



Centro de Investigación en Matemáticas, A. C.

MAESTRÍA EN ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y COMPUTACIÓN



VIGENCIA

Estudios de licenciatura o equivalente con conocimientos básicos y madurez en el manejo de conceptos y lenguaje matemático en las áreas de Cálculo Diferencial e Integral en una y varias variables, Álgebra Lineal, Probabilidad, Estadística y bases de Programación. Asimismo, con una fuerte motivación hacia la investigación aplicada y hacia la solución integral de problemas actuales que involucren grandes cantidades de datos y datos en altas dimensiones.

ANTECEDENTES ACADEMICOS DE INGRESO

MODALIDAD	Escolarizada con orientación profesional
DURACION DEL CICLO	Semestral, 15 semanas efectivas de clase
CLAVE DEL PLAN DE ESTUDIOS	2019

OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN DE ESTUDIOS

Formar a los alumnos en el razonamiento estadístico y la capacidad de implementación computacional en el entorno de la Ciencia de Datos con el fin de que se constituyan en elementos de innovación y de cambio, probado y bien fundamentado en la práctica de la estadística y el cómputo científico, a través de conocimientos teórico-prácticos que les permitan aplicar adecuadamente las principales herramientas estadísticas y computacionales disponibles en la actualidad y las que surjan en el futuro para la solución científica de diversos problemas técnicos derivados de la práctica de los mismos.



PERFIL DEL EGRESADO

Los egresados de este programa serán capaces de:

- Asesorar con eficiencia el diseño y ejecución de proyectos de generación e integración de estadísticas, bajo metodologías de probada eficacia y utilizando las tecnologías más avanzadas.
- Aplicar con rigor científico los métodos de análisis estadístico en el estudio de fenómenos específicos, utilizando con propiedad las técnicas de evaluación, ajuste y estimación de parámetros a partir de datos.

Los egresados también tendrán las siguientes habilidades y conocimientos específicos:

- Bases sólidas en metodología estadística.
- Visión global del área de análisis de datos.
- Capacidad de análisis de información.
- Capacidad de comunicación de resultados.
- Capacidad de uso y desarrollo de software estadístico.
- Capacidad para el planteamiento de modelos estadísticos para el análisis de datos.



SEMESTRE	LISTA DE ASIGNATURAS O UNIDADES DE APRENDIZAJE	CLAVE	SERIACION	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
				CON DOCENTE	INDEPENDIENTES		
1	Inferencia Estadística	M19INE		60	100	10	A, L
	Álgebra Matricial y Optimización	M19AMO		60	100	10	A, L
2	Modelos Estadísticos	M19MES		60	100	10	A, L
	Programación	M19PRG		60	100	10	A, L
3	Cómputo Estadístico	M19CES		60	100	10	A, L
	Modelos Estadísticos Multivariados	M19MEM		60	100	10	A, L
4	Ciencia de datos	M19CDT		60	100	10	A, L
	Econometría y Estadística Espacial	M19EEE		60	100	10	A, L

SUMA	SUMA	SUMA
480	800	80

LISTA DE ASIGNATURAS O UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS	CLAVE	SERIACION	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
			CON DOCENTE	INDEPENDIENTES		
No se contemplan materias optativas						

NUMERO MINIMO DE HORAS QUE SE DEBERAN ACREDITAR EN LAS ASIGNATURAS OPTATIVAS, BAJO LA CONDUCCION DE UN DOCENTE

NA

NUMERO MINIMO DE CREDITOS QUE SE DEBERAN ACREDITAR EN LAS ASIGNATURAS OPTATIVAS

NA

NÚMERO MÍNIMO DE CRÉDITOS TOTALES (OBLIGATORIAS + OPTATIVAS)

80



PROPUESTA DE EVALUACION Y ACTUALIZACION PERIODICA DEL PLAN DE ESTUDIOS

El CIMAT designará un **Comité Académico de Posgrado** (CAP) integrado por 3 investigadores y un suplente de las áreas de Ciencias de la Computación y Probabilidad y Estadística, siendo personal de tiempo completo de CIMAT. Este comité estará a cargo de los aspectos académicos del programa incluyendo la planeación académica, evaluación y seguimiento del programa. Sus decisiones se tomarán de manera colegiada, siguiendo estos lineamientos para la Maestría en Análisis Estadístico y Computación y resolverá cualquier situación no prevista en los mismos.

