyen con base en esta encuesta? ¿sus antecedentes y cambios por los que ha pasado?
- ¿Cuál es la población objetivo de esta encuesta? (es decir, las características de la población de establecimientos que definen el marco muestral de la encuesta).
- ¿Qué son producción y ventas nominales y cuál es su diferencia con respecto a la producción y ventas reales, respectivamente?
- Definición de la clase industrial que le fue asignada, de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas, Revisión 4 adaptada para Colombia (CIIU REV.4 A.C)
- ¿Qué es un número índice y cómo se interpreta?, ¿cuál es la ecuación que el DANE usa para el cálculo del número índice que le fue asignado? Ejemplificar con el valor de la serie en una fecha dada, cómo se interpretan sus valores.
- Las series asignadas son índices enlazados ¿qué es el enlace legal? ¿por qué y cómo fue realizado?

2. Análisis descriptivo de la serie y modelos propuestos:

- a) Análisis descriptivo: **Presente y analice la gráfica de la serie** en términos de los patrones observables y argumente **por qué las componentes de la serie son aditivas o multiplicativas** (ver en la Tabla 2 de esta guía, donde se indica para las series asignadas, la tipología identificada en cada caso); use filtros apropiados para la **descomposición apropiada (aditiva o multiplicativa)** pero **extraiga sólo la componente de tendencia en la escala en la cual resulta apropiado el análisis**. Realice y analice también el **gráfico de boxplots comparativos** de la distribución de la serie versus períodos del año calendario y **el periodograma**, identificando con este último en cuáles frecuencias pudiera existir alguna componente periódica y **justifique por qué existe componente estacional y si su forma es constante o no en el tiempo**. Dé también una conclusión preliminar sobre si **la tendencia se puede ajustar globalmente o si es local**. Considere además en el análisis la **identificación de posibles ciclos y cambios estructurales**. Interprete considerando la naturaleza de los datos.

Nota 1: Si la serie es de componentes multiplicativas analice sólo la tendencia de la descomposición aditiva del logaritmo natural de la serie, así mismo realice los boxplots y periodograma sólo para los datos transformados.

Nota 2: En el caso aditivo realice la gráfica de la componente de tendencia, así:

```
Tt=decompose(serie)$trend
plot(Tt,ylim=c(min(serie),max(serie)))
```

En el caso multiplicativo realice la gráfica de la tendencia del logaritmo de la serie así:

```
Tt.log=decompose(log(serie))$trend
plot(Tt.log,ylim=c(min(log(serie)),max(log(serie))))
```

En los dos ejemplos anteriores, el objeto *serie* es el objeto *ts()* creado en R con los datos asignados, con formato de serie de tiempo. Tenga presente, que el objetivo es tratar de representar la tendencia con una curva suave (tanto como sea posible aún en presencia de patrones cíclicos).

- b) Modelos propuestos: A todos los grupos de trabajo les ha sido asignada una serie de tiempo, para la cual deberán considerar cuatro modelos: dos modelos globales y dos locales. Los modelos globales serán los que se indican en la Tabla 2. Los modelos locales son Holt-Winters (el que corresponda según si la serie es aditiva o multiplicativa) y el correspondiente a la combinación del filtro de la descomposición (aditiva o multiplicativa, según si la serie es aditiva o multiplicativa) combinado con loess, considerando en loess el caso lineal o cuadrático y criterio de escogencia óptimo de su span, según lo que se indica para cada serie en la Tabla 2. Para cada uno de los modelos debe dar su ecuación teórica con los correspondientes supuestos estadísticos para el término de error.
3. Ajuste de los modelos propuestos con validación cruzada: Implemente la estrategia de validación cruzada excluyendo del ajuste los últimos $m = 12$ datos, por tanto, la validación cruzada se hará con los pronósticos ex-post de estos últimos. Para todos los modelos, tanto de ajuste global como local, presente y analice los resultados que sean relevantes para responder al listado de preguntas que se le dan a continuación como preguntas orientadoras. Calcule el AIC y BIC usando $\exp(C_n^*(p))$ (ver en notas de clase su definición y en talleres de clase y de la monitora cómo se programa en R la función $C_n^*(p)$).

