

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>16</b>
<b>Abstract</b>	<b>18</b>
<b>Resum</b>	<b>20</b>
<b>Introducción</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento y formulación básicos</b>	<b>48</b>
<b>Objetivos de la tesis</b>	<b>53</b>
<b>I Método de Triangulación homogénea</b>	<b>57</b>
<b>1. Sobre el método</b>	<b>59</b>
1.1. Introducción Parte I . . . . .	59
1.1.1. Definición de la Red de Prueba. Localización . . . . .	61
1.1.2. Monumentación, materiales y características constructivas . . . . .	61
1.1.3. Especificaciones técnicas de las estaciones totales utilizadas . . . . .	65
1.2. Resultados de la Observación. Observaciones angulares azimutales . . . . .	67
1.2.1. Test de adherencia de Pearson . . . . .	68
1.3. Resultados de la Observación. Observaciones distanciométricas	72
1.3.1. Test de adherencia de Pearson . . . . .	72
1.4. El vector de coordenadas aproximadas $X_a$ . Consistencia de la Figura . . . . .	74
1.4.1. Cálculo de la Consistencia de la Figura y optimización del camino de cálculo del vector $X_a$ . . . . .	75

1.4.2.	Un primer ajuste. La red Libre Triangulada . . . . .	78
1.4.3.	Cálculo de las coordenadas aproximadas y de los azimutes . . . . .	82
1.4.3.1.	Cálculo de las coordenadas aproximadas por el camino de mejor consistencia angular . . . . .	82
1.4.3.2.	Cálculo de las coordenadas aproximadas por el camino de mejor consistencia distan- ciométrica . . . . .	83
1.4.3.3.	Cálculo de azimutes . . . . .	85
1.5.	Ponderación de observables . . . . .	87
1.5.1.	Varianza del observable de peso unidad . . . . .	87
1.5.2.	Ponderación según las características técnicas de la instrumentación . . . . .	87
1.5.3.	Ponderación según los observables de la red . . . . .	88
1.5.4.	La ponderación y cálculo en la práctica de una red triangulaterada con homogeneización de datos . . . . .	90
1.5.5.	Método de cálculo de la Triangulateración en ajuste gaussiano determinista con homogeneización de datos . . . . .	90
1.5.6.	El factor de conversión y las varianzas proporcionales de las formas lineales de azimut . . . . .	102
1.5.7.	El factor de conversión y las varianzas proporcionales de las formas lineales de distancia . . . . .	104
1.5.7.1.	Pesos homogeneizados . . . . .	105
1.6.	Resolución de la red Triangulaterada . . . . .	105
1.6.1.	Formas lineales de azimut . . . . .	105
1.6.1.1.	Ecuaciones de azimut factorizadas . . . . .	106
1.6.2.	Formas lineales de distancia . . . . .	107
1.6.2.1.	Ecuaciones de distancia factorizadas . . . . .	107
1.6.3.	Síntesis y resultado del ajuste de la red triangulaterada . . . . .	108
1.6.3.1.	La matriz $A$ , la matriz de pesos $P$ , el vector de términos independientes $K$ , y la matriz $S$ . . . . .	108
1.6.3.2.	Un ejemplo aclaratorio . . . . .	110
1.6.4.	El vector de variables, el vector de residuos y la va- rianza a posteriori del observable de peso unidad . . . . .	114