OPCIONES DE TITULACIÓN

Para obtener el grado de Maestría, el alumno deberá cubrir un total de 80 créditos del plan de estudios. Haber aprobado el examen diagnóstico de inglés o presentar los comprobantes correspondientes, de acuerdo a lo establecido en el ARTÍCULO 6 de los Lineamientos Generales de la Maestría en Análisis Estadístico y Computación y cumplir lo siguiente:

- i) Tener un promedio de 9.5 o superior en el programa.
- ii) En caso de no alcanzar el promedio, deberá presentar un trabajo final que consistirá en la aplicación de técnicas dentro de las líneas de desarrollo del programa. En esta modalidad el estudiante deberá escribir un reporte breve sobre el trabajo desarrollado:
 - a. El trabajo deberá ser aprobado previamente por el CAP y posteriormente el estudiante lo defenderá ante un jurado formado expresamente para su evaluación.
 - b. Los miembros de este comité de evaluación podrán ser investigadores de CIMAT o externos y deberán ser aprobados por el CAP a propuesta de cada tutor.
 - c. Una vez cubierto el total de créditos, el alumno tendrá un plazo no mayor a 1 año para defender el trabajo final.

Dr. Víctor Manuel Rivero Mercado
Director General



Programas de estudios

Inferencia Estadística

CICLO
SEMESTRE 1

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19INE

Descripción: Este curso cubre los conceptos fundamentales de la teoría estadística e inferencial, con un enfoque paramétrico y no-paramétrico contemporáneo, y se proporcionan los elementos de estadística Bayesiana que se podrán extender sobre los modelos a discutir en los cursos subsecuentes. Se pondrá énfasis en el uso de herramientas computacionales para la implementación de los métodos distribucionales e inferenciales

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Proporcionar las bases teóricas y de implementación computacional de la estadística inferencial, orientadas al manejo y análisis de grandes bases de datos.

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad

Distribuciones de probabilidad de variables aleatorias continuas
Procesos de Poisson
Transformación de variables

II. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad multivariadas

Distribuciones multivariadas discretas y continuas
Independencia
Distribuciones condicionales y marginales
Esperanzas multivariadas y condicionales



El concepto de regresión
Distribución Multinomial
Normal multivariada

III. Distribuciones muestrales y métodos de estimación

Distribuciones muestrales
Estimación puntual
Máxima Verosimilitud
Estimación por intervalos
Bootstrap y jackknife
Estimación no paramétrica (suavizadores y splines)
Estimación bayesiana

IV. Pruebas de Hipótesis e intervalos de confianza

Definición de conceptos
Pruebas para dos poblaciones normales independientes
Pruebas para medias en muestras pareadas
Cociente de verosimilitudes
Pruebas para proporciones
Pruebas de permutaciones

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases
Sesiones de ayudantías
Laboratorios de cómputo
Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Álgebra Matricial y Optimización

CICLO
SEMESTRE 1

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19AMO

Descripción: Este es un curso de álgebra lineal computacional que pone énfasis en los cálculos por computadora de los métodos que son útiles en estadística, cómputo científico y ciencia de datos. Los alumnos podrán implementar de manera eficiente y en un lenguaje de medio/bajo nivel, métodos estándar y computacionalmente intensivos encaminados al análisis de datos, así como conceptos de álgebra lineal que son importantes en las aplicaciones

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Proporcionar las herramientas de algebra matricial computacional necesarias para el estudio de cursos posteriores de estadística, cómputo científico y ciencia de datos.

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Conceptos básicos de álgebra lineal

- Espacios vectoriales
- Bases y dimensión
- Subespacios
- Proyecciones ortogonales

II. Matrices

- Propiedades de matrices
- Inversa, rango de una matriz
- Sistemas de ecuaciones lineales
- Descomposiciones matriciales (LU, Cholesky)
- Matrices de proyección
- Mínimos cuadrados



III. Factorización de matrices

- Vectores y valores propios
- Descomposición espectral para matrices simétricas
- Descomposición en valores singulares (SVD)
- Descomposición QR
- Pseudoinversas
- Matrices ralas (sparse): conceptos

IV. Elementos de optimización

- Gradientes y Hessianos
- Condiciones para extremos
- Optimización con restricciones
- Multiplicadores de Lagrange

V. Optimización numérica

- Métodos de descenso basados en gradientes
- Métodos de Newton y Scoring
- Descenso cíclico por coordenadas
- Procedimientos estocásticos: Robbins-Monro

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

- Clases
- Sesiones de ayudantías
- Laboratorios de cómputo
- Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Modelos Estadísticos

CICLO
SEMESTRE 2

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19MES

Descripción: El objetivo general de este curso es el de estudiar asociaciones entre variables, considerando aproximaciones a la expresión $E(y|x)$. Este es un problema básico en Estadística Aplicada. Se cubren los temas clásicos de Regresión Lineal, Modelos Lineales Generalizados, Modelos loglineales, y extensiones como Estimación bajo Regularización y Modelos Aditivos. Se incluye una introducción al tema de Regresión con datos obtenidos bajo esquemas de muestreo de poblaciones finitas.

