

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	15
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	21
<b>PREFACIO</b> .....	25
<b>1. LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS</b> .....	29
1.1. INTRODUCCIÓN .....	31
1.2. ELEMENTOS DE DISEÑO DEL PROCESO.....	32
1.2.1. <i>Localización de la planta</i> .....	33
1.2.2. <i>Capacidad de las instalaciones</i> .....	34
1.2.3. <i>Selección del proceso y de la tecnología</i> .....	35
1.2.4. <i>Infraestructura de otros servicios</i> .....	38
1.2.5. <i>Personal</i> .....	38
1.3. ORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	39
1.3.1. <i>La previsión de la demanda</i> .....	41
1.3.2. <i>La gestión de los inventarios</i> .....	41
1.3.3. <i>La planificación de la producción</i> .....	42
1.3.4. <i>La programación y control de la producción</i> .....	43
1.4. LA AUTOMATIZACIÓN EN PRODUCCIÓN .....	46
1.5. GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	48
1.6. CONCLUSIONES .....	50

## SECCIÓN I PREVISIÓN DE LA DEMANDA

<b>2. PREVISIÓN DE LA DEMANDA</b> .....	53
2.1. INTRODUCCIÓN .....	55

2.2.	SERIES TEMPORALES.....	57
2.2.1.	<i>Demanda nivelada</i> .....	57
2.2.2.	<i>Demanda con tendencia</i> .....	58
2.2.3.	<i>Demanda estacional</i> .....	58
2.3.	MEDIAS MÓVILES.....	60
2.3.1.	<i>Medias móviles simples</i> .....	60
2.3.2.	<i>Medias móviles con N períodos de antigüedad</i> .....	61
2.3.3.	<i>Medias móviles ponderadas</i> .....	62
2.3.4.	<i>Propiedades del estimador de las móviles de N periodos</i> .....	62
2.4.	AJUSTE EXPONENCIAL.....	63
2.4.1.	<i>Propiedades del estimador</i> .....	63
2.4.2.	<i>Selección de valores iniciales</i> .....	64
2.5.	RELACIÓN ENTRE EL MÉTODO DE AJUSTE EXPONENCIAL Y EL DE LAS MEDIAS MÓVILES.....	64
2.6.	DEMANDA CON TENDENCIA .....	65
2.6.1.	<i>Medias móviles dobles</i> .....	65
2.6.2.	<i>Ajuste exponencial doble</i> .....	67
2.6.3.	<i>Método de Holt</i> .....	70
2.7.	MÉTODOS DE REGRESIÓN PARA EL ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES.....	71
2.7.1.	<i>Regresión lineal simple</i> .....	71
2.7.2.	<i>Regresión lineal múltiple</i> .....	73
2.8.	DEMANDA ESTACIONAL.....	77
2.8.1.	<i>Algoritmo</i> .....	78
2.8.2.	<i>Selección de valores iniciales</i> .....	79
2.9.	ERRORES DE PREVISIÓN.....	81
2.9.1.	<i>Estimación de la varianza del error</i> .....	81
2.9.2.	<i>Estimación de la forma de la distribución</i> .....	82
2.9.3.	<i>Aproximaciones de la dispersión del error</i> .....	83
2.9.4.	<i>Estimaciones sobre un plazo distinto al de previsión</i> .....	83
2.10.	VIGILANCIA DE LA PREVISIÓN .....	83
2.10.1	<i>Observaciones anómalas</i> .....	85
2.10.2.	<i>Test de las «tracking signal»</i> .....	85
2.11.	SISTEMA DE PREVISIÓN .....	86
2.12.	RESUMEN.....	88