1.6.5.	Las matrices de criterio: matriz cofactor de las variables o parámetros, matriz cofactor de los residuos, matriz cofactor de los observables corregidos, matriz varianza-covarianza de las variables o parámetros, matriz varianza-covarianza a posteriori de los residuos, y matriz varianza-covarianza a posteriori de los observables corregidos . . . . .	115
1.6.6.	Comprobación de los observables: fiabilidad interna de la red . . . . .	117
1.6.7.	Comprobación de los observables: fiabilidad externa de la red . . . . .	119
1.6.8.	Semiejes de la elipse standard . . . . .	122
1.6.9.	Nota sobre la constante K . . . . .	122
1.7.	Figuras de error . . . . .	124
1.7.1.	La podaria o curva pedal . . . . .	124
1.7.2.	La elipse asociada a la curva pedal . . . . .	126
1.7.3.	Probabilidades de error asociadas a las figuras de error	127
1.8.	Cálculo del porcentaje de error en ajuste gaussiano determinista	129
1.8.1.	Teoría sobre el cálculo de porcentaje de error en ajuste gaussiano determinista . . . . .	129
1.8.2.	Error o perturbación db . . . . .	141
1.8.3.	Error o perturbación db con ponderación clásica . . .	143
1.8.4.	Error o perturbación dS . . . . .	145
1.9.	Resultados y conclusiones del Método de Triangulateración homogénea . . . . .	146
1.9.1.	Resultados finales . . . . .	146
1.9.2.	Protocolo de cálculo y de análisis del Método de Triangulateración homogénea . . . . .	149
1.9.2.1.	Los observables . . . . .	149
1.9.2.2.	Las coordenadas aproximadas . . . . .	149
1.9.2.3.	La solución pseudoinversa . . . . .	152
1.9.2.4.	La ponderación de la Triangulateración homogénea . . . . .	153
1.9.2.5.	Análisis de los resultados parciales . . . . .	158
1.9.2.6.	Figuras de error y fiabilidad . . . . .	161
1.9.2.7.	Cálculo del porcentaje de error . . . . .	163

<b>II</b>	<b>Método de Incrementos de Coordenadas</b>	<b>165</b>
<b>2.</b>	<b>Sobre el método</b>	<b>167</b>
2.1.	Introducción Parte II . . . . .	167
2.2.	Teoría sobre el ajuste gaussiano por Incrementos de Coordenadas . . . . .	169
2.2.1.	Sobre la geometría de las soluciones posibles en el ajuste Gauss de una red local . . . . .	169
2.2.2.	Las covarianzas a priori en las matrices de diseño de observables . . . . .	173
2.2.3.	Caso de observables GNSS y relacionados con ellos . . . . .	175
2.2.4.	Teoría y praxis de ajuste doble por Incrementos de Coordenadas: una solución rigurosa . . . . .	179
2.2.5.	Posibles soluciones aproximadas . . . . .	183
2.2.6.	Síntesis y conclusión . . . . .	185
2.3.	Aplicación del método de Incrementos de Coordenadas en una red clásica . . . . .	187
2.3.1.	Resolución por el método de Triangulateración homogénea . . . . .	188
2.3.1.1.	Especificaciones técnicas de la estación total utilizada . . . . .	188
2.3.1.2.	Observaciones angulares azimutales . . . . .	189
2.3.1.3.	Observaciones distanciométricas . . . . .	191
2.3.1.4.	Cálculo de la Consistencia de la Figura y optimización del camino de cálculo del vector $X_a$ . . . . .	191
2.3.1.5.	El factor de conversión y las varianzas proporcionales de las formas lineales de azimut . . . . .	195
2.3.1.6.	El factor de conversión y peso de las formas lineales de distancia . . . . .	197
2.3.1.7.	Los pesos homogeneizados . . . . .	197
2.3.1.8.	Ecuaciones de azimut y de distancia factorizadas . . . . .	198
2.3.1.9.	El vector de variables, el vector de residuos y la varianza a posteriori del observable de peso unidad . . . . .	199