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Dar las bases metodológicas de las técnicas clásicas de regresión para el análisis estadístico de datos.

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Distribución normal multivariada

Propiedades básicas
Distribuciones condicionales

II. Modelos de regresión

Regresión lineal
Selección de modelos: AIC, validación cruzada
Regularización: Ridge, Lasso
Modelos aditivos
Inferencia Bayesiana para modelos de regresión

III. Modelos lineales generalizados



Regresión logística
Regresión Poisson
Enfoque Bayesiano: Introducción a MCMC
Modelos aditivos generalizados

IV. Modelos loglineales

Tablas de contingencia
Inferencia para tablas de dos vías

V. Inferencia en poblaciones finitas

Conceptos básicos de muestreo de poblaciones finitas
Estimadores de regresión bajo diferentes esquemas de muestreo

- muestreo simple
- por conglomerados en dos etapas

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases
Sesiones de ayudantías
Laboratorios de cómputo
Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Programación

CICLO
Semestre 2

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19PRG

Descripción: Es un curso introductorio para el manejo y análisis de datos mediante lenguajes de alto nivel (R o Python). Con los objetivos de realizar: análisis exploratorio de información, visualizaciones, así como la elaboración de reportes automatizados

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Mostrar los elementos básicos de programación, incluyendo las estructuras de datos más usadas y conceptos necesarios para el tratamiento de grandes volúmenes de información y métodos de cómputo intensivos

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Programación en lenguajes de alto nivel para análisis de datos (ej. R/Python)

- Introducción a programación orientada a objetos
- Representación de objetos dentro de cada lenguaje
- Estructura de los lenguajes (estructuras de programación, funciones, ambientes)
- Input/output de información (archivos, conexiones a bases de datos)

II. Introducción a bases de datos relacionales

- Arquitectura y administración de bases de datos
- Lenguajes de bases de datos
- Conexiones de bases de datos relacionales con los lenguajes de alto nivel (R/Python)

III. Creación de reportes interactivos y herramientas web



Obtención de estadísticas descriptivas básicas con programación
Creación de reportes automatizados mediante librerías
Elaboración de herramientas web para visualización y análisis (ej. Shiny)

IV. Procesamiento en paralelo

Introducción a la programación en paralelo
Capacidad de análisis en paralelo multicore

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Individuales: tareas analíticas, laboratorios prácticos, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Cómputo Estadístico

CICLO
SEMESTRE 3

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19CES

Descripción: En este curso, se mostrarán los conceptos básicos de cómputo y programación, así como la teoría necesaria para la aplicación de métodos computacionalmente intensivos. Se revisarán metodologías para la imputación de datos. Se hará especial énfasis en la programación y uso de software, así como en aplicaciones de interés.

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Proporcionar las bases computacionales que sustentan a las principales aplicaciones de los modelos estadísticos, con un enfoque moderno, haciendo uso de algoritmos computacionales intensivos.

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Generación de variables aleatorias

Números pseudo aleatorios
Métodos congruenciales
Evaluación de métodos
Generación de v.a. continuas: métodos de inversión y aceptación/rechazo
Generación de v.a. discretas
Simulación

II. Métodos computacionalmente intensivos

Algoritmo EM y aplicaciones



Métodos de remuestreo, Bootstrap y aplicaciones
Markov Chain Monte Carlo y aplicaciones
Gibbs Sampling y aplicaciones

III. Métodos de imputación de datos

Métodos basados en regresión y análisis de covarianza.
Métodos basados en el algoritmo EM
Imputación Bayesiana
Métodos basados en técnicas de Machine Learning

IV. Redes bayesianas

Axiomas de probabilidad, Probabilidad conjunta, marginal y condicional, independencia
Teorema de Bayes, Teorema de Bayes con normalización, Redes bayesianas
Inferencia en redes Bayesianas, O-ruidoso (Noisy-OR)
Redes Bayesianas temporales: filtro de Kalman, su extendido y filtro de partículas