Preguntas orientadoras para los análisis:

- *En los modelos globales ¿Son significativos el polinomio considerado y la componente estacional con la representación que fue usada?*
- *En los modelos globales ¿Cuál es la interpretación de las estimaciones de los parámetros estacionales?, ¿difieren mucho estas estimaciones entre los modelos globales? Además, si se modeló con variables indicadoras, grafique en un mismo plano y en la escala original de la serie, el patrón estacional estimado ¿Estas estimaciones aproximan apropiadamente el patrón estacional? Esta gráfica puede realizarse de la siguiente manera: Suponga que los modelos son ajustados en R bajo los objetos de nombre `mod1` y `mod2` respectivamente. Sean `p1` y `p2` los órdenes de los respectivos polinomios, `nparmod1` y `nparmod2` el número de parámetros, de cada modelo, respectivamente. En el caso aditivo, proceda así,*

```
efectosestac1=ts(c(coef(mod1)[(p1+2):nparmod1],0),freq=1,start=1)
efectosestac2=ts(c(coef(mod2)[(p2+2):nparmod2],0),freq=1,start=1)
win.graph()
plot(efectosestac1,lwd=4,ylab="",xlab="Periodo del año")
lines(efectosestac2,lty=2,col=2,lwd=4)
legend("topleft",legend=c("Modelo 1","Modelo 2"),col=1:2,lty=1:2,lwd=2)
```

En el caso multiplicativo, es como sigue (recuerde que interesa interpretar en la escala original de los datos y por tanto, en modelos multiplicativos usando variables indicadoras, calculamos $\exp(\hat{\delta}) \times 100\%$)

```
efectosestac1=ts(c(exp(coef(mod1)[(p1+2):nparmod1])*100,100),freq=1,start=1)
efectosestac2=ts(c(exp(coef(mod2)[(p2+2):nparmod2])*100,100),freq=1,start=1)
plot(efectosestac1,lwd=4,ylab="",xlab="Periodo del año")
lines(efectosestac2,lty=2,col=2,lwd=4)
legend("topleft",legend=c("Modelo 1","Modelo 2"),col=1:2,lty=1:2,lwd=2)
```

- Compare gráficamente la forma de la estimación de la componente estacional entre los dos modelos locales (en Holt-Winters se toma el último valor suavizado para cada uno de los 12 efectos estacionales) ¿difieren mucho? Además, si en los modelos globales se usaron indicadoras, compare la forma del patrón estacional estimado por estos vs. los locales ¿qué se interpreta a partir de la similaridad o diferencia entre estas estimaciones?. El siguiente código R debe ser usado para la gráfica comparativa de las estimaciones de los efectos estacionales por los métodos locales:

```
#extracción estimaciones en t=216 de efectos estacionales según Holt-Winters.
deltas_iHW=ts(suav$coef[c(3:14)],freq=1,start=1)
#Estimaciones de los efectos estacionales según filtro de descomposición
deltasDescomp=ts(deltas_i,freq=1,start=1)
deltaslocales=data.frame(rbind(deltas_iHW,deltasDescomp),
                           row.names=c("HW","Descomp&loess"))
names(deltaslocales)=c(1:12)
#Gráfico de los efectos estacionales estimados
plot(deltas_iHW,lwd=4,ylim=c(min(deltas_iHW,deltasDescomp),
                              max(deltas_iHW,deltasDescomp)+0.05),ylab="",xlab="Mes del año")
lines(deltasDescomp,lty=2,lwd=4,col=2)
legend("topleft",legend=c("Efectos estacionales H-W en t=216",
                          "Efectos estacionales Filtro de descomposición"),col=1:2,lty=1:2,lwd=3)
```

en el código R anterior, el objeto *suav* es aquel al cual asignó el resultado del suavizamiento Holt-Winters y *deltas_i* es el objeto R al cual asignó las estimaciones de los efectos estacionales según filtro de descomposición aplicado a la serie sin los últimos 12 datos.

