

INDICE

Prefacio a la primera edición	11
Prefacio a la segunda edición	15

TERCERA PARTE: MODELOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Capítulo 8. EL ANALISIS DE LA VARIANZA	29
1. INTRODUCCIÓN	29
2. EL MODELO	30
3. ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS	32
3.1. Máxima verosimilitud	32
3.2. Propiedades de los estimadores	33
4. EL CONTRASTE DE IGUALDAD DE MEDIAS	38
4.1. Introducción	38
4.2. La descomposición de la variabilidad	39
4.3. La Tabla ADEVA y el contraste de la F	44
4.4. La eficacia del test de la F en ADEVA	48
5. ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS	51
5.1. Fundamentos	51
5.2. Contrastes múltiples	52
5.3. Comparación de medias mediante una distribución de referencia	53
5.4. Intervalos de confianza para la varianza	55
6. DIAGNOSIS DEL MODELO	55
7. TRANSFORMACIONES PARA CONSEGUIR HOMOCEDESTICIDAD	59
7.1. Estimación de la transformación: Caso general	59
7.2. Transformaciones para variables binomiales y de Poisson	61
8. RESUMEN DEL CAPÍTULO	66

APENDICE 8A: Contrastes Múltiples	69
APENDICE 8B: Relación entre los contrastes de medias y el Test F	74
APENDICE 8C: Esperanzas de los componentes del test F	76
Capítulo 9. MODELOS CLASICOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL.....	79
1. INTRODUCCIÓN	79
2. LOS PRINCIPIOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	80
2.1. Definiciones	80
2.2. El principio de aleatorización	81
2.3. La repetición del experimento	83
2.4. La homogeneidad estadística de las comparaciones: diseños factoriales	84
3. MODELO EN BLOQUES ALEATORIZADOS	87
3.1. El modelo	87
3.2. Estimación máximo-verosímil	89
3.3. Propiedades de los estimadores	90
3.4. El análisis de la varianza	94
3.5. Estimación de las diferencias	99
3.6. Validación y diagnosis del modelo	102
4. MODELO CON DOS FACTORES E INTERACCIÓN	107
4.1. El modelo sin replicación	107
4.2. El modelo con replicación	109
5. MODELOS FACTORIALES CON MÁS DE DOS FACTORES	111
5.1. El modelo factorial con tres factores	111
5.2. Modelos con más de tres factores	116
6. CUADRADO LATINO	116
6.1. Concepto	116
6.2. Estimación	118
6.3. Análisis de la varianza	119
7. EXTENSIONES: CUADRADOS GRECO-LATINOS	125
8. MODELOS CON EFECTOS ALEATORIOS.....	128
8.1. Efectos fijos y aleatorios	128
8.2. Clasificaciones cruzadas y jerárquicas	130
8.3. El modelo de componentes de la varianza	132
9. RESUMEN DEL CAPÍTULO	137
APENDICE 9A: Propiedades del estimador MV de σ^2 en el modelo en bloques aleatorizados.....	142
APENDICE 9B: Cálculo de Esperanzas en el modelo en bloques aleatorizados.	143
APENDICE 9C: Tablas de cuadrados latinos y greco-latinos	144

Capítulo 10. DISEÑOS FACTORIALES A DOS NIVELES	147
1. INTRODUCCIÓN	147
2. EL DISEÑO 2^2	148
2.1. Conceptos básicos	148
2.2. Estimación	150
2.3. Estimación del error experimental y tabla ADEVA	153
2.4. Ventajas del diseño factorial frente al clásico	154
3. EL DISEÑO 2^3	158
3.1. Conceptos básicos	158
3.2. Estimación	159
3.3. Interpretación de los efectos	161
3.4. Bloques en diseños 2^3	167
4. DISEÑOS 2^k	171
4.1. Estimación	171
4.2. Diagnósis	174
4.3. Como replicar un diseño 2^{k-1} con un diseño 2^k	178
5. FRACCIONES DE DISEÑOS FACTORIALES	179
5.1. Concepto de fracción y ecuación generatriz	179
5.2. El concepto de resolución	182
5.3. Construcción de fracciones factoriales	185
6. APLICACIONES DE LOS DISEÑOS FACTORIALES	197
6.1. Operación evolutiva	198
6.2. Mejora de procesos de fabricación	200
6.3. Diseño robusto de productos	205
6.4. Determinación de las Tolerancias de componentes	209
7. RESUMEN DEL CAPÍTULO	213
8. LECTURAS RECOMENDADAS	214

