



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
**CIENCIAS  
ECONÓMICAS**

## **Programa de Asignatura**

### **Carrera:**

Licenciatura en Economía

### **Plan de Estudio (aprobado por ordenanza):**

Ord 33/2002-CS

### **Espacio Curricular:**

246 - Estadística II / Obligatoria

### **Aprobado por resolución número:**

Res. N° 92/19-CD

### **Programa Vigente para ciclo académico:**

2019

### **Profesor Titular (o a cargo de cátedra):**

LEIVA, Ricardo Aníbal

### **Profesores Adjuntos:**

GEI, Graciela Isabel

## Características

Área	Periodo	Formato espacio curricular	Créditos
Matemática	segundo cuatrimestre	Teórico-Aplicado	0

### **Requerimiento de tiempo del estudiante:**

Horas clases teoría	Horas clases práctica	Subtotal horas clases	Estudio y/o trabajo autónomo	Actividades de aplicacion	Evaluaciones	Total horas asignatura
52	68	90	70	68	8	266

### **Espacios curriculares correlativos**

Cálculo II , Algebra lineal , Estadística I ,

# **Contenidos**

## **Fundamentos:**

### **Contenidos Mínimos:**

Modelos de serie de tiempo estacionarias. Proceso autorregresivo de orden  $p$ , proceso de promedio móviles de orden  $q$ , procesos autorregresivos de promedio móviles de orden  $p$  y  $q$ , Modelos de series de tiempo no estacionarias de tendencia determinada y estaticas. prediccion e identificacion de modelos. Estimación de parámetros, verificación de diagnostico y seleccion de modelos.

### **Competencias Generales:**

Elaborar, validar y aplicar modelos para el abordaje de la realidad y evaluar los resultados  
Plantearse preguntas para la investigación, el pensamiento lógico y analítico, el razonamiento y el análisis crítico  
Capacidad crítica y autocrítica  
Capacidad de aprendizaje autónomo  
Capacidad para manejar efectivamente la comunicación en su actuación profesional: habilidad para la presentación oral y escrita de trabajos, ideas e informes

### **Competencias Específicas:**

Capacidad para tomar decisiones de inversión, financiamiento y gestión de recursos (humanos y materiales) a partir del análisis de los sistemas de información (internos-externos)  
Capacidad para asesorar en la toma de decisiones de inversión, financiamiento y gestión de recursos (humanos y materiales)

### **Programa de Estudio (detalle unidades de aprendizaje):**

Programa analítico :

Unidad 1 : Series de tiempo y procesos estocásticos.

Ejemplos de series de tiempo univariadas. Análisis de tendencias determinísticas. Método de Mínimos cuadrados. Descomposición de series estacionales. Procesos Estocásticos y series de tiempo. Realización de un proceso estocástico. Función de medias y función de varianzas de un proceso. Funciones de autocovarianza y autocorrelación de un proceso estocástico.

Procesos estacionarios. Estacionariedad estricta y estacionariedad débil. Función de autocorrelación simple y matriz de autocorrelación de un proceso estacionario. Proceso de Ruido Blanco. Estimación de los momentos de un proceso estacionario. Estimación de la media y estimación de las autocovarianzas y autocorrelaciones.

Unidad 2: Procesos autorregresivos.

Los procesos AR(1) y AR(2): Esperanza y varianza. Función de autocovarianzas y de autocorrelaciones. Representación como suma de innovaciones. El proceso autorregresivo general de orden  $p$ . Función de autocorrelación simple. Ecuaciones de Yule Walker.

Notación de operadores. Ecuaciones en diferencias. La función de autocorrelación parcial.

Unidad 3: Procesos de promedios móviles y procesos ARMA.

Procesos de media móvil de orden 1 (MA(1)). Función de autocorrelación simple y de autocorrelación parcial. El proceso MA infinito. La descomposición de Wold. El proceso ARMA(1,1).

Procesos autorregresivos de promedios móviles de orden  $p$  y  $q$  (ARMA( $p,q$ )).

Unidad 4: Procesos ARIMA y procesos ARIMA estacionales

Procesos integrados. El paseo aleatorio. Procesos integrados de orden 1 y 2. Diferenciación. Modelo autorregresivo integrado de promedios móviles de orden  $p$ ,  $d$  y  $q$  (ARIMA( $p,d,q$ )). Procesos integrados y tendencias.

El concepto de estacionalidad. Operador diferencia estacional. El modelo ARIMA estacional.

Unidad 5: Predicción e identificación de modelos.