- Con relación al ajuste loess de la serie desestacionalizada ¿Qué se concluye de su gráfica y del número de parámetros equivalentes loess?
- ¿Qué se concluye sobre la calidad del ajuste de los modelos globales vs. locales? también determine entre los modelos globales cuál modelo recomendaría inicialmente como mejor modelo global para ajustar la serie. Tenga en cuenta no sólo los valores de los criterios de información, sino también los resultados gráficos.

Nota 3: Para los modelos basados en ajuste del logaritmo natural de la serie, debe obtener las estimaciones de la serie en su escala original, debidamente corregidos por factor de corrección del sesgo por transformación lognormal y reportar la fórmula usada para obtener \hat{Y}_t y el valor del factor de corrección, $\exp(MSE/2)$.

Nota 4: Para comparar las medidas de bondad de ajuste de modelos donde se ajustó en escala logarítmica vs. modelos donde se ajustó en la escala original de la serie, recuerde que todas las medidas usadas deben ser calculados en la escala original de los datos.

Nota 5: Para el cálculo de $\exp(C_n^*(p))$ en suavizamiento Holt-Winters use $p = 2 + s - 1$ y en ajuste combinando descomposición clásica & LOESS, use p calculado como la suma del número de parámetros equivalentes de la regresión Loess más $(s - 1)$.

4. Análisis de residuales y validación de supuestos: Para todos los modelos ajustados, globales y locales, realice el análisis comparativo de residuales.

Preguntas orientadoras para los análisis:

- *Sobre el supuesto de media cero para los errores de ajuste ¿qué se concluye en los cuatro modelos?*
- *¿Es válido el supuesto de varianza constante en los cuatro modelos?*
- *¿Hay patrones en los residuos que indiquen carencia de ajuste de los modelos en la tendencia y/o la estacionalidad?*
- *¿Hay ciclos presentes en los residuales? ¿qué se deriva de estos patrones?*
- *¿Qué hacen mejor los métodos locales vs. los globales?*
- *¿Cuál es el mejor modelo de los cuatro, de acuerdo al análisis de los residuales?*

Nota 6: Recuerde que para los modelos ajustados sobre el logaritmo de la serie, la validación de los supuestos se hace con los residuales que directamente arroja el ajuste de tal modelo, es decir, en la escala logarítmica.

5. Pronósticos para la validación cruzada: Para todos los modelos de ajuste global y local presentados, presente los resultados y análisis de pronósticos puntuales y por intervalos. Tenga en cuenta que para modelos ajustados sobre logaritmo de la serie también es necesario aplicar el factor de corrección por transformación lognormal al traer valores pronosticados y sus intervalos de predicción a la escala original.

Preguntas orientadoras para los análisis:

- *¿Cuál es la interpretación de los pronósticos puntuales y sus I.P? Ejemplificar con una fecha y comparar entre modelos.*
- *¿Cuál es la interpretación de las medidas MAE, MAPE y RMSE? ¿según estas medidas cuál modelo pronostica mejor?*
- *Con base en la amplitud media y cobertura de los I.P ¿qué se concluye?*
- *¿Qué se concluye de la figura comparativa de los pronósticos puntuales?*

6. Conclusiones del trabajo: En esta sección debe presentar un resumen de los resultados encontrados en el respectivo trabajo, así como enunciar los problemas enfrentados en la modelación, postular cuál ha sido el mejor modelo en ajuste y pronóstico entre los tratados y comentar acerca de lo que usted crea que logró este mejor modelo: ¿capturó la dinámica de la serie? ¿Su tendencia, estacionalidad y sus variaciones cíclicas son bien ajustadas?, ¿Los pronósticos parecen realistas y confiables?, ¿Qué otras alternativas podrían haberse propuesto?, ¿Críticas al mejor modelo que encontró en el trabajo actual? Expresé claramente qué recomienda para la serie en cuanto a ajustes globales o locales, según lo realizado hasta el momento.

