

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, deberá acomodarse al formato y al contenido de Secciones descrito en la plantilla de los trabajos del curso (descargar de moodle el archivo *PlantillaTrabajosv03.docx*), **máximo número de páginas, 16.**

1. Introducción. Las series asignadas están basadas en series publicadas por el DANE, corresponden a índices contruidos con base en la información de la “Encuesta Mensual Manufacturera con Enfoque Territorial - EMMET”, sin embargo, se han imputado los valores de los últimos 21 meses para las series en estos archivos, para eliminar los efectos de medidas restrictivas a causa del COVID. Cada grupo 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, grupo o dominio asociado a esa serie. Lea en el archivo .csv con los datos asignados (archivos cuyos nombres inician con “anexos-emmet-noviembre-2021-1”, ver Tabla 1 cuál corresponde a su grupo) la información en los primeros renglones y consulte en detalle en la página web del DANE. 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.

Cuestiones a resolver en esta introducción: En el desarrollo de la introducción deberá dar respuesta a las siguientes cuestiones,

- *Según DANE ¿qué se entiende por industria manufacturera y en cuántos grupos se ha dividido la clasificación industrial?, ¿Qué son producción y ventas nominales y cuál es su diferencia con respecto a la producción y ventas reales, respectivamente?*

- ¿Qué es la Encuesta Mensual Manufacturera con Enfoque Territorial - EMMET y cuáles variables o indicadores se construyen con base en esta encuesta? ¿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).
- 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 son números índices y qué tipos de números índices existen? ¿Cuál es la ecuación que el DANE usa para el cálculo del número índice que le fue asignado? no solo dé la ecuación, también explique las variables que involucra. Ejemplifique con el valor de la serie en una fecha dada, cómo se interpretan los valores del índice asignado.
- 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 (Ver Tabla 1), para la cual deberán considerar dos modelos globales y dos locales (ver Tabla 2), así,
- Si la serie es aditiva, Modelo 1 será el modelo polinomial estacional con el polinomio de menor orden polinomial; Modelo 2 el modelo polinomial estacional con el polinomio de mayor orden polinomial;

Modelo 3 el asociado al suavizamiento exponencial Holt-Winters aditivo; Modelo 4 el asociado a la combinación del filtro de la descomposición aditiva con el loess que se le indica en la Tabla 2.

- Si la serie es multiplicativa, Modelo 1 será el modelo log polinomial estacional; Modelo 2 el modelo exponencial - polinomial estacional; Modelo 3 el asociado al suavizamiento exponencial Holt-Winters multiplicativo; Modelo 4 el asociado a la combinación del filtro de la descomposición multiplicativa con el loess que se le indica 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. **No cambie la designación de los modelos que le han sido indicados como modelos 1 a 4, como tampoco la designación de las frecuencias F_j y de sus parámetros α_j, γ_j , si le fue indicado modelar globalmente el patrón estacional con funciones trigonométricas.**

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 usar la función de usuario `exp.crit.inf.resid()` para el cálculo de estas medidas, recuerde que en los modelos log polinomiales estacionales se deben usar los pseudo - residuos en el cálculo de AIC y BIC).

Preguntas orientadoras para los análisis: Para el análisis debe considerar lo siguiente,

- 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 `modelo1` y `modelo2` 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(modelo1)[(p1+2):nparmod1],0),freq=1,start=1)
efectosestac2=ts(c(coef(modelo2)[(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(modelo1)[(p1+2):nparmod1])*100,100),freq=1,start=1)
efectosestac2=ts(c(exp(coef(modelo2)[(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=239 de efectos estacionales según Holt-Winters.
deltasiHW=ts(coef(modelo3)[-c(1,2),],freq=1,start=1)
#Estimaciones de los efectos estacionales según filtro de descomposición
deltasDescomp=ts(modelo4$deltasi,freq=1,start=1)
#Gráfico de los efectos estacionales estimados
win.graph()
plot(deltasiHW,lwd=3,ylim=c(min(deltasiHW,deltasDescomp),max(deltasiHW,deltasDescomp)+0.05),
      ylab="",xlab="Mes del año")
lines(deltasDescomp,lty=2,lwd=3,col=2)
legend("topleft",legend=c("SEHW en t=239","Filtro de descomposición"),col=1:2,lty=1:2,lwd=3)
```

en el código R anterior, el objeto *modelo3* es aquel al cual asignó el resultado del suavizamiento Holt-Winters obtenido con la función de usuario *SuavizamientoEstacional()*, mientras que *modelo4* es el objeto R al cual asignó los resultados del ajuste del método que combina filtro de la descomposición clásica con la regresión loess, usando la función de usuario *Descomp.Loess()*.

- 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 AIC y BIC, versión $\exp(C_n^*(p))$ en el modelo 3: SEHW (*s* definido valiendo 12),

