



# Índice de contenidos

PRÓLOGO .....	V
<b>Parte I. VISIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
1.1. Preguntas frecuentes sobre la ingeniería del software .....	5
1.1.1. ¿Qué es software? .....	5
1.1.2. ¿Qué es la ingeniería del software? .....	6
1.1.3. ¿Cuál es la diferencia entre ingeniería del software y ciencia de la computación? .....	7
1.1.4. ¿Cuál es la diferencia entre ingeniería del software e ingeniería de sistemas? ..	7
1.1.5. ¿Qué es un proceso del software? .....	7
1.1.6. ¿Qué es un modelo de procesos del software? .....	8
1.1.7. ¿Cuáles son los costos de la ingeniería del software? .....	9
1.1.8. ¿Qué son los métodos de la ingeniería del software? .....	10
1.1.9. ¿Qué es CASE? .....	11
1.1.10. ¿Cuáles son los atributos de un buen software? .....	11
1.1.11. ¿Cuáles son los retos fundamentales que afronta la ingeniería del software?	12
1.2. Responsabilidad profesional y ética .....	12
<b>2. Sistemas socio-técnicos .....</b>	<b>19</b>
2.1. Propiedades emergentes de los sistemas .....	21
2.2. Ingeniería de sistemas .....	23
2.2.1. Definición de requerimientos del sistema .....	24
2.2.2. Diseño del sistema .....	26
2.2.3. Modelado de sistemas .....	28
2.2.4. Desarrollo de los subsistemas .....	29
2.2.5. Integración del sistema .....	30
2.2.6. Evolución del sistema .....	30
2.2.7. Desmantelamiento del sistema .....	31

2.3.	Organizaciones, personas y sistemas informáticos	31
2.3.1.	Procesos organizacionales	32
2.4.	Sistemas heredados	35
<b>3.</b>	<b>Sistemas críticos</b>	<b>39</b>
3.1.	Un sistema de seguridad crítico sencillo	41
3.2.	Confiabilidad de un sistema	43
3.3.	Disponibilidad y fiabilidad	46
3.4.	Seguridad	50
3.5.	Protección	53
<b>4.</b>	<b>Procesos del software</b>	<b>59</b>
4.1.	Modelos del proceso del software	60
4.1.1.	El modelo en cascada	62
4.1.2.	Desarrollo evolutivo	63
4.1.3.	Ingeniería del software basada en componentes	64
4.2.	Iteración de procesos	66
4.2.1.	Entrega incremental	66
4.2.2.	Desarrollo en espiral	68
4.3.	Actividades del proceso	69
4.3.1.	Especificación del software	69
4.3.2.	Diseño e implementación del software	71
4.3.3.	Validación del software	74
4.3.4.	Evolución del software	75
4.4.	El Proceso Unificado de Rational	76
4.5.	Ingeniería del Software Asistida por computadora	79
4.5.1.	Clasificación de CASE	79
<b>5.</b>	<b>Gestión de proyectos</b>	<b>85</b>
5.1.	Actividades de gestión	87
5.2.	Planificación del proyecto	88
5.2.1.	El plan del proyecto	89
5.2.2.	Hitos y entregas	90
5.3.	Calendarización del proyecto	91
5.3.1.	Gráficos de barras y redes de actividades	92
5.4.	Gestión de riesgos	95
5.4.1.	Identificación de riesgos	97
5.4.2.	Análisis de riesgos	98
5.4.3.	Planificación de riesgos	100
5.4.4.	Supervisión de riesgos	100
<b>Parte II.</b>	<b>REQUERIMIENTOS</b>	<b>105</b>
<b>6.</b>	<b>Requerimientos del software</b>	<b>107</b>
6.1.	Requerimientos funcionales y no funcionales	109
6.1.1.	Requerimientos funcionales	110
6.1.2.	Requerimientos no funcionales	111
6.1.3.	Los requerimientos del dominio	115