2.3.1.10.	Las matrices de criterio: matriz cofactor de las variables o parámetros, matriz cofactor de los residuos, matriz cofactor de los observables corregidos, matriz varianza-covarianza de las variables o parámetros, matriz varianza-covarianza a posteriori de los residuos, y matriz varianza-covarianza a posteriori de los observables corregidos . . . . .	200
2.3.1.11.	Comprobación de los observables: fiabilidad interna de la red . . . . .	201
2.3.1.12.	Comprobación de los observables: fiabilidad externa de la red . . . . .	203
2.3.1.13.	Semiejes de la elipse standard . . . . .	205
2.3.1.14.	La elipse asociada a la curva pedal . . . . .	206
2.3.1.15.	Probabilidades asociadas a las figuras de error	206
2.3.1.16.	Error o perturbación db . . . . .	208
2.3.1.17.	Resultados finales de la red triangulaterada .	208
2.3.2.	Resolución por el método de Incrementos de Coordenadas . . . . .	209
2.3.2.1.	Test de Pearson. Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los observables clásicos . . . . .	210
2.3.2.2.	Coordenadas aproximadas . . . . .	213
2.3.2.3.	Formas lineales específicas de los incrementos de coordenadas . . . . .	213
2.3.2.4.	Las matrices de pesos . . . . .	216
2.3.2.5.	Síntesis y resultados del ajuste de la red por el método de Incrementos de Coordenadas . .	226
2.3.2.6.	Resultados finales de la red por incrementos parciales . . . . .	239
2.4.	Resolución de la red de observables clásicos junto a observables GNSS por el método de Triangulateración homogénea .	240
2.4.1.	El vector de observables GNSS . . . . .	240
2.4.2.	Las coordenadas aproximadas . . . . .	241
2.4.3.	La matriz de pesos $P$ . . . . .	241
2.4.4.	Ecuaciones de distancia GNSS factorizadas . . . . .	244
2.4.5.	Matriz de diseño $A$ , vector $K$ de términos independientes y matriz de pesos $P$ de la red con descentrado . . .	245
2.4.6.	Resultados del ajuste de la red triangulaterada con descentrado . . . . .	246

2.4.7.	Matriz de diseño $A$ , vector $K$ de términos independientes y matriz de pesos $P$ de la red sin descentrado . . .	250
2.4.8.	Resultados del ajuste de la red triangulaterada sin descentrado . . . . .	251
2.4.9.	Estudio de los parámetros y matrices de criterio de la Triangulateración homogénea clásica con observables adicionales GNSS . . . . .	255
2.4.10.	Estudio de la fiabilidad interna y fiabilidad externa de la Triangulateración homogénea clásica con observables adicionales GNSS . . . . .	258
2.4.11.	Recintos de error . . . . .	259
2.4.12.	Errores en redondeo dS y db . . . . .	260
2.4.13.	Conclusiones básicas . . . . .	260
2.5.	Una práctica usual desaconsejable: resolución de la red de observables clásicos junto a observables GNSS con matriz de pesos factorizada . . . . .	262
2.5.1.	Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los observables clásicos. Test de Pearson . . . . .	262
2.5.2.	Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los vectores GNSS. Test de Pearson . . . . .	263
2.5.3.	Las coordenadas aproximadas . . . . .	264
2.5.4.	Matriz de diseño $A$ y el vector $K$ de términos independientes . . . . .	266
2.5.5.	Las matriz de pesos factorizada $P'$ . . . . .	266
2.5.6.	Las matrices de diseño $A'$ y $K'$ . . . . .	268
2.5.7.	Resultados del ajuste de la red mixta por incrementos con matriz de pesos factorizada . . . . .	269
2.6.	Aplicación del método de Incrementos de Coordenadas en una red exclusiva GNSS . . . . .	274
2.6.1.	Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los vectores GNSS. Test de Pearson . . . . .	275
2.6.2.	Las coordenadas aproximadas . . . . .	276
2.6.3.	Síntesis y resultados del ajuste de la red GNSS por el método de Incrementos de Coordenadas . . . . .	277
2.6.3.1.	El vector de variables, el vector de residuos y la varianza a posteriori del observable de peso unidad en las subredes 1 y 2 . . . . .	279
2.6.3.2.	El resultado del ajuste doble por Incremento de Coordenadas a partir de los parámetros $dx_{V2}$ y $dy_{V2}$ de las subredes 1 y 2 . . . . .	281

