

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1. ELEMENTOS DE CARTOGRAFÍA	21
1.1.1 Recuento histórico	21
1.1.2 Definición de cartografía	23
1.1.3 Definición y clasificación de los mapas	23
1.1.3.1 Clasificación en función de propósito del mapa	24
1.1.3.2 Clasificación en función de la escala	25
1.1.4 Escala de un mapa	25
1.1.5 Precisiones de los mapas	26
1.1.5.1 Precisión planimétrica	26
1.1.5.2 Precisión altimétrica	27
1.2. LA FORMA DE LA TIERRA Y LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS	28
1.2.1 La forma de la Tierra	28
1.2.2 Coordenadas geográficas	32
1.2.2.1 Modelo esférico	32
1.2.2.2 Modelo elipsóidico	33
1.2.3 Principales propiedades del elipsoide de revolución	35
1.3. SISTEMAS DE PROYECCIÓN	36
1.3.1 Clasificación en función de la superficie sobre la cual se proyecta	37
1.3.2 Clasificación en función del tipo de deformación	38
1.3.2.1 Proyección conforme u ortomorfa	38
1.3.2.2 Proyección equivalente, equiárea ó autállica	38
1.3.2.3 Proyecciones afilácticas y equidistantes	39
1.3.3 Sistemas de proyección azimutal	39
1.3.3.1 Clasificación en función de la localización del centro de proyección	40
1.3.3.2 La proyección Conforme de Gauss ó Transversa de Mercator (T.M) modificada	41
1.3.3.2.1 Propiedades	41

1.3.3.2 Orígenes utilizados en Colombia para la proyección Conforme de Gauss	42
1.4. EJERCICIOS PRÁCTICOS	43
1.5. PRACTICA TEÓRICA No. 1: "Cartografía"	43
2. FOTOGRAMETRIA, DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES	45
2.1. RECuento HISTÓRICO	45
2.1.1 El desarrollo de la fotointerpretación	48
2.1.2 Aprovechamiento de la fotointerpretación en las ciencias y la ingeniería	48
2.1.3 La fotogrametría en Colombia	50
2.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRIA	52
2.2.1 Definición	52
2.2.2 Clasificación de la fotogrametría	52
2.2.2.1 Según el tipo de información	52
2.2.2.2 Según el tipo de fotografía utilizada y la posición espacial de la cámara	53
2.3. ELEMENTOS DE UNA FOTOGRAFÍA AÉREA VERTICAL	54
2.4. TIPOS DE CÁMARAS Y SENSORES	57
2.4.1 Cámaras cartográficas ó métricas	57
2.4.2 Cámaras para fotointerpretación	57
2.4.3 Cámara terrestre	58
2.4.4 SLAR (Side - looking Airborn Radar)	58
2.5. CLASIFICACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS	59
2.5.1 Por el tipo de cámara	59
2.5.2 Clasificación en función de la inclinación del eje óptico	59
2.5.3 Clasificación en función del campo angular del objetivo	60
2.5.4 Clasificación por el tipo de emulsión	61
2.6. PRACTICA No. 2: "Reconocimiento del laboratorio"	63
3. ESTEREOSCOPIA Y PARALAJE	63
3.1. ESTEREOSCOPIA	63
3.1.1 Principio de la doble imagen	63
3.1.2 Principio del ángulo paraláctico	63
3.1.3 Visión estereoscópica	64
3.2. LA PALABRA PARALAJE	65