3. Guías de Programación en R

Consulte en los talleres y en ejemplos de clase disponibles en moodle, los distintos procedimientos vistos para la descomposición, y la modelación de la tendencia y la estacionalidad.

Cargar librerías

Tenga en cuenta las siguientes librerías que previamente deben ser instaladas en el computador y cargadas con `library` ó `require`.

```
library(forecast); library(TSA); library(fANCOVA)
```

Lectura de los datos, declarar objeto ts y graficación de la serie

Ver Apéndice B de esta guía y archivo R en moodle: PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS-012021.R

4. Asignación a los Grupos de Trabajo

La conformación de los grupos de trabajo se detalla en el Apéndice A. En la Tabla 1 se listan las series asignadas a cada grupo de trabajo en cada curso y en la Tabla 2 se indica la modelación global y cómo combinar el filtro de la descomposición con loess.

Descargue de moodle el archivo .csv correspondiente a la serie asignada. Lea los datos como se indica en el Apéndice B.

Nota 7: El nombre de la serie asignada debe ser definido con base en la información que aparece antecediendo a los datos dentro del archivo .csv a descargar y junto con el nombre específico de la columna asignada. Para más información sobre estas variables y según serie asignada, **consulte la metodología y ficha metodológica del DANE de la “Encuesta Mensual Manufacturera con Enfoque Territorial - EMMET”**; busque y presente lo que sea pertinente para responder a lo pedido en la introducción de este trabajo.

Referencias

- [1] Bowerman, B. L, O’Connell, R. T y Koehler, A. B. (2009) *Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión. Un Enfoque Aplicado. 4 ed.* CENGAGE Learning
- [2] Chatfield, C. (2019) *The Analysis of Time Series. An Introduction with R, Seventh edition.* CRC Press-USA.
- [3] Diebold, F. (2001) *Elementos de Pronósticos.* International Thomson Editores, México.
- [4] Cryer, J. D. and Chan, K-S. (2008) *Time Series Analysis With Applications in R.* Springer.
- [5] González, N. G. (2013) *Notas de Clase Estadística III 3009137.* Escuela de Estadística, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- [6] Shumway, R. H. and Stoffer, D. S. (2017) *Time Series Analysis and Its Applications. With R Examples.* Fourth ed. Springer

Tabla 1: Asignación de datos a grupos de trabajo: Curso 1 es ma-ju, curso 2 es mi-vi.

serie	archivo	columna	grupo	curso
Datos1	anex-EMMET-dic2019-Confeccion prendas de vestir.csv	Columna 5: índice de producción nominal	1	1
Datos10	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de bebidas.csv	Columna 6: índice de producción real	1	2
Datos19	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos lácteos.csv	Columna 8: índice de ventas reales	2	1
Datos20	anex-EMMET-dic2019-Fabricacion de otros productos químicos.csv	Columna 5: índice de producción nominal	2	2
Datos21	anex-EMMET-dic2019-Fabricacion de otros productos químicos.csv	Columna 6: índice de producción real	3	1
Datos29	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos de panaderia macarrones fideos y sus productos.csv	Columna 8: índice de ventas reales	3	2
Datos6	anex-EMMET-dic2019-Total industria.csv	Columna 8: índice de ventas reales	4	1
Datos9	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de bebidas.csv	Columna 5: índice de producción nominal	4	2
Datos11	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de bebidas.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	5	1
Datos12	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de bebidas.csv	Columna 8: índice de ventas reales	5	2
Datos28	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos de panaderia macarrones fideos y sus productos.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	6	1
Datos32	anex-EMMET-dic2019-Procesamiento y conservacion de carne pescado y sus productos.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	6	2
Datos4	anex-EMMET-dic2019-Total industria.csv	Columna 6: índice de producción real	7	1
Datos13	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos de molinería.csv	Columna 5: índice de producción nominal	7	2
Datos14	anex-EMMET-dic2019-Fabricacion de papel carton y sus productos.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	8	1
Datos15*	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos de molinería.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	8	2
Datos16	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos lácteos.csv	Columna 5: índice de producción nominal	9	1
Datos17	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos lácteos.csv	Columna 6: índice de producción real	9	2
Datos22*	anex-EMMET-dic2019-Fabricacion de otros productos químicos.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	10	1
Datos23*	anex-EMMET-dic2019-Fabricacion de otros productos químicos.csv	Columna 8: índice de ventas reales	10	2
Datos25	anex-EMMET-dic2019-Fabricacion de papel carton y sus productos.csv	Columna 8: índice de ventas reales	11	2
Datos31*	anex-EMMET-dic2019-Procesamiento y conservacion de carne pescado y sus productos.csv	Columna 6: índice de producción real	12	2
Datos3	anex-EMMET-dic2019-Total industria.csv	Columna 5: índice de producción nominal	13	2
Datos18	anex-EMMET-dic2019-Elaboracion de productos lácteos.csv	Columna 7: índice de ventas nominales	14	2