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases
Sesiones de ayudantías
Laboratorios de cómputo
Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Modelos Estadísticos Multivariados

CICLO
SEMESTRE 3

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19MEM

Descripción: En este curso se discuten los principales métodos multivariados considerando datos de escala y datos nominales. Se proporcionan las bases metodológicas para relacionar dos conjuntos de variables mediante el análisis de correlación canónica. Se discuten modelos basados en mezclas de distribuciones y sus aplicaciones en clasificación y clustering

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Conocer las características de los métodos multivariados más relevantes para el análisis de grandes conjuntos de datos con escala de medición de razón y nominal, haciendo un fuerte uso del recurso computacional.

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Inferencia sobre vector de medias

Comparaciones simultáneas
Método de Bonferroni
Otros métodos de comparación de medias
Varias poblaciones: MANOVA

II. Modelo de Factores

Modelo de factores ortogonales
Estimación
Modelo de factores confirmatorio

III. Correlación Canónica

VARIABLES CANÓNICAS Y CORRELACIONES CANÓNICAS
Extensión a más de dos grupos
Relación con otras técnicas de dependencia entre conjunto de variables



IV. Escalamiento Multidimensional

Solución clásica: coordenadas principales
Solución por Mínimos Cuadrados
Modelos de Unfolding

V. Análisis de Correspondencia

Proyección óptima
La distancia Ji-cuadrado
Análisis de correspondencia múltiple

VI. Mezclas de distribuciones

Aplicación en clasificación

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Ciencia de datos

CICLO
SEMESTRE 4

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19CDT

Descripción: En este curso se mostrarán métodos básicos de aprendizaje máquina y reconocimiento estadístico de patrones para el análisis de datos multivariados y aplicaciones en datos estructurados y no estructurados en un contexto de Ciencia de Datos.

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Mostrar los métodos básicos de aprendizaje supervisado, no supervisado, y métodos de visualización para datos en alta dimensión. Se hará especial énfasis en el uso computacional y aplicaciones en ciencia de datos

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Métodos de visualización y reducción de dimensión

Técnicas básicas de visualización

Métodos de proyección y reducción de dimensión

Métodos basados en grafos

II. Métodos de aprendizaje no supervisado

El concepto de disimilaridad

Clustering

- Clustering jerárquico
- K-medias y métodos relacionados
- Métodos de Kernel y aplicaciones
- Kernel PCA
- Clustering espectral
- Datos no estructurados

III. Métodos de aprendizaje supervisado



Teoría de decisión estadística

Clasificación lineal

- Análisis discriminante lineal y cuadrático
- LDA de rango reducido

Regresión logística

Hiperplanos separadores y el algoritmo perceptron

Redes neuronales y redes profundas

Máquinas de soporte vectorial

Árboles de decisión y Boosting

IV. Aplicaciones

Procesamiento de lenguaje natural

- Análisis de sentimientos
- Análisis de textos

Grafos y redes sociales

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



Programas de estudios

Econometría y Estadística Espacial

CICLO
SEMESTRE 4

CLAVE DE LA ASIGNATURA
M19EEE

Descripción: Conocer los principales modelos para datos con dependencia temporal y espacial. Se pondrá énfasis en los temas más importantes en econometría, incluyendo técnicas de reducción de la dimensionalidad, así como los conceptos básicos de estadística espacial para modelar fenómenos continuos y discretos

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Mostrar los modelos básicos con dependencia temporal y espacial

TEMAS Y SUBTEMAS

I. Econometría

Modelos SARIMA
Raíces unitarias
Cointegración
Vectores Autorregresivos
Vectores de Corrección de Error
Modelos de Factores Dinámicos

II. Estadística Espacial

GIS y datos geoespaciales.

- Introducción y conceptos básicos
- Datos espaciales y modelos espaciales. Tipos de datos, análisis exploratorio y visualización.
- Sistema de información geográfico.
- Modelación de datos geoespaciales

Métodos de estimación de parámetros:



- Variogramas
- Ajuste de curvas para estimación de covarianza
- Máxima verosimilitud

Métodos de predicción espacial:

- Kriging simple y ordinario
- Kriging universal
- Kriging lognormal

Análisis de procesos puntuales espaciales:

- Modelos lineales generalizados
- Proceso Poisson espacial
- Clustering espacial
- Regresión Poisson

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.