2.6.3.3.	Las matrices de criterio de las subredes 1 y 2	281
2.6.3.4.	Comprobación de los observables: fiabilidad interna de las subredes 1 y 2 . . . . .	282
2.6.3.5.	Comprobación de los observables: fiabilidad externa de la subredes 1 y 2 . . . . .	284
2.6.3.6.	Semiejes de la elipse standard y elipses asociadas a la curvas pedales de las subredes 1 y 2 . . . . .	286
2.6.3.7.	Probabilidades de error asociadas a las figuras de error de las subredes 1 y 2 . . . . .	287
2.6.3.8.	Error o perturbación DB de las subredes 1 y 2	288
2.6.4.	Resultados finales de la red por incrementos parciales .	288
2.7.	Conclusiones Parte II . . . . .	290

**III Recintos de error y su interpretación en una red local observada con GNSS y ajustada por Incrementos de Coordenadas. Teoría y Praxis** **293**

<b>3.</b>	<b>Sobre las distintas figuras de error asociadas a los vértices de una red local</b>	<b>297</b>
3.1.	Hiperpodarias de error . . . . .	297
3.2.	Hiperelipsoides e hiperparalelepípedos de error. Aplicación del Análisis Multivariante . . . . .	305
3.2.1.	Hiperelipsoides de error . . . . .	305
3.2.1.1.	Revisión de los hiperelipsoides de error en ajustes gaussianos clásicos . . . . .	305
3.2.1.2.	Aplicación del Análisis Multivariante a la deducción de los hiperelipsoides de error . . .	308
3.2.2.	Hiperparalelepípedos de error . . . . .	316
3.2.3.	El Problema de Diseño de Orden Dos (PD2). Cuestiones de álgebra matricial . . . . .	324
3.2.3.1.	Producto de Kronecker-Zehfuss . . . . .	327
3.2.3.2.	Producto de Khatri-Rao . . . . .	328
3.2.3.3.	Expresiones fundamentales de cálculo . . . .	330
3.2.3.4.	Aplicación al Diseño de Redes por Gauss. Primer Procedimiento . . . . .	332
3.2.3.5.	Aplicación al Diseño de Redes por Gauss. Segundo Procedimiento . . . . .	334

3.2.3.6.	Conclusiones prácticas conceptuales y operativas . . . . .	336
3.3.	Figuras de error bidimensionales. Rectángulos, podarias y elipses de error. Extensión a tres dimensiones . . . . .	343
3.3.1.	Estado de la cuestión y planteamiento . . . . .	343
3.3.2.	Figuras bi y tridimensionales . . . . .	349
3.3.3.	Áreas y volúmenes de recintos de error. Estudio comparativo . . . . .	355
3.3.3.1.	Recintos bidimensionales . . . . .	356
3.3.3.2.	Superficies comparadas . . . . .	363
3.3.3.3.	Hipervolumetría de recintos de incertidumbre . . . . .	369
<b>4.</b>	<b>Aplicación de la teoría de recintos de error a una red local observada con GNSS y ajustada por Incrementos de Coordenadas</b>	<b>375</b>
4.1.	Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los vectores GNSS . . . . .	376
4.2.	Test de Normalidad de Pearson . . . . .	377
4.3.	La matriz varianza-covarianza a priori de los observables . . . . .	379
4.4.	Las coordenadas aproximadas . . . . .	381
4.5.	Formas lineales específicas de los incrementos de coordenadas. La matriz de diseño $A$ de elementos exactos, el vector $K$ de términos independientes y la matriz de pesos $P$ . . . . .	381
4.5.1.	Las formas lineales por incrementos de coordenadas . . . . .	381
4.5.2.	La matriz de diseño $A$ y el vector $K$ . . . . .	382
4.5.3.	La matriz de pesos $P$ . . . . .	385
4.6.	Resultados del ajuste de la red GNSS por el método de Incrementos de Coordenadas . . . . .	386
4.6.1.	El vector de variables, el vector de residuos y la varianza a posteriori del observable de peso unidad . . . . .	386
4.6.2.	Las matrices de criterio $Q_{xx}$ y $\sigma_{xx}$ . . . . .	388
4.6.2.1.	La matriz $S$ y los recintos de error de las variables . . . . .	389
4.6.3.	Otras matrices de criterio . . . . .	390
4.6.4.	Comprobación de los observables: fiabilidad interna . . . . .	392
4.6.5.	Comprobación de los observables: fiabilidad externa . . . . .	394
4.7.	Primera solución de la red . . . . .	396
4.7.1.	Obtención de los recintos de error del sistema de matriz varianza covarianza no diagonal . . . . .	396

