

# Índice

Bienvenida .....	xi
<b>I Especificación y Corrección .....</b>	<b>1</b>
Motivación y conceptos .....	1
Estados, asertos y expresiones .....	4
Cuantificadores y variables .....	6
Sustituciones .....	11
Especificación pre/post .....	12
Precondiciones y postcondiciones .....	12
Propiedades de una especificación pre/post .....	14
Especificación de funciones .....	15
Excursión: El transformador de predicados pmd .....	17
Ejercicios .....	20
<b>II Verificación y Derivación .....</b>	<b>21</b>
Semántica axiomática .....	21
La instrucción nula .....	21
La instrucción de composición .....	22

La instrucción de asignación simple .....	22
La asignación múltiple .....	25
Llamadas a funciones con especificación pre/post .....	26
La instrucción alternativa .....	29
Introducción a la derivación de algoritmos .....	31
Ejemplos de derivación: asignaciones .....	33
Ejemplo: mantenimiento de un valor constante .....	34
Ejemplo: intercambio de valores .....	36
Ejemplos de derivación: instrucciones de alternativa .....	38
Ejemplo: máximo de dos valores .....	39
Ejemplo: actualización de cociente y resto .....	40
Ejemplo: acarreo del máximo en una posición .....	42
Uso de tipos estructurados .....	45
Propiedades del razonamiento sobre tipos de datos .....	46
Signaturas .....	47
Ecuaciones .....	49
Enriquecimientos y parametrizaciones .....	51
Taxonomía de las operaciones .....	52
Algunas especificaciones algebraicas relevantes .....	53
Listas, pilas y colas .....	53
Árboles .....	57
Tablas y vectores .....	60
Estructuras con acceso secuencial .....	65
Un ejemplo de deducción ecuacional .....	68
Excursión: Uso del operador de precondition más débil .....	69
Ejercicios .....	72
<b>III El Principio de Inducción .....</b>	<b>77</b>
Motivación y formulaciones alternativas .....	77
Ejemplo .....	79
Teoremas inductivos .....	79
Ejemplo: reconstruir una pila .....	80
Ejemplo: suma de una cola .....	81
Verificación de programas recursivos .....	83
Casos directos y casos recursivos .....	84
Funciones de cota .....	86
Ejemplo: suma de una cola .....	87
Excursión: La inducción en preordenes bien fundados .....	90

Ejercicios .....	94
<b>IV Programas Recursivos .....</b>	<b>97</b>
Metodología y primeros ejemplos .....	97
Método de diseño .....	98
Ejemplos sencillos .....	99
Aritmética .....	107
Ejemplo: multiplicación .....	107
Ejemplo: división .....	113
Árboles y recursividad múltiple .....	119
Ejemplo: la función de acceso .....	120
Ejemplo: el tamaño de un árbol .....	126
Ejemplo: la altura de un árbol .....	129
Ejemplo: el recorrido en preorden .....	131
Excursión: El esquema de “divide y vencerás” .....	133
Ejercicios .....	136
<b>V Transformación de Programas por Inmersión .....</b>	<b>139</b>
Introducción a inmersiones: inmersión de eficiencia .....	139
Inmersiones de eficiencia .....	140
Ejemplo: Fibonacci .....	141
Ejemplo: árboles equilibrados en altura .....	143
Inmersión y recursividad final: desplegado y plegado .....	146
Derivación de la transformación .....	147
Ejemplo: el factorial .....	150
Ejemplo: cambio de base .....	151
Ejemplo: el recorrido en preorden .....	153
Obtención de postcondición constante .....	156
Ejemplo: el factorial .....	159
Ejemplo: la función de acceso .....	160
Excursión: Transformación de recursividad lineal .....	163
Ejercicios .....	166
<b>VI Inmersión de Especificaciones .....</b>	<b>167</b>
Introducción y motivación .....	167
Reforzar la precondition .....	168
Debilitar asertos .....	170
Ejemplo: la suma de un vector .....	171
Debilitamiento de la postcondición .....	174