```
p3=2+s-1
exp.crit.inf.resid(residuales=residuals(modelo3),n.par=p3)
```

Para el cálculo de AIC y BIC, versión $\exp(C_n^*(p))$ en el modelo 4: descomposición clásica & LOESS,

```
exp.crit.inf.resid(residuales=residuals(modelo4),n.par=modelo4$p)
```

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: Para el análisis debe considerar lo siguiente,

- *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: En los análisis debe considerar lo siguiente,

- *¿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,
- 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?
- Exprese 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. Recuerde que debe usar las funciones de usuario siguientes:

- `exp.crit.inf.resid()` para calcular AIC y BIC.
- `amplitud.cobertura()` para calcular la amplitud media y cobertura (%) de los I.P.
- `regexponencial()` para el ajuste de modelos exponenciales polinomiales estacionales.
- `SuavizamientoEstacional()` para el ajuste y pronósticos mediante SEHW.
- `Descomp.Loess()` para ajuste y pronósticos de validación cruzada, por la combinación del filtro de descomposición clásica con loess.

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 ASIGNADOS-012022.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.

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	anexos-emmet-noviembre-2021-1-total industria-modif.csv	col 5: Índice de producción nominal	1	1
Datos2	anexos-emmet-noviembre-2021-1-total industria-modif.csv	col 6: Índice de producción real	1	2
Datos3	anexos-emmet-noviembre-2021-1-total industria-modif.csv	col 7: Índice de ventas nominales	2	1
Datos4	anexos-emmet-noviembre-2021-1-total industria-modif.csv	col 8: Índice de ventas reales	2	2
Datos5	anexos-emmet-noviembre-2021-1-elaboracion de bebidas-modif.csv	col 5: Índice de producción nominal	3	1
Datos6	anexos-emmet-noviembre-2021-1-elaboracion de bebidas-modif.csv	col 6: Índice de producción real	3	2
Datos7	anexos-emmet-noviembre-2021-1-elaboracion de bebidas-modif.csv	col 7: Índice de ventas nominales	4	1
Datos8	anexos-emmet-noviembre-2021-1-elaboracion de bebidas-modif.csv	col 8: Índice de ventas reales	4	2
Datos9	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Elaboracion de productos de panaderia macarrones fideos y sus productos-modif.csv	col 5: Índice de producción nominal	5	1
Datos10	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Elaboracion de productos de panaderia macarrones fideos y sus productos-modif.csv	col 6: Índice de producción real	5	2
Datos11	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Elaboracion de productos de panaderia macarrones fideos y sus productos-modif.csv	col 7: Índice de ventas nominales	6	1
Datos12	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Elaboracion de productos de panaderia macarrones fideos y sus productos-modif.csv	col 8: Índice de ventas reales	6	2
Datos13	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Fabricacion de otros productos quimicos-modif.csv	col 5: Índice de producción nominal	7	1
Datos14	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Fabricacion de otros productos quimicos-modif.csv	col 6: Índice de producción real	7	2
Datos15	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Fabricacion de otros productos quimicos-modif.csv	col 7: Índice de ventas nominales	8	1
Datos16	anexos-emmet-noviembre-2021-1-Fabricacion de otros productos quimicos-modif.csv	col 8: Índice de ventas reales	8	2
Datos17	anexos-emmet-noviembre-2021-1-elaboracion de lácteos-modif.csv	col 5: Índice de producción nominal	9	1
Datos18	anexos-emmet-noviembre-2021-1-elaboracion de lácteos-modif.csv	col 6: Índice de producción real	10	1

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+	Multiplicativa	Trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5, 6	6	DLL(GCV)