6.2.	Requerimientos del usuario	116
6.3.	Requerimientos del sistema	118
6.3.1.	Especificaciones en lenguaje estructurado	120
6.4.	Especificación de la interfaz	122
6.5.	El documento de requerimientos del software	123
<b>7.</b>	<b>Procesos de la ingeniería de requerimientos</b>	<b>129</b>
7.1.	Estudios de viabilidad	131
7.2.	Obtención y análisis de requerimientos	132
7.2.1.	Descubrimiento de requerimientos	135
7.2.2.	Etnografía	142
7.3.	Validación de requerimientos	144
7.3.1.	Revisiones de requerimientos	145
7.4.	Gestión de requerimientos	146
7.4.1.	Requerimientos duraderos y volátiles	147
7.4.2.	Planificación de la gestión de requerimientos	147
7.4.3.	Gestión del cambio de los requerimientos	150
<b>8.</b>	<b>Modelos del sistema</b>	<b>153</b>
8.1.	Modelos de contexto	155
8.2.	Modelos de comportamiento	156
8.2.1.	Modelos de flujo de datos	157
8.2.2.	Modelos de máquina de estados	159
8.3.	Modelos de datos	161
8.4.	Modelos de objetos	164
8.4.1.	Modelos de herencia	165
8.4.2.	Agregación de objetos	168
8.4.3.	Modelado de comportamiento de objetos	169
8.5.	Métodos estructurados	170
<b>9.</b>	<b>Especificación de sistemas críticos</b>	<b>175</b>
9.1.	Especificación dirigida por riesgos	177
9.1.1.	Identificación de riesgos	178
9.1.2.	Análisis y clasificación de riesgos	178
9.1.3.	Descomposición de riesgos	181
9.1.4.	Valoración de la reducción de riesgos	182
9.2.	Especificación de la seguridad	183
9.3.	Especificación de la protección	186
9.4.	Especificación de la fiabilidad del software	188
9.4.1.	Métricas de fiabilidad	189
9.4.2.	Requerimientos de fiabilidad no funcionales	191
<b>10.</b>	<b>Especificación formal</b>	<b>197</b>
10.1.	Especificación formal en el proceso del software	199
10.2.	Especificación de interfaces de subsistemas	202
10.3.	Especificación del comportamiento	208

---

<b>Parte III. DISEÑO</b> .....	<b>217</b>
<b>11. Diseño arquitectónico</b> .....	<b>219</b>
11.1. Decisiones de diseño arquitectónico .....	222
11.2. Organización del sistema .....	224
11.2.1. El modelo de repositorio .....	225
11.2.2. El modelo cliente-servidor .....	226
11.2.3. El modelo de capas .....	227
11.3. Estilos de descomposición modular .....	229
11.3.1. Descomposición orientada a objetos .....	230
11.3.2. Descomposición orientada a flujos de funciones .....	231
11.4. Estilos de control .....	232
11.4.1. Control centralizado .....	233
11.4.2. Sistemas dirigidos por eventos .....	234
11.5. Arquitecturas de referencia .....	236
<b>12. Arquitecturas de sistemas distribuidos</b> .....	<b>241</b>
12.1. Arquitecturas multiprocesador .....	244
12.2. Arquitecturas cliente-servidor .....	245
12.3. Arquitecturas de objetos distribuidos .....	249
12.3.1. CORBA .....	252
12.4. Computación distribuida interorganizacional .....	256
12.4.1. Arquitecturas peer-to-peer .....	256
12.4.2. Arquitectura de sistemas orientados a servicios .....	258
<b>13. Arquitecturas de aplicaciones</b> .....	<b>265</b>
13.1. Sistemas de procesamiento de datos .....	268
13.2. Sistemas de procesamiento de transacciones .....	270
13.2.1. Sistemas de información y de gestión de recursos .....	272
13.3. Sistemas de procesamiento de eventos .....	276
13.4. Sistemas de procesamiento de lenguajes .....	279
<b>14. Diseño orientado a objetos</b> .....	<b>285</b>
14.1. Objetos y clases .....	288
14.1.1. Objetos concurrentes .....	290
14.2. Un proceso de diseño orientado a objetos .....	292
14.2.1. Contexto del sistema y modelos de utilización .....	294
14.2.2. Diseño de la arquitectura .....	296
14.2.3. Identificación de objetos .....	297
14.2.4. Modelos de diseño .....	299
14.2.5. Especificación de la interfaz de los objetos .....	303
14.3. Evolución del diseño .....	304
<b>15. Diseño de software de tiempo real</b> .....	<b>309</b>
15.1. Diseño del sistema .....	312
15.1.1. Modelado de sistemas de tiempo real .....	314
15.2. Sistemas operativos de tiempo real .....	315
15.2.1. Gestión de procesos .....	316