3.3. ESTEREOSCOPIOS	66
3.3.1 Estereoscopio de lentes	66
3.3.2 Estereoscopio de espejos	67
3.4. FACTORES QUE AFECTAN LA VISIÓN ESTEREOSCOPICA	68
3.5. EXAGERACIÓN VERTICAL	68
3.6. EL PRINCIPIO DE LA MARCA FLOTANTE	68
3.7. ORIENTACIÓN DE UN PAR DE FOTOGRAFÍAS BAJO EL ESTEREOSCOPIO DE ESPEJOS	70
3.8. PRACTICAS DE LABORATORIO	72
3.8.1 Práctica No.3: "Control de visión estereoscópica"	72
3.8.2 Práctica No.4: "Medición de la Base Instrumental de un estereoscopio de espejos"	75
3.8.3 Práctica No.5: "Orientación de un par de fotografías bajo el estereoscopio de espejos"	78
3.8.4 Práctica No. 6: "Interpretación topográfica"	81
4. GEOMETRÍA DE UNA FOTOGRAFÍA AÉREA	83
4.1. ESPACIO IMAGEN - ESPACIO OBJETO	83
4.2. SISTEMA DE COORDENADAS DEL ESPACIO IMAGEN	84
4.2.1 Sistema del positivo	84
4.2.2 Sistema del negativo	85
4.3. SISTEMAS DE COORDENADAS DEL ESPACIO OBJETO	85
4.3.1 Sistema de coordenadas del modelo estereoscópico	85
4.3.2 Sistema de coordenadas terrestres	85
4.4. ESCALA DE UNA FOTOGRAFÍA AÉREA VERTICAL	86
4.4.1 Definición	86
4.4.2 Determinación de la escala	90
4.4.3 Ejercicios prácticos	90
4.4.4 Práctica No. 7: "Determinación de la escala de una fotografía aérea vertical"	92
4.5. MEDICIÓN DE COORDENADAS FOTOGRÁFICAS	98
4.6. PRACTICA No. 8: "Medición de coordenadas fotográficas"	102
4.7. CALCULO DE COORDENADAS DE TERRENO A PARTIR DE MEDICIONES SOBRE UNA FOTOGRAFÍA VERTICAL	103

4.8. DESPLAZAMIENTO POR RELIEVE SOBRE UNA FOTOGRAFÍA VERTICAL	106
4.9. PRACTICA No. 9: "Corrección del desplazamiento debido al relieve"	110
5. MEDICIONES SOBRE UN PAR ESTEREOSCOPICO	115
5.1. PARALAJE ESTEREOSCOPICA	115
5.2. LA BARRA DE PARALAJE	122
5.3. CALCULO DE ELEVACIONES CONOCIENDO LA BASE AÉREA Y UN PUNTO DE CONTROL	125
5.4. DETERMINACIÓN DE LA BASE AÉREA DE UN PAR ESTEREOSCOPICO	127
5.5. PRACTICAS DE LABORATORIO	129
5.5.1 Práctica No. 10: "Uso de la Barra de Paralaje"	129
5.5.2 Práctica No. 11: "Determinación de diferencia de alturas haciendo uso de la barra de paralaje"	133
5.5.3 Práctica No. 12: "Corrección del desplazamiento debido al relieve, empleando la barra de paralaje"	137
5.5.4 Práctica No. 13: "Medición de longitudes sobre fotografías aéreas"	140
5.5.5 Práctica No. 14: "Medición de áreas sobre fotografías aéreas"	143
6. ORIENTACIÓN DE UNA FOTOGRAFÍA	145
6.1. TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS	145
6.1.1. Transformación ortogonal sobre un plano	145
6.1.2. Transformación ortogonal en el espacio	146
6.1.3. Transformación de Similaridad, Isogonal o de Helmert	148
6.1.4. Transformación AFIN	149
6.2. ORIENTACIÓN INTERIOR	150
6.3. ORIENTACIÓN EXTERIOR	150
6.4. LA ECUACIÓN DE COLINEALIDAD	152
7. ORIENTACIÓN DE UN PAR ESTEREOSCOPICO	155
7.1. TEORÍA DE LAS ORIENTACIONES	155
7.1.1. La orientación interior	155
7.1.2. La orientación exterior	155