Esperanza condicional como predictor óptimo. Error de predicción. Función de pérdida. Error cuadrático medio. Cálculo de predicciones. Origen y horizonte de las predicciones. Ecuación de predicción final. Interpretación de las predicciones. Varianza de las predicciones. Adaptación de las predicciones. Medidas de predecibilidad.

Transformaciones estabilizadoras de la varianza. Transformación de Box-Cox Transformaciones estabilizadoras de la media. Determinación del orden de diferenciación estacional. Contraste de raíces unitarias. Contraste de Dickey - Fuller. Identificación de la estructura ARMA.

Unidad 6: Estimación de parámetros selección del modelo.

La función de verosimilitud de un proceso ARMA.

Estimación de un proceso AR(1) por el método de máxima verosimilitud condicional e incondicional. Estimación de un proceso AR( $p$ ) por el método de máxima verosimilitud: condicional y sin condicionar. Estimación de proceso MA y ARMA. Método de Burg. Método de Hannan-Rissanen. Criterios de selección de modelos: Criterio de información de Akaike (AIC), extensión bayesiana del criterio de información de Akaike (BIC).

## Metodología

### Objetivos y descripción de estrategias pedagógicas por unidad de aprendizaje:

### Carga Horaria por unidad de aprendizaje:

Unidad	Horas presenciales teóricas	Horas presenciales prácticas	Horas presenciales de aplicación	Horas de estudio autónomo	Actividades de aplicación	Evaluaciones
1	8	5	5	14	12	0
2	10	5	5	10	10	2
3	6	4	4	10	10	0
4	4	4	4	8	8	2
5	12	10	10	14	14	2
6	12	6	6	14	14	2

### Programa de trabajos prácticos y/o aplicaciones:

TEMARIO:

TPyA 1: Conceptos Básicos.      TPyA 2: Procesos AR.      TPyA 3: Procesos MA y ARMA.  
 TPyA 4: Procesos ARIMA.      TPyA 5: Procesos SARIMA.      TPyA 6: Predicción.  
 TPyA 7: Identificación.      TPyA 8: Estimación y selección de modelos.

### CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES 2019

T1    Martes 20 de agosto      U.1: Introducción. Ejemplos. Procesos Estocásticos. Caracterización. Proceso Gaussiano. Función de medias y de varianzas. Función de autocovarianzas y de autocorrelaciones. Casos Estables.

P1    Miércoles 21 de agosto      U.1: Propiedades de Esperanza, varianza y covarianza. Análisis del proceso "Camino al azar". Procesos estacionarios. Estacionariedad estricta y estacionariedad débil.

T2    Jueves 22 de agosto      U.1: Propiedades de las funciones de autocovarianzas y de autocorrelaciones. Matriz de Covarianzas y matriz de autocorrelaciones. Procesos vectoriales. Proceso de Ruido Blanco. Estimador de la media: Insesgamiento.

T3    Viernes 23 de agosto      Práctico 1: Conceptos Básicos.

T4    Martes 27 de agosto      U.1: Estimador de la media: consistencia. Estimadores de las autocovarianzas: Sesgo y condiciones para insesgamiento asintótico. Estimadores de las autocorrelaciones. Función de autocorrelación muestral. Varianza de la autocorrelación muestral. Correlograma. Ejemplos.

P2    Miércoles 28 de agosto      Práctico 1: Conceptos Básicos.

T5    Jueves 29 de agosto      U.2: Introducción a los Procesos Autorregresivos. Modelo Autorregresivo de orden 1 (AR(1)): Media y Autocovarianzas .

P3    Viernes 30 de agosto      Práctico 1: Conceptos Básicos.

T6    Martes 3 de setiembre      U.2: Autocorrelaciones de un AR(1). Condición para la estacionariedad de un AR(1). Ejemplos del comportamiento de autocorrelaciones teóricas de modelos AR(1). Representación de un AR(1) como un proceso de media móvil infinita.

P4    Miércoles 4 de setiembre      Práctico 1 y Práctico 2: Procesos AR. Operador retardo (salto atrás B: Propiedades. Ecuación del AR(1) con el operador B.