Datos2	Aditiva	trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5, F6=0.35	3 y 5	DLC(AICC)
Datos3	Multiplicativa	Trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5	6	DLL(GCV)
Datos4	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	6	DLL(GCV)
Datos5	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	4	DLL(AICC)
Datos6	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	4 y 5	DLC(AICC)
Datos7	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	1	DLL(AICC)
Datos8	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	4	DLL(AICC)
Datos9	Multiplicativa	trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5, 6 y F7=0.35	5	DLL(AICC)
Datos10	Multiplicativa	trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5, 6 y F7=0.35	3	DLL(AICC)
Datos11	Multiplicativa	Indicadoras enero a noviembre	5	DLL(AICC)
Datos12	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	3 y 5	DLL(AICC)
Datos13	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	4 y 5	DLL(AICC)
Datos14	Aditiva	Indicadoras enero a noviembre	4 y 5	DLL(AICC)
Datos15*	Aditiva	trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5	2 y 4	DLC(GCV)
Datos16*	Aditiva	trigon. Fj=j/12, j=1, 2, 3, 4, 5	3 y 5	DLL(GCV)
Datos17	Multiplicativa	trigon. Fj=j/12, j=1, 4, 5, 6	4	DLL(AICC)
Datos18	Aditiva	trigon. Fj=j/12, j=1, 4, 5, 6	3 y 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) Fj: Frecuencia de las ondas a considerar en modelos con funciones trigonométricas; no cambie la asignación del índice j dado y use tal índice en los parámetros asociados al seno y coseno de la onda con frecuencia Fj.

Para las series en las cuales aparezca alguno de los siguientes símbolos, tener en cuenta lo que se indica a continuación:

* Para el SEHW fijar $\beta=1e-5$ en la función de usuario **SuavizamientoEstacional()**

+ usar el argumento **control=list(tol=0.0001)** en la función de usuario **regexponencial()** al ajustar el modelo exponencial

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

Apéndice A. Grupos de trabajo

Grupos de trabajo ma-ju		
Apellidos y nombres	email	Grupo
Betancur Florez, Mariana	mbetancurf@unal.edu.co	1
Cordoba Velasquez, Marcelo	mcordobav@unal.edu.co	1
Gonzalez Cardona, Santiago	sangonzalezcar@unal.edu.co	1
Hoyos Peña, Juan Camilo	jchoyosp@unal.edu.co	1
Arrieta Ascencio, Maria Alejandra	maarrietaa@unal.edu.co	2
Cuartas García, Sofía	scuartasg@unal.edu.co	2
Cuartas Rendón, Simón	scuartasr@unal.edu.co	2
Zhang Figueroa, Deivid	dzhang@unal.edu.co	2
Hurtado Muñoz, Carlos Norbey	cnhurtadom@unal.edu.co	3
Lopez Ossa, Laura Elena	laulopezoss@unal.edu.co	3
Muñoz Giraldo, Pablo	pmunozgi@unal.edu.co	3
Velez Osorio, Luis Fernando	lfvelezo@unal.edu.co	3
Castro Martínez, Samuel	scastroma@unal.edu.co	4
Martinez Gomez, Dayanna	dmartinezgo@unal.edu.co	4
Rivera Arteaga, Hernan Camilo	hriveraa@unal.edu.co	4
Sepúlveda Betancur, Jose Luis	jolsepulvedabe@unal.edu.co	4
Botero Gomez, Miguel Angel	miboterog@unal.edu.co	5
Calderon Ortiz, Manuela	mcaldersonor@unal.edu.co	5
Lopez Vasquez, Edison Yesid	edlopezv@unal.edu.co	5
Pantoja Bohorquez, Sara	spantojab@unal.edu.co	5
Giraldo Mejia, Carolina	cgiraldome@unal.edu.co	6
Herrera Cortés, Jacobo	jherreraco@unal.edu.co	6
Sierra Rúa, Laura	lsierraru@unal.edu.co	6
Tovar Lugo, Juan David	jdtovarl@unal.edu.co	6
Zapata Sepulveda, Andres David	anzapatas@unal.edu.co	6
López López, David	davlopezlo@unal.edu.co	7
Mallama Castillo, Valentina	vmallama@unal.edu.co	7
Montoya Montoya, David	dmontoyamo@unal.edu.co	7
Pérez Echeverri, Estephany	espereze@unal.edu.co	7
Betancur Garcia, Alejandro	albetancurg@unal.edu.co	8
Obando Mejía, Santiago	sobandom@unal.edu.co	8
Pabón Palacio, Antonio	apabonp@unal.edu.co	8

Apellidos y nombres	email	Grupo