CUARTA PARTE: MODELOS DE REGRESION

Capítulo 11. EL MODELO DE REGRESION SIMPLE	223
1. INTRODUCCIÓN	223
2. LA ESTRUCTURA DE LOS MODELOS DE REGRESIÓN	224
2.1. Hipótesis básicas	224
2.2. Comentarios a las hipótesis	227
2.3. Objetivos	227
3. METODOLOGÍA	228
4. LA ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS	231
4.1. Estimación por el método de máxima verosimilitud	231
4.2. Estimación por el método de mínimos cuadrados	233
4.3. La varianza residual	234
4.4. Interpretación geométrica de la estimación	238



5.	PROPIEDADES DE LOS ESTIMADORES	239
5.1.	Propiedades del coeficiente de regresión.....	239
5.2.	Propiedades del estimador de la ordenada en el origen.....	243
5.3.	Relación entre $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$	244
5.4.	Propiedades de la varianza residual	246
5.5.	Conclusiones.....	246
6.	INFERENCIAS RESPECTO A LOS PARÁMETROS.....	246
6.1.	Fundamentos	247
6.2.	El contraste de regresión.....	251
7.	EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN EN REGRESIÓN	254
7.1.	Coefficiente de determinación y coeficiente de correlación lineal.....	254
7.2.	Inferencias acerca del coeficiente de correlación	256
8.	EL CONTRASTE DE LINEALIDAD	257
8.1.	Conceptos básicos	257
8.2.	El contraste	258
8.3.	Realización práctica del contraste	260
8.4.	La tabla ADEVA completa	261
9.	EL CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS MEDIANTE RESIDUOS	263
9.1.	Introducción	263
9.2.	El análisis de los residuos	265
9.3.	Observaciones con influencia en regresión simple	269
10.	NO LINEALIDAD EN REGRESIÓN SIMPLE.....	272
10.1.	Introducción	272
10.2.	Regresión no Paramétrica	273
10.3.	Transformaciones para linealizar la relación	275
10.4.	Transformaciones para conseguir homocedasticidad.....	279
10.5.	Consecuencias de las transformaciones.....	280
11.	PREDICCIÓN	283
11.1.	Estimación de las medias condicionadas	284
11.2.	Predicción de una nueva observación	286
12.	INTERPRETACIÓN Y RESUMEN DE MODELOS DE REGRESIÓN SIMPLE	291
	APENDICE 11A: Deducción de los intervalos de confianza para los parámetros	298
	APENDICE 11B: Deducción de las distribuciones de sumas de cuadrados.....	301
	APENDICE 11C: Modelo con regresor aleatorio.....	303
	APENDICE 11D: Demostración de que la distancia estandarizada está acotada	305
	Capítulo 12. EL MODELO GENERAL DE REGRESION	307
1.	INTRODUCCIÓN	307
2.	EL MODELO GENERAL DE REGRESIÓN.....	308

2.1.	Hipótesis básicas	308
2.2.	Comentarios a las hipótesis	309
3.	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS	310
3.1.	Planteamiento del problema	310
3.2.	Cálculo de los estimadores	312
3.3.	Interpretación geométrica	316
3.4.	Estimación por etapas	317
4.	PROPIEDADES DE LOS ESTIMADORES $\hat{\beta}$	323
4.1.	Cálculo de las esperanzas	323
4.2.	Varianzas	324
4.3.	Teorema de Gauss-Markov	325
5.	ESTIMACIÓN DE LA VARIANZA	326
5.1.	Varianza Residual	326
5.2.	Demostración de sus propiedades	327
6.	INTERVALOS DE CONFIANZA Y CONTRASTES	330
6.1.	Planteamiento general	330
6.2.	Intervalos de confianza y contrastes para los coeficientes de regresión	331
6.3.	Regiones de confianza para conjuntos de coeficientes	333
6.4.	Contrastes para grupos de coeficientes	335
6.5.	Intervalos de confianza para la varianza	338
7.	RESUMEN DE LA ESTIMACIÓN	338
8.	CONTRASTES SOBRE LOS COEFICIENTES	339
8.1.	La Descomposición básica y el contraste de regresión	339
8.2.	Contrastes sobre los coeficientes individuales	340
8.3.	Contrastes de grupos de coeficientes	340
8.4.	Interpretación de los contrastes	341
9.	CORRELACIÓN EN REGRESIÓN MÚLTIPLE	344
9.1.	El coeficiente de determinación	344
9.2.	R^2 y el test de regresión	345
9.3.	El coeficiente de determinación corregido	345
9.4.	Correlación parcial	346
9.5.	Corelación parcial y regresión por etapas	347
10.	PREDICCIÓN	349
10.1.	Predicción del valor medio	349
10.2.	Intervalos de confianza para el valor medio	351
10.3.	Predicción de una nueva observación	351
10.4.	Intervalo de confianza para una nueva observación	352
11.	RESUMEN DEL CAPÍTULO	353
	APENDICE 12A: La matriz C de variables ortogonalizadas	361