T7    Jueves 5 de setiembre      U.2: Demostraciones de las expresiones de la media y

	autocovarianza de un AR(1). Estacionariedad causal y no causal. Introducción y definición de los Procesos AR(2). Expresión como MA. Media y autocovarianza de un AR(2).	
P5	Viernes 6 de setiembre	Práctico 2: Procesos AR.
T8	Martes 10 de setiembre	U.2: Ecuación en diferencias AR(2). Comportamiento de la función de autocorrelación y Ejemplos de AR(2). Función de autocorrelación parcial. Autocorrelación parcial de un AR(2).
P6	Miércoles 11 de setiembre	Práctico 2: Procesos AR. Procesos A(p).
T9	Jueves 12 de setiembre	U.2: Ejemplos. Procesos AR(p). Polinomio AR y ecuación característica. Ecuación en diferencias. Ecuaciones de Yule Walker. Representación de un AR(p) como MA.
P7	Viernes 13 de setiembre	Práctico 2: Procesos AR. Procesos A(p).
T10	Martes 17 de setiembre	Clase de repaso de teoría
P8	Martes 17 de setiembre	Clase de repaso de aplicaciones
E1	Miércoles 18 de setiembre	Primera Evaluación: Teoría: Capítulo 3 y 4 y Prácticos: 1 y 2.
T11	Jueves 19 de setiembre	U.3: Representación de Wold. Invertibilidad. Procesos MA(q) Función de autocorrelación parcial. MA(1) y MA(q) invertibilidad.
P9	Viernes 20 de setiembre?	Sala de Cómpu: Práctico 3: Procesos MA(q) y ARMA
T12	Martes 24 setiembre	U.3: ARMA(p,q), ARMA(1,1) como MA(infinito), Función de Autocovarianzas ARMA(p,q). Ejemplo ARMA(1,1).
P10	Miércoles 25 de setiembre	Práctico 3: Procesos MA(q) y ARMA(p,q).
T13	Jueves 26 de Setiembre	Operador diferencia de tamaño 1. Procesos ARIMA. Ejemplos: Camino al Azar con deriva. Alisado exponencial. Problemas de identificación de los ARMA estacionarios.
P11	Viernes 27 de setiembre	Práctico 3: Procesos MA(q) y ARMA(p,q).
T14	Martes 1 de octubre	U.4: Operador Diferencia tamaño k. Introducción a los ARIMA.
P12	Miércoles 2 de octubre	Práctico 4: ARIMA(p,d,q). Sala de Cómpu.
T15	Jueves 3 de octubre	U.4: Modelos ARIMA y Modelos SARIMA
P13	Viernes 4 de octubre	Práctico 4 y 5: ARIMA(p,d,q) y SARIMA. Sala de Cómpu.
T16	Martes 8 de octubre	Clase de repaso (Teoría)
P14	Martes 8 de octubre	Clase de repaso (Aplicaciones)
E2	Miércoles 9 de octubre	Primera Evaluación Global.
	Teoría: Hasta ARIMA y SARIMA Prácticos: 1, 2, 3 y 4.	
T17	Jueves 10 de octubre	U.5: Predictor óptimo. Predicción ARIMA. Ecuación de predicción Final
P15	Viernes 11 de octubre	Práctico 6: Predicción ARIMA Aplicaciones usando el software ITSM2000. Sala de Cómpu
T18	Martes 15 de octubre	U.5: Predictor óptimo de un ARIMA . Interpretación
P16	Miércoles 16 de octubre	Práctico 6: Predicción en ARIMA y SARIMA. Sala de Cómpu.
T19	Jueves 17 de octubre	U.5: Predicción SARIMA. Predictor óptimo de un SARIMA.
P17	Viernes 18 de octubre	Práctico 6: Predicción en Procesos ARIMA y SARIMA
T20	Martes 22 de octubre	U.5: Varianza del predictor.
P18	Miércoles 23 de octubre	Práctico 6: Predicción en Procesos ARIMA y SARIMA
T21	Jueves 24 de octubre	U.5: Actualización. Medidas de predicibilidad.
P19	Viernes 25 de octubre	Clase de Repaso de Aplicaciones
T22	Martes 29 de octubre	Clase de Repaso de Teoría
E3	Miércoles 30 de octubre	Segunda Evaluación: Teoría: SARIMA y Predicción Práctica: Práctico 5 y 6
T23	Jueves 31 de octubre	U.5: Identificación de Procesos ARIMA. Transformación de Box-Cox y determinación de su parámetro
P20	Viernes 1 de noviembre	Práctico 7: Aplicación de Identificación de Procesos ARIMA
T24	Martes 5 de noviembre	U.5: Contraste de Dickey-Fuller

P21 Miércoles 6 de noviembre Práctico 7: Aplicación de Identificación de Procesos a las series de datos correspondientes al Trabajo Final. Sala de Cómputos.