15.3.	Sistemas de monitorización y control	318
15.4.	Sistemas de adquisición de datos	323
<b>16.</b>	<b>Diseño de interfaces de usuario</b>	<b>331</b>
16.1.	Asuntos de diseño	335
16.1.1.	Interacción del usuario	335
16.1.2.	Presentación de la información	338
16.2.	El proceso de diseño de la interfaz de usuario	344
16.3.	Análisis del usuario	345
16.3.1.	Técnicas de análisis	346
16.4.	Prototipado de la interfaz de usuario	348
16.5.	Evaluación de la interfaz	350

**Parte IV. DESARROLLO** ..... **355**

<b>17.</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>357</b>
17.1.	Métodos ágiles	361
17.2.	Programación extrema	364
17.2.1.	Pruebas en XP	366
17.2.2.	Programación en parejas	369
17.3.	Desarrollo rápido de aplicaciones	370
17.4.	Prototipado del software	373
<b>18.</b>	<b>Reutilización del software</b>	<b>379</b>
18.1.	El campo de la reutilización	382
18.2.	Patrones de diseño	384
18.3.	Reutilización basada en generadores	387
18.4.	Marcos de trabajo de aplicaciones	389
18.5.	Reutilización de sistemas de aplicaciones	391
18.5.1.	Reutilización de productos COTS	391
18.5.2.	Líneas de productos software	394
<b>19.</b>	<b>Ingeniería del software basada en componentes</b>	<b>401</b>
19.1.	Componentes y modelos de componentes	404
19.1.1.	Modelos de componentes	407
19.1.2.	Desarrollo de componentes para reutilización	409
19.2.	El proceso CBSE	411
19.3.	Composición de componentes	414
<b>20.</b>	<b>Desarrollo de sistemas críticos</b>	<b>423</b>
20.1.	Procesos confiables	427
20.2.	Programación confiable	428
20.2.1.	Información protegida	428
20.2.2.	Programación segura	430
20.2.3.	Manejo de excepciones	432
20.3.	Tolerancia a defectos	435
20.3.1.	Detección de defectos y evaluación de daños	435
20.3.2.	Recuperación y reparación de defectos	440
20.4.	Arquitecturas tolerantes a defectos	441