BIBLIO

APENDICE 12B: La matriz V de distancias entre las X	362
APENDICE 12C: El teorema de Gauss-Markov	365
APENDICE 12D: El principio de variabilidad incremental relativa	366
APENDICE 12E: Estimación con restricciones y el contraste F	374
APENDICE 12F: Relación entre correlaciones simples, parciales y múltiples...	376
Capítulo 13. DIAGNOSIS Y VALIDACION DEL MODELO DE RE- GRESION MULTIPLE	381
1. INTRODUCCIÓN	381
2. MULTICOLINEALIDAD	382
2.1. Definición y consecuencias	382
2.2. Identificación	386
2.3. Tratamiento	388
3. EL ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS	394
3.1. Propiedades de los residuos	394
3.2. El análisis gráfico de los residuos	395
3.3. Un test de valores atípicos	397
4. ERROR DE ESPECIFICACIÓN	404
4.1. Definición y consecuencias	404
4.2. Identificación	405
4.3. Tratamiento	408
5. LA HIPÓTESIS DE NORMALIDAD	416
5.1. Definición y consecuencias	416
5.2. Identificación	417
5.3. Tratamiento	417
6. ROBUSTEZ DEL MODELO. OBSERVACIONES INFLUYENTES	418
6.1. Fundamentos	418
6.2. Robustez a priori del modelo	419
6.3. La robustez a posteriori del modelo	420
7. LA HIPÓTESIS DE HETEROCEDASTICIDAD	430
7.1. Definición y consecuencias	430
7.2. Identificación	430
7.3. Tratamiento	432
8. AUTOCORRELACIÓN Y SUS CONSECUENCIAS	433
8.1. Definición y consecuencias	433
8.2. Identificación	437
8.3. Tratamiento	438
9. MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS	441
9.1. Fundamento	441
9.2. Estimación	442
9.3. Aplicaciones para corregir la heterocedasticidad	443
9.4. Regresión robusta	445

10. CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE REGRESIÓN	447
10.1. Estrategias de regresión	447
10.2. Criterios de elección de variables	451
11. VALIDACIÓN DEL MODELO.....	453
11.1. Contrastes de validación cruzada	453
11.2. Coeficiente de robustez	454
APENDICE 13A: Componentes principales.....	458
APENDICE 13B: Regresión contraída.....	460
APENDICE 13C: Mínimos cuadrados generalizados	462
APENDICE 13D: El método de mínimos cuadrados con datos no normales.....	465
APENDICE 13E: Comparación entre criterios de selección de modelos.....	467
APENDICE 13F: Deducción del estadístico de Cook.....	470
Capítulo 14. EXTENSIONES DEL MODELO DE REGRESION	473
1. INTRODUCCIÓN	473
2. REGRESIÓN CON VARIABLES CUALITATIVAS	474
2.1. El concepto de variable ficticia	474
2.2. Interacción entre atributos	478
2.3. Interacción entre atributos y regresores	481
3. EL ANÁLISIS DE LA COVARIANZA.....	483
3.1. Fundamentos	483
3.2. Estimación de los modelos	483
3.3. Contrastes del análisis de covarianza.....	485
4. REGRESIÓN Y MODELOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL	492
4.1. Comparación en el modelo con un factor	492
4.2. El modelo lineal general	492
5. MODELOS DE REGRESIÓN CON VARIABLE RESPUESTA CUALITATIVA.....	500
5.1. Formulación del problema	500
5.2. El modelo logístico (Logit)	502
6. MODELOS POLINÓMICOS.....	510
6.1. Introducción	510
6.2. Regresión polinómica con una variable explicativa.....	511
6.3. Superficies de respuesta	512
7. ESTIMACIÓN RECURSIVA	528
7.1. El efecto de incorporar una nueva observación.....	528
7.2. Algoritmo recursivo.....	530
8. LECTURAS RECOMENDADAS.....	533
APENDICE 14A: Estimación con variables ficticias	537
APENDICE 14B: Análisis de la varianza con un factor y regresión	540
APENDICE 14C: Análisis discriminante	542