T25 Jueves 7 de noviembre U.6: Estimación y Selección de Modelos. Función de verosimilitud incondicional y condicional de un ARMA.

P22 Viernes 8 de noviembre Práctico 8: Estimación y Selección de Modelos

T26 Martes 12 de noviembre U.6: Estimadores máxima verosimilitud de los parámetros de un ARMA. Distribuciones de los estimadores

P23 Miércoles 13 de noviembre Práctico 8: Criterio de información de Akaike

T27 Jueves 14 de noviembre U.6: Diagnóstico y Predicción. Residuos. Tests para el Análisis de los residuos. Sub-ajustes y sobre-ajustes

P24 Viernes 15 de noviembre Práctico 8: Estimación y Selección de Modelos

T28 Martes 19 de noviembre Clase de Repaso de teoría

P25 Martes 19 de noviembre Clase de Repaso de aplicaciones

E4 Miércoles 20 de noviembre Segunda Evaluación Global.

Teoría: Identificación de Procesos, Estimación y Selección de Modelos y Diagnóstico y Predicción .  
Prácticos: 5, 6, 7 y 8.

C1 a C6 Todos los días Martes, Miércoles y Jueves desde el 21/11 hasta 03/12. Sala de Cómputos

Rec. Jueves 28 de noviembre Recuperatorio

Lunes 9 de diciembre Entrega Trabajo Final

Jueves 19 diciembre, 10h Retiro Trabajo Final y planilla de evaluación

Jueves 20 de febrero del 2020 a las 10 hs. Entrega Trabajo Final corregido

### **Bibliografía (Obligatoria y Complementaria):**

Bibliografía obligatoria: 12.

Bibliografía complementaria: : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13 y 14

1. Anderson, T.W. (1971). "The Analysis of Time Series", John Wiley, New York.
2. Box, G.E.P., Jenkins, G.M. (1976). "Time Series Analysis, Forecasting and Control", Holden Day.
3. Brockwell, P., Davis, R.A. (1987). "Time Series: Theory and Methods", Springer-Verlag.
4. Brockwell, P., Davis, R.A. (2002). "Introduction to Time Series and Forecasting", 2nd Edition, Springer-Verlag.
5. Chatfield, C. (1989). "The Analysis of Time Series: An Introduction", Chapman and Hall, Fourth Ed. .
6. Fuller, W.A. (1976). "Introduction to Statistical Time Series", John Wiley, New York.
7. Granger, C.W.J., Newbold, P. (1986). "Forecasting Economic Time Series", Academic Press, 2nd Edition.
8. Hamilton, J.D. (1994). "Time Series Analysis", Princeton University Press.
9. Leiva, R. (1995). "Introducción al análisis de series de tiempo", F.C.E. de la U.N.C.
10. Leiva, R., Gei, G. (1998). "Matemática para el análisis de series de tiempo", Serie cuadernos Nro. 94, F.C.Económicas de la U.N. de Cuyo.
11. Mood, M., Graybill, F., Boes, D. (1976). "Introduction to the Theory of Statistics", Mc Graw Hill.
12. Peña, D. (2005) "Análisis de Series temporales" Alianza Editorial.
13. Uriel, Ezequiel (1992). "Análisis de series temporales", Paraninfo.
14. Wei, W.W.S. (1989). "Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods", Addison Wesley.

## **Metodología de enseñanza y aprendizaje:**

Esta materia es teórico-aplicada, por lo tanto, en las clases teóricas se desarrollarán los temas especificados en el programa analítico anterior y en las clases de aplicaciones se resolverán ejercicios teórico-prácticos y se aprenderá a usar un programa de análisis de series de tiempo en computadoras personales.

Como Trabajo Final de aplicación, cada estudiante deberá realizar el análisis de una serie de tiempo de datos reales. Este trabajo es fundamental para el afianzamiento de la teoría desarrollada durante el cursado de la materia y es una instancia adicional para la evaluación del aprendizaje de cada estudiante.

Las características especiales de este trabajo final pretenden también introducir al estudiante en las tareas propias de una investigación aplicada y, por lo tanto, es importante para su formación pues al concluirlo contará además con un trabajo original de su autoría.

## **Sistema y criterios de evaluación**

Durante el cuatrimestre se tomarán cuatro evaluaciones, las primeras dos constituyen el primer parcial y las últimas dos constituyen el segundo parcial. Además, una vez aprobado los dos parciales antes mencionados, cada estudiante deberá realizar un Trabajo Final de aplicación, que consiste en el análisis de una serie de tiempo de datos reales.