4.7.2.	Análisis multivariante. Porcentaje de fiabilidad conjunta de los recintos de error de los vértices $V1$ y $V4$ .	406
4.7.3.	Error o perturbación db . . . . .	410
4.7.4.	Resultados finales de la primera solución de la red . .	411
4.8.	Segunda solución de la red. Aplicación del Problema de Diseño de Orden Dos . . . . .	417
4.9.	Tercera solución de la red. Aplicación del Problema de Diseño de Orden Dos al caso más general . . . . .	427
4.10.	En torno a la previsión de recintos de error . . . . .	438
<b>5.</b>	<b>Conclusiones Parte III</b>	<b>445</b>

**IV Cuestiones básicas en interpretación de una red clásica libre ajustada por el método de Incrementos de Coordenadas** **447**

<b>6.</b>	<b>Red clásica libre ajustada por Incrementos de Coordenadas en dos subredes</b>	<b>451</b>
6.1.	Tratamiento inicial de datos. Aplicación del método de Incrementos de Coordenadas . . . . .	451
6.1.1.	Test de Pearson de los observables clásicos . . . . .	452
6.1.2.	Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los observables clásicos . . . . .	452
6.1.3.	Las coordenadas aproximadas . . . . .	453
6.1.4.	Formas lineales específicas de los incrementos de coordenadas . . . . .	454
6.1.5.	La matriz de pesos $P$ . . . . .	455
6.2.	Solución con matriz pseudoinversa . . . . .	456
6.2.1.	Cuestiones sobre metodología y resultados . . . . .	463
6.2.2.	Solución pseudoinversa por ajustes coordinados con adición de funciones de variables o parámetros . . . .	469
6.3.	Solución inversa generalizada recíproca . . . . .	470
6.3.1.	Cuestiones sobre metodología y resultados . . . . .	475
6.4.	Solución inversa generalizada recíproca con zonas de distinta significación . . . . .	481
6.4.1.	Resultados. Coordenadas compensadas . . . . .	488
6.4.2.	Análisis multivariante de la red clásica libre por zonas de distinta significación en ajuste único . . . . .	489
6.4.2.1.	Varianza a priori del observable de peso unidad	489

6.4.2.2.	Varianza a posteriori del observable de peso unidad . . . . .	489
6.4.2.3.	Matriz cofactor de los vértices de la zona A .	490
6.4.2.4.	Matriz varianza covarianza de los vértices de la zona A . . . . .	490
6.4.2.5.	Semilados de los rectángulos de error a partir de las matrices varianza covarianza de la zona A	491
6.4.2.6.	Autovectores y autovalores de la matriz va- rianza covarianza de los vértices de la zona A . . . . .	491
6.4.2.7.	Semiejes de las figuras de error a partir de los autovalores . . . . .	491
6.4.2.8.	Recintos de error y fiabilidades compuestas .	494
6.4.3.	Error o perturbación db . . . . .	500
6.4.4.	Coordenadas compensadas . . . . .	506
6.4.5.	Matrices de criterio a posteriori . . . . .	506
6.4.5.1.	Matrices de criterio de la subred 1 de las variables de los vértices la zona A . . . . .	506
6.4.5.2.	Matrices de criterio de la subred 2 de las variables de los vértices la zona A . . . . .	510
6.4.6.	Comprobación de los observables: fiabilidad interna . .	512
6.4.6.1.	Fiabilidad interna de la subred 1 de las variables de la zona A . . . . .	512
6.4.6.2.	Fiabilidad interna de la subred 2 de las variables de la zona A . . . . .	514
6.4.7.	Comprobación de los observables: fiabilidad externa .	516
6.4.7.1.	Fiabilidad externa de la subred 1 de las variables de los vértices de la zona A . . . . .	516
6.4.7.2.	Fiabilidad externa de la subred 2 de las variables de los vértices de la zona A . . . . .	517
6.4.8.	Cuestiones finales sobre metodología y resultados de la solución inversa generalizada recíproca con y sin zonas de distinta significación . . . . .	518