Ejemplo: la suma de un vector .....	176
Ejemplo: comprobar el orden .....	177
Ejemplo de inmersiones combinadas .....	190
Excursión: El esquema de <i>backtracking</i> .....	196
Ejercicios .....	201
<b>VII Programas Iterativos .....</b>	<b>205</b>
Iteraciones: introducción y sintaxis .....	205
Instrucciones iterativas y recursividad final .....	206
Ejemplo: el factorial .....	208
Verificación de bucles .....	211
Derivación de bucles por transformación .....	213
Ejemplo: la función exponencial .....	214
Ejemplo: la función de acceso .....	224
Derivación directa de bucles .....	227
Ejemplo: la suma de un vector .....	228
Ejemplo: comprobar el ordeno .....	231
Ejemplo: partición .....	236
Ejemplo: inserción en un vector ordenado .....	245
Invariantes y recursividad lineal no final .....	251
Ejemplo: aún el factorial .....	252
Un ejemplo más complejo .....	255
Comentarios finales .....	260
Excursión: Invariantes y recursividad lineal .....	261
Ejercicios .....	265
<b>VIII Transformación de Recursividad Múltiple .....</b>	<b>269</b>
Introducción .....	269
El recorrido iterativo en preorden .....	270
Ejemplo: el resumen de un árbol booleano .....	277
Indicaciones sobre el recorrido en inorden .....	280
Un esquema general de transformación .....	282
Ejemplo: árboles equilibrados en altura .....	289
Programas arbitrarios con recursividad múltiple .....	291
Excursión: <i>Backtracking</i> recursivo e iterativo .....	292
Ejercicios .....	296
<b>IX Búsqueda Lineal .....</b>	<b>299</b>
Introducción y enunciados .....	299

Búsqueda no acotada .....	300
Búsqueda acotada con garantía de éxito .....	304
Importancia de la garantía de éxito .....	307
Las técnicas de centinela: el centinela ficticio .....	310
El algoritmo clásico de centinela .....	311
El algoritmo de centinela ficticio .....	313
Búsqueda por eliminación .....	317
Cálculo del algoritmo .....	317
El caso de garantía de éxito .....	320
Ejemplo: localización del máximo .....	321
Excursión: Más sobre el algoritmo de centinela ficticio .....	323
Ejercicios.....	325
<b>X Búsqueda Lineal con Booleano .....</b>	<b>327</b>
Reformulación de la postcondición .....	327
Búsqueda con booleano en un vector .....	329
Búsqueda con acceso secuencial .....	334
Relación con el problema de la sección anterior .....	342
Ejemplo: comprobación del orden .....	345
Excursión: La primera solución en un <i>backtracking</i> .....	346
Ejercicios.....	348
<b>XI Búsqueda en Estructuras Ordenadas .....</b>	<b>349</b>
Búsqueda binaria .....	349
Derivación del bucle .....	350
Centinelas ficticios: simplificación de los asertos .....	356
Una mejora que no lo es tanto .....	357
Un ejemplo sin hipótesis de ordenación .....	359
Búsqueda transversal .....	361
Cálculo del programa .....	362
Ejemplo: búsqueda en $X + Y$ .....	366
Excursión: Búsqueda binaria no acotada .....	368
Ejercicios.....	370
<b>XII Algoritmos de Ordenación .....</b>	<b>371</b>
Introducción .....	371
Ordenación por selección .....	373
Desarrollo del bucle externo .....	373
Ordenación por inserción .....	376

Desarrollo del bucle externo .....	376
El algoritmo <i>heapsort</i> .....	379
Idea general y definiciones .....	380
El algoritmo y su inicialización .....	383
La extensión de un <i>heap</i> .....	384
El algoritmo <i>quicksort</i> .....	388
Transformación a iterativo .....	397
Comparación entre los algoritmos descritos .....	399
Excursión: <i>Bottom-Up Heapsort</i> .....	400
Ejercicios.....	402
<b>A Algunas Consideraciones Prácticas</b> .....	405
<b>B Bibliografía</b> .....	409
Índice Alfabético .....	413