## **Requisitos para obtener la regularidad**

La calificación obtenida en cada uno de los parciales mencionados anteriormente será el promedio ponderado de dos evaluaciones.

El primer parcial está formado por la primera evaluación y el primer examen global. Indicando con EV1 y EG1 a, respectivamente, los porcentajes obtenidos en estos dos exámenes, la calificación en porcentaje que corresponde al primer parcial (P1) es el siguiente promedio ponderado de EV1 y EG1:

$$P1 = 0,30 EV1 + 0,70 EG1$$

En forma análoga la calificación en porcentaje del segundo parcial (P2) se obtiene con la fórmula

$$P2 = 0,30 EV2 + 0,70 EG2.$$

Para aprobar cualquiera de estos dos parciales se requiere que el porcentaje (ponderado a través de las fórmulas anteriores) de un valor mayor o igual al 60 %.

Sólo puede recuperarse un parcial en la fecha establecida del recuperatorio y el porcentaje obtenido en el recuperatorio (sin promediar con el obtenido en el mismo parcial desaprobado) será el que corresponda a ese parcial.

Para evaluar estos exámenes se tendrán en cuenta la precisión de la respuesta, el correcto uso de los términos técnicos, la fundamentación adecuada de la respuesta, la coherencia en desarrollo del escrito y el procedimiento en la resolución del planteo.

Para aprobar el Trabajo Final mencionado en la sección 5, se requiere obtener en él un porcentaje (TF) mayor o igual al 60%.

Los trabajos finales serán evaluados por los docentes de la cátedra teniendo en cuenta aspectos que serán informados oportunamente a los alumnos. De la evaluación de estos aspectos resultará que el trabajo final de cada estudiante será:

**Aprobado:** Si la calificación del trabajo final es no menor al 90%. La calificación obtenida en un trabajo final aprobado será promediada con las notas obtenidas en los dos parciales. Deberá entregar la versión completa del trabajo en un archivo en Word en un CD o pendrive con rótulo en donde figure el nombre del trabajo y el apellido y número de registro del estudiante.

**Aprobado sujeto a correcciones:** Si la calificación del trabajo final es no menor al 60% aunque

inferior al 90%. En este caso los errores u omisiones indicados en la evaluación deberán ser corregidos y el trabajo una vez modificado deberá ser presentado únicamente en CD o pendrive con rótulo en donde figure el nombre del trabajo y el apellido y número de registro del estudiante. Deberá entregar también la versión impresa anterior y la hoja de evaluación.

Desaprobado con opción a rehacer el trabajo: Si la calificación del trabajo final es no menor al 50% aunque inferior al 60%. En este caso los errores u omisiones indicados en la evaluación deberán ser corregidos y el trabajo una vez modificado deberá ser presentado en forma impresa y en CD o pendrive con rótulo en donde figure el nombre del trabajo y el apellido y número de registro del estudiante. Deberá entregar también la versión impresa anterior y la hoja de evaluación.

Desaprobado: Si la calificación del trabajo final es inferior al 50%. No tiene posibilidad de rehacer el trabajo y, por lo tanto, deberá volver a cursar la materia o presentarse como alumno libre para rendirla.

Fecha y forma de entrega de la segunda versión del Trabajo Final

Los estudiantes cuyos trabajos finales han sido calificados "Aprobado sujeto a correcciones" o "Desaprobado con opción a rehacer el trabajo" deben retirar su trabajo y la planilla de evaluación. La nueva versión final corregida deberán entregarla en una fecha a determinar durante el mes de febrero del 2020 (en fecha a precisar) junto con el Trabajo Final anterior y con la planilla de evaluación donde figuran las omisiones y errores observados. Ambos grupos de estudiantes deberán presentar la nueva versión en un archivo Word y los estudiantes del grupo de "Desaprobados con opción a rehacer el trabajo" deberán además presentar una nueva versión impresa. Ord. 18/03 CD y modif.

### **Requisitos para aprobación**

La aprobación final de la materia es por promoción. Es decir, si un estudiante aprueba los dos exámenes parciales y el Trabajo Final, entonces será considerado alumno Regular y su calificación final será el promedio de las tres instancias de calificación mencionadas previamente. Ord. 108/10 CS

Un estudiante será considerado Libre si sólo aprueba dos o menos de las siguientes tres instancias: Primer Parcial, Segundo Parcial y Trabajo Final.