Tabla 2: Tipo de descomposición, modelación global y filtro de descomposición combinado con LOESS a considerar

serie	tipo ⁽¹⁾	Modelo global estacionalidad ⁽³⁾	grado polinomio global	Descomp y LOESS ⁽²⁾
Datos1	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	3 y 4	DLL(AICC)
Datos3	Multiplicativa	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$	5	DLL(GCV)
Datos4	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4, 5$; $F_6=0.35$	3 y 5	DLL(AICC)
Datos6	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	3	DLL(AICC)
Datos9	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	5	DLL(GCV)
Datos10	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	3 y 4	DLL(AICC)
Datos11	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	3	DLL(AICC)
Datos12	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	3	DLL(AICC)
Datos13	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 5$	3 y 4	DLL(GCV)
Datos14	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 5, 6$; $F_7=0.35$	3 y 5	DLL(AICC)
Datos15*	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4, 5$	3 y 4	DLC(GCV)
Datos16	Aditiva	$F_j=j/12$, $j=1, 4, 5$	1 y 3	DLL(AICC)
Datos17	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 4, 5$	4 y 6	DLL(AICC)
Datos18	Multiplicativa	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$	3	DLL(AICC)
Datos19	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	3 y 4	DLL(AICC)
Datos20	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	2 y 3	DLC(AICC)
Datos21	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	3 y 4	DLL(AICC)
Datos22*	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4$	2 y 3	DLC(GCV)
Datos23*	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4$	3 y 4	DLL(GCV)
Datos25	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 5, 6$	4 y 6	DLL(AICC)
Datos28	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	4	DLL(AICC)
Datos29	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	4 y 5	DLL(AICC)
Datos31*	Aditiva	Trigon. $F_j=j/12$, $j=1, 2, 3, 4, 5$; $F_6=0.35$ y $F_7=113/240$	1, 3	DLC(AICC)
Datos32	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	5	DLL(AICC)

Observaciones:

(1) Para las series multiplicativas se debe considerar tanto el modelo log polinomial estacional como el exponencial polinomial estacional usando en ambos el mismo grado de polinomio indicado, así como la misma representación de la componente estacional.

(2) Los acrónimos usados en descomposición y loess significan lo siguiente:

- DLL(AICC): filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS lineal usando criterio AICC para parámetro de suavizamiento loess
- DLL(GCV): filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS lineal usando criterio GCV para parámetro de suavizamiento loess
- DLC(AICC): filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS cuadrático usando criterio AICC para parámetro de suavizamiento loess
- DLC(GCV): filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS cuadrático usando criterio GCV para parámetro de suavizamiento loess.

(3) F_j : Frecuencia de las ondas a considerar en modelos con funciones trigonométricas.