ANEXO 3

Listado de acervo bibliográfico

Inferencia Estadística

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Probability with R.	Kenneth Baclawski	Chapman and Hall	2008
2	Libro	Introductory Statistics with R, 2 nd Edition	Peter Dalgaard	Springer	2008
3	Libro	A Modern Introduction to Probability and Statistics	F. M. Dekking, C. Kraaikamp, H. P. Lopuhaä, L. E. Meester	Springer	2010
4	Libro	Probability with Applications and R	Robert P. Dobrow	Wiley	2014
5	Libro	All of Statistics. A concise course in Statistical Inference. 2nd Edition	Larry Wasserman	Springer	2004

Álgebra Matricial y Optimización

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Basics of Matrix Algebra for Statistics with R	N. Fieller	Chapman and Hall	2016
2	Libro	Optimization Techniques in Statistics	R. S. Rustagi	Academic Press	1994
3	Libro	Matrix Analysis for Statistics	J. R. Schott	Wiley	1997



Modelos Estadísticos

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Bayesian and frequentist regression methods.	J. Wakefield	Springer	2013
2	Libro	Categorical data analysis	A. Agresti	Wiley	2002
3	Libro	Statistical learning with sparsity	T. Hastie, R. Tibshirani, M. Wainwright	CRC Press	2015
4	Libro	Model assisted survey sampling	C. E. Sarndal, B. Swensson, J. Wretman	Springer	1992

Programación

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	R for marketing research and analytics	C. Chapman and E. M. Feit	Springer	2015
2	Libro	Dynamic Documents with R and knitr	Y. Xie	Chapman and Hall/CRC	2016
3	Libro	An Introduction to Statistics with Python	T. Haslwanter	Springer	2016
4	Libro	A primer on scientific programming with Python (Vol. 2).	H. P Langtangen	Springer	2009

Cómputo Estadístico

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Random Number Generation and Monte Carlo Methods. Second Edition	James E. Gentle	Springer	2004
2	Libro	Handbook of Statistics 9, Computational Statistics	C. R. Rao	North-Holland	1993
3	Libro	Simulation. Fifth Edition	Sheldon M. Ross	Academic Press	2013
4	Libro	Bayesian Data Analysis. Third	Andrew	Taylor and	2014



		Edition	Gelman	Francis	
5	Libro	Artificial Intelligence: A Modern Approach. Third Edition	Stuart Russell and Peter Norvig	Pearson	2009

Modelos Estadísticos Multivariados

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Applied Multivariate Statistical Analysis (6 th Edition).	R. A Johnson & D. W. Wichern	Prentice Hall	2007
2	Libro	Análisis de datos multivariantes	D. Peña	. McGraw Hill	2002
3	Libro	Modern Multivariate Statistical Techniques: Regression, Classification, and Manifold Learning.	J. Izenman	Springer	2008
4	Libro	Correspondence Analysis Handbook	J. P. Benzecri	CRC Press	1992
5	Libro	Statistical indicators: for the economic and social sciences	R. V. Horn	Cambridge University Press	1993
6	Libro	Statistical analysis for missing data, 2 nd . Ed	R. J. A Little & D. B. Rubin	Wiley	2002
7	Libro	An R and S-Plus companion to multivariate analysis	B. S. Everitt	Springer	2005

Ciencia de Datos

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Modern Multivariate Statistical Techniques: Regression, Classification, and Manifold Learning.	J. Izenman	Springer	2008
2	Libro	The Elements of Statistical Learning	J. Friedman, R. Tibshirani, T. Hastie	Springer	2016



3	Libro	Pattern Recognition and Machine Learning	C. Bishop	Springer	2011
4	Libro	Deep Learning	I. Goodfellow, Y. Bengio	MIT press	2016

Econometría y Estadística Espacial

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Time Series: Applications to Finance with R and S-Plus	Ngai Hang Chan	Wiley	2010
2	Libro	New introduction to multiple time series analysis	H. Lutkepohl	Springer	2006
3	Libro	Dynamic factor models	J. H. Stock, M. W. Watson	Oxford University Press	2011
4	Libro	Time Series Analysis. 2nd Revised ed	William Wei	Pearson	2005
5	Libro	Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R	Adrian Baddeley, Ege Rubak and Rolf Turner	CRC. Press	2015
6	Libro	Model-based Geostatistics	Peter J. Diggle, Paulo J. Ribeiro Jr	Springer	2007
7	Libro	Applied Spatial Data Analysis with R	Roger S. Bivand, Edzer J. Pebesma, Virgilio Gómez Rubio	Springer	2013