**7. Red clásica libre por Incrementos de Coordenadas en ajuste  
único 521**

7.1.	Obtención del sistema de formas lineales único . . . . .	521
7.2.	Solución con matriz pseudoinversa . . . . .	523
7.3.	Solución inversa generalizada recíproca . . . . .	526

7.4.	Solución inversa generalizada recíproca con zonas de distinta significación . . . . .	529
7.4.1.	Resultados. Coordenadas compensadas . . . . .	532
7.4.2.	Análisis multivariante de la red clásica libre por zonas de distinta significación en ajuste único . . . . .	533
7.4.2.1.	Varianza a priori del observable de peso unidad	533
7.4.2.2.	Varianza a posteriori del observable de peso unidad . . . . .	533
7.4.2.3.	Matriz cofactor de los vértices de la zona A .	534
7.4.2.4.	Matriz varianza covarianza de los vértices de la zona A . . . . .	534
7.4.2.5.	Semilados de los rectángulos de error a partir de las matrices varianza covarianza de la zona A	534
7.4.2.6.	Autovectores y autovalores de la matriz varianza covarianza de los vértices de la zona A . . . . .	535
7.4.2.7.	Semiejes de las figuras de error a partir de los autovalores . . . . .	535
7.4.2.8.	Recintos de error y fiabilidades compuestas .	537
7.4.3.	Nota sobre cuestiones de metodología . . . . .	541
<b>8.</b>	<b>Conclusiones Parte IV</b>	<b>543</b>
<b>V</b>	<b>El Problema Principal de Diseño. Densificación a partir de la Solución Inversa Generalizada Recíproca con Zonas de Distinta Significación</b>	<b>545</b>
<b>9.</b>	<b>Introducción Parte V</b>	<b>547</b>
<b>10.</b>	<b>Cuestiones conceptuales</b>	<b>561</b>
10.1.	Caso malla rectangular . . . . .	561
10.2.	Caso general con utilización de ejes oblicuos . . . . .	600
10.3.	Nota acerca de la densificación de los vértices de la zona B, o vértices obtenidos con solución pseudoinversa . . . . .	619
<b>11.</b>	<b>Aplicación sobre la red de la UPV</b>	<b>629</b>
11.1.	Vértices iniciales . . . . .	629
11.2.	Recintos de error de los vértices iniciales . . . . .	630
11.2.1.	La zona A . . . . .	630