* En las series donde aparece este llamado de atención, para Holt Winters se debe fijar el parámetro de suavizamiento $\beta=0.00001$

Apéndice A. Grupos de trabajo

Grupos de trabajo ma-ju		
Apellidos y nombres	email	Grupo
Estrada Bedoya, Daniel	<i>destradab@unal.edu.co</i>	1
Gonzalez Hermida, Fabian Alejandro	<i>fagonzalezh@unal.edu.co</i>	1
Ospina Romero, María Camila	<i>macospinaro@unal.edu.co</i>	1
Serna Gómez, Kelly Johana	<i>kjsernag@unal.edu.co</i>	1
Tupue Puenayan, Diana Karolina	<i>dkstupuep@unal.edu.co</i>	1
Castaño Yarce, Juliana	<i>jcastanoy@unal.edu.co</i>	2
Lamboglia Davila, Juan David	<i>jdlambogliad@unal.edu.co</i>	2
Maya Arcila, Daniela	<i>dmayaa@unal.edu.co</i>	2
Prado Botero, Oscar Javier	<i>ojpradob@unal.edu.co</i>	2
Ruiz Medina, Jean Carlos	<i>jcruizme@unal.edu.co</i>	2
Acevedo Tangarife, María Camila	<i>maacevedot@unal.edu.co</i>	3
Castaño Aristizabal, Karla Maria	<i>kcastanoa@unal.edu.co</i>	3
López Herrera, Yelithza	<i>yelopezh@unal.edu.co</i>	3
Moreno García, Daniela	<i>dmorenoga@unal.edu.co</i>	3
Peña Montes, Alexander	<i>alpenamo@unal.edu.co</i>	3
Arrieta Ascencio, Maria Alejandra	<i>maarrietaa@unal.edu.co</i>	4
Camargo Torres, Esteban	<i>ecamargot@unal.edu.co</i>	4
Correa Rendón, Julian Andres	<i>juacorreare@unal.edu.co</i>	4
Primera Cuervo, Kevin David	<i>kdprimerac@unal.edu.co</i>	4
Valencia Hincapie, Juan Camilo	<i>jvalenciah@unal.edu.co</i>	4
Blandon Duque, Estefania	<i>eblandond@unal.edu.co</i>	5
Giraldo Villegas, Sebastian	<i>segiraldovi@unal.edu.co</i>	5
Laniado Valencia, Nicolás	<i>nlaniadov@unal.edu.co</i>	5
Rivera Pinchao, Juan Sebastian	<i>jsriverap@unal.edu.co</i>	5
Zapata Escudero, Juan Pablo	<i>jpzapatae@unal.edu.co</i>	5
Castaño Osorio, Sergio Alejandro	<i>sacastanoo@unal.edu.co</i>	6
Martinez Sanchez, Diego Andres	<i>dieamartinezsanc@unal.edu.co</i>	6
Pelaez Alvarez, Ana María	<i>ampelaezal@unal.edu.co</i>	6
Poveda Grajales, Santiago	<i>spovedag@unal.edu.co</i>	6
Vergara Clavijo, Carolina	<i>cavergaracl@unal.edu.co</i>	6
Gómez Zapata, Tomas	<i>tgomezz@unal.edu.co</i>	7
Jiménez Vélez, Mauricio	<i>maujimenezvel@unal.edu.co</i>	7
Marin Mancilla, Mateo	<i>mamarinma@unal.edu.co</i>	7
Valencia Cifuentes, Diego Alejandro	<i>davalenciaci@unal.edu.co</i>	7
Velez Osorio, Luis Fernando	<i>lfvelezo@unal.edu.co</i>	7
Alpala Valenzuela, Edinson Eduardo	<i>eealpalav@unal.edu.co</i>	8
Arboleda Jaramillo, Omar Hernan	<i>oharboledaj@unal.edu.co</i>	8
Correa Duque, Mateo	<i>mcorread@unal.edu.co</i>	8
Posada Salazar, Juan Manuel	<i>jmposadas@unal.edu.co</i>	8
Arcos Hurtado, Lina Alejandra	<i>laarcosh@unal.edu.co</i>	9
González Ramírez, Jessica Paola	<i>jepegonzalezra@unal.edu.co</i>	9
Rodríguez Montoya, Juan Fernando	<i>jufrodriguezmo@unal.edu.co</i>	9
Gonzalez Quiceno, Daniel Angel	<i>dgonzalezqu@unal.edu.co</i>	10
Isaza Garrido, Julio Cesar	<i>jcisazag@unal.edu.co</i>	10
Quiroga Furnieles, Jose Dannel	<i>jquiroga@unal.edu.co</i>	10
Urrego Rios, Juan Camilo	<i>jurregor@unal.edu.co</i>	10