7.1.2.1. Orientación relativa	155
7.1.2.2. La orientación absoluta	156
7.2. ORIENTACIÓN RELATIVA NUMÉRICA	156
7.2.1. Fórmulas Diferenciales	156
7.2.2. La orientación relativa numérica	161
7.3. ORIENTACIÓN RELATIVA ANALÍTICA	166
7.4. ORIENTACIÓN ABSOLUTA INSTRUMENTAL	170
7.4.1. Escalando el modelo	171
7.4.2. Nivelando el modelo	172
7.5. DEFORMACIONES DEL MODELO	174
7.6. ORIENTACIÓN ANALÍTICA ABSOLUTA	175
8. AEROTRIANGULACION Y RESTITUCIÓN ANALÍTICA	177
8.1. INTRODUCCIÓN	177
8.2. FAJAS Y BLOQUES FOTOGRAMÉTRICOS	177
8.3. CLASIFICACIÓN DE LA AEROTRIANGULACION	179
8.3.1. Con respecto a la fase instrumental utilizada	179
8.3.2. Con respecto a la unidad fotogramétrica utilizada	180
8.4. AEROTRIANGULACION ANÁLOGA	181
8.5. AEROTRIANGULACION POR MODELOS INDEPENDIENTES	182
8.6. AEROTRIANGULACION ANALÍTICA	183
9. PLANEACION DE UN PROYECTO FOTOGRAMETRICO	185
9.1. INTRODUCCIÓN	185
9.2. PLANEACION DE VUELOS	186
9.3. PROPÓSITO DE LA FOTOGRAFÍA	186
9.4. ESCALA FOTOGRÁFICA	187
9.5. VARIACIÓN PERMISIBLE DE LA ESCALA	188
9.6. DESPLAZAMIENTO DEBIDO AL RELIEVE	189

9.7. INCLINACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS (TILT)	190
9.8. DERIVA ANGULAR (CRAB) Y HORIZONTAL (DRIFT)	190
9.9. SELECCIÓN DE LA ALTURA DE VUELO	192
9.10. CALCULO DEL PLAN DE VUELO	192
9.11. ESPECIFICACIONES PARA FOTOGRAFÍAS AÉREAS	201
9.12. CONTROL TERRESTRE PARA FOTOGRAMETRIA	203
9.13. PRESEÑALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE FOTOCONTROL	204
9.14. CARACTERÍSTICAS DE UN PUNTO DE FOTOCONTROL	205
9.15. CONTROL TERRESTRE EN FUNCIÓN DE LA ESCALA DEL MAPA	206
9.16. PRACTICA No. 15: "Trazado de una línea de pendiente para una vía"	207
BIBLIOGRAFÍA	211

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Precisiones esperadas en planimetría	26
Tabla 1.2. Intervalo básico entre curvas de nivel en función de la escala del mapa	27
Tabla 1.3. Precisiones esperadas en altimetría	27
Tabla 1.4. Elipsoides empleados en el mundo	36
Tabla 1.5. Orígenes utilizados en Colombia para la proyección Conforme de Gauss	42
Tabla 4.1. Datos medidos en una fotografía (ejemplo 4.3)	99
Tabla 4.2. Coordenadas fotográficas y elevaciones (ejemplo 4.4)	105
Tabla 4.3. Solución tabular para coordenadas y distancias terrestres	105
Tabla 5.1. Lecturas con la barra de paralaje (ejercicio 5.1)	124
Tabla 5.2. Solución en "Poligonal" al ejercicio 5.1	124
Tabla 5.3. Solución por "Radiación" ejercicio 5.1	125
Tabla 5.4. Datos para cálculo de elevaciones a partir de las medidas de paralaje	126
Tabla 5.5. Cálculo de las elevaciones a partir de las paralajes	126
Tabla 9.1. Escalas fotográficas más empleadas con respecto a las escalas de los mapas	187
Tabla 9.2. Especificaciones de fotocontrol por faja y por escala del mapa	207





















































































































































































































