Peralta Valencia, Vanessa	<i>vperalta@unal.edu.co</i>	8
Sajona Martinez, Humberto Jose	<i>hsajona@unal.edu.co</i>	8
Correa Duque, Mateo	<i>mcorread@unal.edu.co</i>	9
León Tenganan, Juan David	<i>jleont@unal.edu.co</i>	9
Martinez Sanchez, Diego Andres	<i>dieamartinezsanc@unal.edu.co</i>	9
Rios Garcia, Jhon Alexander	<i>jhrios@unal.edu.co</i>	9
Torres Chaverra, Andres Felipe	<i>antorresc@unal.edu.co</i>	9
Celis Gómez, Eliana	<i>elcelisg@unal.edu.co</i>	10
Hurtado Jimenez, Maria Alejandra	<i>mahurtadoj@unal.edu.co</i>	10
Munera Bedoya, Sergio	<i>semunerabe@unal.edu.co</i>	10
Rodríguez Montoya, Juan Fernando	<i>jufrodriguezmo@unal.edu.co</i>	10
Velásquez Hincapié, Sebastián	<i>sevelasquezh@unal.edu.co</i>	10

Grupos de trabajo mi-vi		
Apellidos y nombres	email	Grupo
Acosta Cantor, Ana María	<i>anacostac@unal.edu.co</i>	1
Calle Castrillón, José Arturo	<i>jocallec@unal.edu.co</i>	1
Cano Rico, Juan Manuel	<i>jucanor@unal.edu.co</i>	1
Mejia Giraldo, Juan David	<i>jmejiagi@unal.edu.co</i>	1
Zapata Carrasco, Juan José	<i>juzapataca@unal.edu.co</i>	1
Aguirre Ramirez, Jose Julian	<i>joaguirrer@unal.edu.co</i>	2
Bermudez Carvajal, Luisa Fernanda	<i>lbermudezc@unal.edu.co</i>	2
Figuroa Martínez, Jaime Manuel	<i>jmfigueroam@unal.edu.co</i>	2
Parra Gallego, Natali	<i>nparra@unal.edu.co</i>	2
Sossa Agudelo, Manuela	<i>msossa@unal.edu.co</i>	2
González Espinosa, Raquel	<i>rgonzaleze@unal.edu.co</i>	3
Sossa Morales, Deisy Yurany	<i>dysossam@unal.edu.co</i>	3
Tobon Cardona, Damian Felipe	<i>dftobonc@unal.edu.co</i>	3
Villamil Vásquez, Valentina	<i>vvillamilv@unal.edu.co</i>	3
Villamizar Pérez, Edgar Luciany	<i>elvillamizarp@unal.edu.co</i>	3
Arcos Hurtado, Lina Alejandra	<i>laarcosh@unal.edu.co</i>	4
Bula Carmona, Miguel Angel	<i>mbula@unal.edu.co</i>	4
Diaz Giraldo, Diana Marcela	<i>dimdiazgi@unal.edu.co</i>	4
Echavarria Giraldo, Juan Camilo	<i>jcechavarriag@unal.edu.co</i>	4
Fernández López, Giselle Tatiana	<i>gtfernandezlo@unal.edu.co</i>	4
Cataño Posada, Yarlyny	<i>ycatano@unal.edu.co</i>	5
Piedrahita Salas, Juan Nicolas	<i>jpiedrahitas@unal.edu.co</i>	5
Rios Pulgarín, Paulina	<i>priosp@unal.edu.co</i>	5
Silva Ramos, Jessika Julieth	<i>jesilva@unal.edu.co</i>	5
Tupue Puenayan, Diana Karolina	<i>dktupuep@unal.edu.co</i>	5
Bustamante Arango, José Daniel	<i>jobustamantea@unal.edu.co</i>	6
García Marulanda, Mariana	<i>mgarciama@unal.edu.co</i>	6
Hidalgo Araque, Angie Tatiana	<i>ahidalgoa@unal.edu.co</i>	6
Restrepo Gómez, Kevin Stiven	<i>krestrepo@unal.edu.co</i>	6
Arias Sierra, Andres Felipe	<i>anfariassi@unal.edu.co</i>	7
García Castaño, Danilo Isaac	<i>dgarciaica@unal.edu.co</i>	7
García Vallejo, David Mateo	<i>davgarciava@unal.edu.co</i>	7
Posada Salazar, Juan Manuel	<i>jposadas@unal.edu.co</i>	7
Arias Padilla, Gina Paola	<i>gpariaspa@unal.edu.co</i>	8
Bermudez Merchan, Michael Andres	<i>mbermudez@unal.edu.co</i>	8
Díaz Montoya, Juan José	<i>jjdiazmo@unal.edu.co</i>	8
Galvis Colorado, Mauren Andrea	<i>magalvisc@unal.edu.co</i>	8

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 ASIGNADOS-012022.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 “anexos-emmet-noviembre-2021-1-total industria-modif.csv”, del cual deberá leer su columna 6: “Índice de producción real”, siguiendo la programación R para el objeto Datos2, como aparece en el archivo "PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS ASIGNADOS-012022.R", y al que corresponde las siguientes líneas de programa:

```
rm(list=ls(all=TRUE))
#Para leer "anexos-emmet-noviembre-2021-1-total industria-modif.csv", col 6: Índice de producción real
Datos2=read.table(file.choose(),header=T,sep=";",skip=15,dec=",",colClasses=c(rep("NULL",5),"numeric",rep("NULL",5)))
Datos2=ts(Datos2,freq=12,start=c(2001,1))
plot(Datos2)
```