Grupos de trabajo mi-vi		
Apellidos y nombres	email	Grupo
Ciro Daza, Maria Camila	<i>mciro@unal.edu.co</i>	1
Correa Marin, Juan Pablo	<i>jucorream@unal.edu.co</i>	1
Londoño Pérez, Juan Felipe	<i>jflondonope@unal.edu.co</i>	1
Parra Yepes, Ana María	<i>aparray@unal.edu.co</i>	1
Londoño Ciceros, Miguel Angel	<i>malondonoci@unal.edu.co</i>	2
Ortega Benavides, Cristina Mercedes	<i>cortegab@unal.edu.co</i>	2
Salazar Galvis, Jennifer	<i>jesalazarga@unal.edu.co</i>	2
Sanchez Pulgarin, Juan Esteban	<i>jesanchezpu@unal.edu.co</i>	2
David León, Irina Marcela	<i>idavid@unal.edu.co</i>	3
Gamboa Nuñez, Lina Margarita	<i>lgamboan@unal.edu.co</i>	3
Martinez Izquierdo, Jose Julian	<i>jmartinezi@unal.edu.co</i>	3
Sanchez Gamba, Mariel Viviana	<i>msanchezga@unal.edu.co</i>	3
Vargas Martinez, Juan Sebastian	<i>juvargas@unal.edu.co</i>	3
Funez García, Camilo José	<i>cjfunezg@unal.edu.co</i>	4
Gaviria Perez, Marlon	<i>magavirape@unal.edu.co</i>	4
Guaman Arevalo, Angie Carolina	<i>acguamana@unal.edu.co</i>	4
León Tenganan, Juan David	<i>jeont@unal.edu.co</i>	4
Quintero Lopez, Jessica	<i>jquinterol@unal.edu.co</i>	4
Alvarez Perez, Juan Pablo	<i>jualvarez@unal.edu.co</i>	5
Amell Alcala, Luz Angela	<i>lamell@unal.edu.co</i>	5
Giraldo Alvarez, Ana Sofia	<i>angiraldoa@unal.edu.co</i>	5
Oviedo Romero, María José	<i>moviedo@unal.edu.co</i>	5
Sierra González, Juan Manuel	<i>jusierrag@unal.edu.co</i>	5
Duque Garcia, Sebastian	<i>sduqueg@unal.edu.co</i>	6
Galeano Baquero, Juan Camilo	<i>jucgaleanoba@unal.edu.co</i>	6
Lobo Laguado, Stephany Michell	<i>slobol@unal.edu.co</i>	6
Vargas Mejía, Camila	<i>cavargasme@unal.edu.co</i>	6
Cardona Marín, Yudy Andrea	<i>yacardonama@unal.edu.co</i>	7
Castro Diaz, Jairo Andres	<i>jcastrod@unal.edu.co</i>	7
González Restrepo, Ricardo	<i>rigonzalezre@unal.edu.co</i>	7
Londoño Bedoya, Ricardo	<i>rlondono@unal.edu.co</i>	7
Zuluaga Castro, Diego	<i>dizuluagac@unal.edu.co</i>	7
Betancur Yepes, Valentina	<i>vbetancur@unal.edu.co</i>	8
González Tabarez, Jose David	<i>jogonzalezxt@unal.edu.co</i>	8
Patiño Zapata, Miguel Angel	<i>mipatinoz@unal.edu.co</i>	8
Salazar Grajales, Juan Diego	<i>jusalazarg@unal.edu.co</i>	8
Echavarria Noreña, Jonathan	<i>jechava@unal.edu.co</i>	9
Garzon Mazo, Andrea	<i>angarzonma@unal.edu.co</i>	9
Jimenez Cordoba, Jose Felipe	<i>jofjimenezco@unal.edu.co</i>	9
Suarez Paniagua, Santiago	<i>ssuarezp@unal.edu.co</i>	9
Arcila Berrio, Maria Camila	<i>maarcilab@unal.edu.co</i>	10
Muñoz Melguizo, Mariana	<i>mmunozme@unal.edu.co</i>	10
Pabón Deossa, Alejandra	<i>apabond@unal.edu.co</i>	10
Parra Holguín, Jackeline	<i>jparrah@unal.edu.co</i>	10
Zapata Cardona, David	<i>dzapataca@unal.edu.co</i>	10
Lopera Angel, Felipe	<i>flopera@unal.edu.co</i>	11
Molina Metaute, Isabel	<i>imolina@unal.edu.co</i>	11
Mora Quintero, Juan Felipe	<i>jmoraq@unal.edu.co</i>	11
Trujillo Valencia, Nicoll	<i>ntrujillov@unal.edu.co</i>	11
Bedoya Avendaño, Mauricio Alberto	<i>mbedoyaa@unal.edu.co</i>	12
Herrera Giraldo, Sebastián	<i>seherreragi@unal.edu.co</i>	12
Piedrahita Londoño, Maria Camila	<i>macpiedrahitalo@unal.edu.co</i>	12
Saenz Angel, Luis Miguel	<i>lmsaenza@unal.edu.co</i>	12
Cadavid Cadavid, Julian Esteban	<i>jcadavidc@unal.edu.co</i>	13
Jaramillo Arango, Sergio	<i>sejaramilloa@unal.edu.co</i>	13