11.2.1.1. Recintos de error y fiabilidades compuestas de los vértices de la zona A . . . . .	630
11.2.2. La zona B . . . . .	630
11.2.2.1. Coordenadas de la zona B . . . . .	630
11.2.2.2. Matriz cofactor de los vértices de la zona B .	632
11.2.2.3. Matriz varianza covarianza de los vértices de la zona B . . . . .	632
11.2.2.4. Semilados de los rectángulos de error a partir de las matrices varianza covarianza de la zona B	632
11.2.2.5. Autovectores y autovalores de la matriz varianza covarianza de los vértices de la zona B . . . . .	633
11.2.2.6. Semiejes de las figuras de error a partir de los autovalores . . . . .	633
<b>12. Densificación de la red de la UPV</b>	<b>635</b>
12.1. Densificación con los puntos correlativos de la zona A . . . . .	635
12.1.1. Recintos de error y fiabilidades compuestas . . . . .	636
12.2. Densificación con los puntos pertenecientes al arco capaz de $\frac{\pi}{2}$ sobre la base definida por los vértices $V_1 V_2$ . . . . .	638
12.2.1. Recintos de error y fiabilidades compuestas . . . . .	638
12.3. Densificación con un punto cualquiera en referencia al caso teórico de ejes oblicuos . . . . .	642
12.3.1. Recintos de error y fiabilidades compuestas . . . . .	642
12.4. Densificación con los puntos correlativos de la zona B . . . . .	644
12.5. Densificación con puntos con abscisas procedentes de la zona A y ordenadas de la zona B y viceversa . . . . .	646
<b>13. Conclusiones Parte V</b>	<b>649</b>
<b>VI Sobre la Evolución en el Tiempo de una Red Local. Control Gaussiano de deformaciones</b>	<b>651</b>
<b>14. Introducción Parte VI</b>	<b>653</b>
<b>15. Cuestiones conceptuales</b>	<b>655</b>
<b>16. Aplicación sobre la red de la UPV</b>	<b>671</b>
16.1. Tratamiento inicial de datos. Aplicación del método de Incrementos de Coordenadas . . . . .	671

16.1.1. Test de Pearson de los observables clásicos . . . . .	671
16.1.2. Cálculo de los incrementos de coordenadas a partir de los observables clásicos . . . . .	671
16.1.3. Las coordenadas aproximadas . . . . .	675
16.1.4. Formas lineales específicas de los incrementos de coordenadas . . . . .	676
16.1.5. La matriz de pesos $P$ . . . . .	681
16.2. Solución con matriz pseudoinversa . . . . .	692
16.3. Solución inversa generalizada recíproca con zonas de distinta significación . . . . .	697
16.3.1. Análisis multivariante . . . . .	701
16.3.1.1. Varianza a priori del observable de peso unidad . . . . .	702
16.3.1.2. Varianza a posteriori del observable de peso unidad . . . . .	702
16.3.1.3. Matriz cofactor de los vértices de la zona A .	702
16.3.1.4. Matriz varianza covarianza de los vértices de la zona A . . . . .	703
16.3.1.5. Semilados de los rectángulos de error o incertidumbre a partir de las matrices varianza covarianza de la zona A . . . . .	703
16.3.1.6. Autovectores y autovalores de la matriz varianza covarianza de los vértices de la zona A . . . . .	704
16.3.1.7. Semiejes de las figuras de error o incertidumbre a partir de los autovalores . . . . .	705
16.3.1.8. Recintos de error y fiabilidades compuestas .	706
16.3.2. Error o perturbación db . . . . .	708
16.3.3. Resultados . . . . .	712
16.3.4. Matrices de criterio a posteriori . . . . .	717
16.3.4.1. Matrices de criterio de la subred 1 de las variables de los vértices de la zona A . . . . .	717
16.3.4.2. Matrices de criterio de la subred 2 de las variables de los vértices de la zona A . . . . .	719
16.3.5. Comprobación de los observables: fiabilidad interna . .	722
16.3.5.1. Fiabilidad interna de la subred 1 de las variables de la zona A . . . . .	722
16.3.5.2. Fiabilidad interna de la subred 2 de las variables de la zona A . . . . .	723

16.3.6. Comprobación de los observables: fiabilidad externa . . . . .	725
16.3.6.1. Fiabilidad externa de la subred 1 de las variables de los vértices de la zona A . . . . .	725
16.3.6.2. Fiabilidad externa de la subred 2 de las variables de los vértices de la zona A . . . . .	726
16.4. Densificación con un punto cualquiera en referencia al caso teórico de ejes oblicuos . . . . .	727
<b>17. Conclusiones</b>	<b>733</b>
<b>VII Conclusiones finales</b>	<b>741</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>762</b>