<b>21.</b>	<b>Evolución del software</b>	<b>447</b>
21.1.	Dinámica de evolución de los programas	449
21.2.	Mantenimiento del software	451
21.2.1.	Predicción del mantenimiento	454
21.3.	Procesos de evolución	456
21.3.1.	Reingeniería de sistemas	459
21.4.	Evolución de sistemas heredados	461
<b>Parte V.</b>	<b>VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN</b>	<b>469</b>
<b>22.</b>	<b>Verificación y validación</b>	<b>471</b>
22.1.	Planificación de la verificación y validación	475
22.2.	Inspecciones de software	477
22.2.1.	El proceso de inspección de programas	478
22.3.	Análisis estático automatizado	482
22.4.	Verificación y métodos formales	485
22.4.1.	Desarrollo de software de Sala Limpia	486
<b>23.</b>	<b>Pruebas del software</b>	<b>491</b>
23.1.	Pruebas del sistema	494
23.1.1.	Pruebas de integración	495
23.1.2.	Pruebas de entregas	497
23.1.3.	Pruebas de rendimiento	500
23.2.	Pruebas de componentes	501
23.2.1.	Pruebas de interfaces	502
23.3.	Diseño de casos de prueba	504
23.3.1.	Pruebas basadas en requerimientos	505
23.3.2.	Pruebas de particiones	506
23.3.3.	Pruebas estructurales	509
23.3.4.	Pruebas de caminos	511
23.4.	Automatización de las pruebas	513
<b>24.</b>	<b>Validación de sistemas críticos</b>	<b>519</b>
24.1.	Validación de la fiabilidad	521
24.1.1.	Perfiles operacionales	522
24.1.2.	Predicción de la fiabilidad	523
24.2.	Garantía de la seguridad	526
24.2.1.	Argumentos de seguridad	527
24.2.2.	Garantía del proceso	530
24.2.3.	Comprobaciones de seguridad en tiempo de ejecución	531
24.3.	Valoración de la protección	532
24.4.	Argumentos de confiabilidad y de seguridad	534
<b>Parte VI.</b>	<b>GESTIÓN DE PERSONAL</b>	<b>541</b>
<b>25.</b>	<b>Gestión de personal</b>	<b>543</b>
25.1.	Selección de personal	544
25.2.	Motivación	547
25.3.	Gestionando grupos	550

25.3.1.	La composición del grupo	551
25.3.2.	Cohesión	552
25.3.3.	Las comunicaciones del grupo	554
25.3.4.	La organización del grupo	555
25.3.5.	Entornos de trabajo	556
25.4.	El Modelo de Madurez de la Capacidad del Personal	558
<b>26.</b>	<b>Estimación de costes del software</b>	<b>561</b>
26.1.	Productividad	563
26.2.	Técnicas de estimación	567
26.3.	Modelado algorítmico de costes	570
26.3.1.	El modelo de COCOMO	572
26.3.2.	Modelos algorítmicos de costes en la planificación	580
26.4.	Duración y personal del proyecto	582
<b>27.</b>	<b>Gestión de calidad</b>	<b>587</b>
27.1.	Calidad de proceso y producto	589
27.2.	Garantía de la calidad y estándares	591
27.2.1.	ISO 9000	593
27.2.2.	Estándares de documentación	594
27.3.	Planificación de la calidad	596
27.4.	Control de la calidad	597
27.4.1.	Revisiones de la calidad	597
27.5.	Medición y métricas del software	598
27.5.1.	El proceso de medición	601
27.5.2.	Métricas de producto	602
27.5.3.	Análisis de las mediciones	604
<b>28.</b>	<b>Mejora de procesos</b>	<b>626</b>
28.1.	Calidad de producto y de proceso	609
28.2.	Clasificación de los procesos	611
28.3.	Medición del proceso	613
28.4.	Análisis y modelado de procesos	614
28.4.1.	Excepciones del proceso	618
28.5.	Cambio en los procesos	618
28.6.	El marco de trabajo para la mejora de procesos CMMI	619
28.6.1.	El modelo CMMI en etapas	623
28.6.2.	El modelo CMMI continuo	624
<b>29.</b>	<b>Gestión de configuraciones</b>	<b>627</b>
29.1.	Planificación de la gestión de configuraciones	630
29.1.1.	Identificación de los elementos de configuración	630
29.1.2.	La base de datos de configuraciones	632
29.2.	Gestión del cambio	633
29.3.	Gestión de versiones y entregas	636
29.3.1.	Identificación de versiones	636
29.3.2.	Gestión de entregas	639
29.4.	Construcción del sistema	641

29.5. Herramientas CASE para gestión de configuraciones .....	642
29.5.1. Apoyo a la gestión de cambios .....	643
29.5.2. Soporte para gestión de versiones .....	643
29.5.3. Apoyo a la construcción del sistema .....	644
<b>Glosario .....</b>	<b>649</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>661</b>
<b>Índice alfabético .....</b>	<b>677</b>