Apellidos y nombres	email	Grupo
Osorio Grajales, Carolina	carosoriogra@unal.edu.co	13
Restrepo Higueta, Mateo	marestrepohi@unal.edu.co	13
Zambrano Cadavid, Andrea	anzambranoc@unal.edu.co	13
Aristizábal Giraldo, Simón	siaristizabaldi@unal.edu.co	14
Cepeda Zúñiga, Juan Paulo	jcepedaz@unal.edu.co	14
García Rendón, Juan Pablo	juagarciare@unal.edu.co	14
Henao Mesa, Nathalia	nhenaom@unal.edu.co	14
Toro Botero, Zhara	ztorob@unal.edu.co	14

Apéndice B. Instrucciones para leer y graficar la serie asignada

1. Según número de grupo asignado a su equipo de trabajo en el curso matriculado, identifique en la Tabla 1 el número de la serie (Datos#) y el archivo .csv donde están los datos correspondientes. Descargue este último **y no modifique de ninguna manera su contenido.**
2. Guarde el archivo R: “PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS-012021.R”, ingrese al programa R y por menú Archivo-Abrir Script, acceda a este archivo; busque en éste según el número de la serie asignada, las líneas de programación para leer y graficar el conjunto de datos correspondiente (busque por Datos#), cópielas en un nuevo script de R y guarde con extensión .R.
3. Ejecute las líneas de programación correspondientes para que verifique que no obtiene errores y para que pueda visualizar los datos. Tal como está la programación usando la función `read.table()`, se habilita la navegación en su sistema de archivos para ubicar el archivo de datos .csv. No cambie de ninguna manera la programación suministrada ni el archivo csv.

Por ejemplo, si su serie es la No. 2 (Datos2), debe usar el archivo “anex-EMMET-dic2019-Confeccion prendas de vestir.csv”, del cual deberá leer su columna 7: “índice de ventas nominales”, siguiendo la programación R para el objeto Datos2, como aparece en el archivo “PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS-012021.R”, y al que corresponde las siguientes líneas de programa:

```
#Para leer "anex-EMMET-dic2019-Confeccion prendas de vestir.csv", Columna 7: índice de ventas nominales
Datos2=read.table(file.choose(),header=T,sep=";",skip=14,dec=" ",colClasses=c(rep("NULL",6),"numeric",rep("NULL",4)))
Datos2=ts(Datos2,freq=12,start=c(2001,1))
plot(Datos2)
```