LIBRO

APENDICE 14D: Análisis canónico de superficies de respuesta	545
QUINTA PARTE: SERIES TEMPORALES	
Capítulo 15. ANALISIS UNIVARIANTE DE SERIES TEMPORALES	549
1. INTRODUCCIÓN	549
2. SERIES TEMPORALES Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS	550
2.1. El concepto de proceso estocástico	550
2.2. Procesos estacionarios	553
2.3. Proceso de ruido blanco	555
2.4. Procesos Integrados	555
3. PROCESOS AUTORREGRESIVOS	557
3.1. Proceso autorregresivo de primer orden	557
3.2. Proceso autorregresivo de segundo orden	559
3.3. Proceso autorregresivo general	563
3.4. La función de autocorrelación parcial	566
4. PROCESOS DE MEDIA MÓVIL	569
4.1. Descomposición de Wold	569
4.2. El proceso de media móvil de orden uno	572
4.3. El proceso de media móvil general	573
5. PROCESOS ARMA	574
5.1. Proceso ARMA (1, 1)	574
5.2. Proceso ARMA (p, q)	577
6. PROCESOS NO ESTACIONARIOS	580
6.1. Paseo aleatorio	580
6.2. El proceso de alisado exponencial simple	581
6.3. Procesos ARIMA	582
6.4. Procesos ARIMA estacionales	584
7. LA IDENTIFICACIÓN DEL MODELO ARIMA	590
7.1. Identificación de la estructura no estacionaria	590
7.2. La identificación de la estructura ARMA	598
8. LA ESTIMACIÓN DEL MODELO ARMA	600
8.1. Estimación de procesos AR	600
8.2. Estimación de modelos MA y Mixtos	603
8.3. Propiedades de los estimadores	604
9. DIAGNOSIS DEL MODELO	605
9.1. Contrastes básicos	605
9.2. Reformulación	608
9.3. Sobreajuste	609
9.4. Búsqueda de componentes deterministas	609
9.5. Análisis del grado de diferenciación	610

10. PREDICCIÓN CON MODELOS ARIMA	613
10.1. La esperanza condicionada como predictor óptimo	613
10.2. La ecuación de prección de un modelo ARIMA	613
10.3. Interpretación de las predicciones	615
10.4. Varianza de las predicciones	619
10.5. Adaptación de las predicciones.....	620
10.6. Contraste de estabilidad del modelo	622
11. ANÁLISIS DE UN CASO	622
11.1. Identificación inicial	623
11.2. Identificación de la estructura ARMA	627
11.3. Estimación	630
11.4. Contraste diagnósticos	631
12. LECTURAS RECOMENDADAS.....	633
APENDICE 15A: Ecuaciones en diferencias	633
APENDICE 15B: Comportamiento pseudo-periódico del AR (2).....	635
APENDICE 15C: Predicción y esperanza condicional.....	636
APENDICE 15D: Algoritmos de optimización no lineal.....	637
Capítulo 16: REGRESION DINAMICA.....	641
1. INTRODUCCIÓN	641
2. FORMULACIÓN DE MODELOS DE REGRESIÓN DINÁMICA.....	642
2.1. Fundamentos conceptuales.....	642
2.2. Parametrización de la función de transferencia	643
2.3. Características de la función de respuesta a impulsos	645
2.4. Modelización del proceso de inercia	652
2.5. Cointegración	653
3. LA IDENTIFICACIÓN DEL MODELO.....	654
3.1. La función de covarianzas cruzadas	654
3.2. Relación entre las funciones de covarianzas cruzadas y de respuesta a impulsos	657
3.3. Estimación de la función de covarianzas cruzadas	658
3.4. Identificación de la función de transferencia	659
3.5. Identificación del proceso de inercia	663
4. ESTIMACIÓN	663
5. CONTRASTES DIAGNOSTICOS	665
5.1. Contrastes sobre los parámetros	665
5.2. Contrastes sobre los residuos	666
5.3. Contrastes de cointegración	667
6. PREDICCIÓN	669
7. GENERALIZACIÓN PARA VARIAS SERIES EXPLICATIVAS	671
8. ANÁLISIS DE INTERVENCIÓN.....	672
9. LECTURAS RECOMENDADAS.....	678



APENDICE II: Ejemplos de Diseños experimentales 679
APENDICE III: Matrices, Proyecciones y Distribuciones 683
RESOLUCION DE EJERCICIOS 707

TABLAS:

Tabla 4: Distribución normal estandarizada 723
Tabla 5: Distribución *t* de Student 724
Tabla 6: Distribución χ^2 725
Tabla 7b: Distribución *F* 726
Tabla 14: Estadístico de Durbin-Watson 728

BIBLIOGRAFIA 729

INDICE ANALITICO 739

INDICE ONOMASTICO 743