## SECCIÓN II GESTIÓN DE INVENTARIOS

<b>3. LOS INVENTARIOS</b> .....	93
3.1. FUNCIONES DE LOS INVENTARIOS .....	95

3.2. TIPOS DE COSTES RELACIONADOS CON LOS INVENTARIOS .....	96
3.3. DECISIONES GLOBALES SOBRE LOS INVENTARIOS.....	97
3.4. ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE INVENTARIOS .....	98
3.5. GESTIÓN ESTADÍSTICA DE STOCKS .....	100
3.6. COSTES RELEVANTES .....	103
3.7. COSTES ASOCIADOS AL LANZAMIENTO DE PEDIDOS .....	104
3.8. COSTES DE MANTENIMIENTO DEL STOCK .....	106
3.9. RUPTURA DEL STOCK Y COSTES ASOCIADOS .....	108
<b>4. EL LOTE ECONÓMICO .....</b>	<b>111</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	113
4.2. MODELO SIMPLE DE REVISIÓN CONTINUA .....	113
4.3. MODELO SIMPLE CON TASA DE APROVISIONAMIENTO .....	118
4.4. MODELO SIMPLE CON PLAZO DE APROVISIONAMIENTO .....	119
4.4.1. <i>Entrega del lote completo</i> .....	120
4.4.2. <i>Entrega con tasa de aprovisionamiento</i> .....	120
4.5. ESTABILIDAD DE LOS RESULTADOS .....	122
4.6. MODELO SIMPLE DE REVISIÓN PERIÓDICA.....	125
4.7. DESCUENTO EN EL VALOR DE LOS PRODUCTOS .....	128
4.7.1. <i>Descuento proporcional</i> .....	130
4.7.2. <i>Descuento incremental</i> .....	131
4.8. VARIAS ÓRDENES EN UN PEDIDO .....	132
4.8.1. <i>Sin descuento en el precio de adquisición</i> .....	133
4.8.2. <i>Con descuento</i> .....	134
4.9. MODELO SIMPLE COMPLETO .....	134
4.10. RELEVANCIA DEL LOTE ECONÓMICO EN LA GESTIÓN DEL STOCK .....	137
EJERCICIOS .....	140
<b>5. EL STOCK DE SEGURIDAD .....</b>	<b>143</b>
5.1. INTRODUCCIÓN .....	145
5.2. STOCK DE SEGURIDAD.....	146
5.3. ROTURA DE STOCK.....	148
5.4. CALIDAD DE SERVICIO .....	150
5.4.1. <i>Frecuencia con que el stock se vacía</i> .....	152
5.4.2. <i>Porcentaje de demanda insatisfecha</i> .....	153
5.5. DETERMINACIÓN DEL STOCK DE SEGURIDAD.....	154
5.5.1. <i>Demanda con distribución normal</i> .....	155
5.5.2. <i>Demanda con distribución continua</i> .....	157

5.5.3. <i>Demanda con distribución discreta</i> .....	157
5.6. INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN TÉRMINOS DE COSTES.....	158
5.6.1. <i>Penalizando las unidades no servidas</i> .....	158
5.6.2. <i>Penalizando las unidades no servidas y el tiempo de retraso en su entrega</i> .....	159
5.7. RELACIÓN ENTRE EL LOTE Y EL STOCK DE SEGURIDAD .....	160
5.8. STOCK DE SEGURIDAD PARA ÓRDENES CONJUNTAS.....	162
5.9. REPRESENTACIÓN DE LA DEMANDA.....	162
5.9.1. <i>Demanda reducida continua</i> .....	163
5.9.2. <i>Demanda reducida discreta</i> .....	164
5.9.3. <i>Uso de distribuciones</i> .....	165
EJERCICIOS .....	167
<b>6. STOCK CON DEMANDA VARIABLE</b> .....	<b>169</b>
6.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN .....	171
6.2. UN SOLO PERIODO .....	171
6.2.1. <i>Situación más sencilla</i> .....	172
6.2.2. <i>Consideración de coste de lanzamiento, mantenimiento e ingresos residuales</i> .....	173
6.3. DEMANDA DETERMINISTA VARIABLE .....	178
6.3.1. <i>Periodos discretos</i> .....	178
6.3.2. <i>Horizonte continuo</i> .....	186
6.4. DEMANDA PROBABILÍSTICA VARIABLE .....	194
6.4.1. <i>Sistema (s, S)</i> .....	194
6.4.2. <i>Sistema (R, s, S)</i> .....	194
6.4.3. <i>Aplicación del lote económico</i> .....	194
6.4.4. <i>Cálculo del stock de seguridad</i> .....	196
6.4.5. <i>Mínimos costes medios</i> .....	200
6.5. DEMANDA ERRÁTICA.....	206
6.6. COEFICIENTE DE VARIACIÓN .....	208
EJERCICIOS .....	210
<b>7. GESTIÓN AGRAGADA A STOCKS</b> .....	<b>213</b>
7.1. CONDICIONES SOBRE EL STOCK DE TRABAJO .....	215
7.1.1. <i>Limitación sobre el inmovilizado</i> .....	215
7.1.2. <i>Limitación sobre el espacio de almacenaje</i> .....	217
7.2. REGLAS DE DECISIÓN PARA LOS STOCKS DE TRABAJO .....	219
7.2.1. <i>Variable de gestión r</i> .....	219
7.2.2. <i>Variable de gestión A/r</i> .....	224

7.3. CONDICIONES SOBRE EL STOCK DE SEGURIDAD .....	228
7.3.1. <i>Minimizar el número total de rupturas a partir de una inversión en stock de seguridad</i> .....	229
7.3.2. <i>Minimizar el valor total de la demanda no servida directamente a partir de una inversión en stock de seguridad ..</i>	231
7.3.3. <i>Significado de la variable de gestión <math>\lambda</math></i> .....	233
7.4. GESTIÓN CONJUNTA DE STOCKS DE TRABAJO Y STOCKS DE SEGURIDAD .....	234
7.4.1. <i>Método aproximado</i> .....	234
7.4.2. <i>Construcción de la superficie dominante</i> .....	235
7.5. GESTIÓN DE LOS STOCKS .....	245
EJERCICIOS .....	252
<b>8. CLASIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL INVENTARIO .</b>	<b>253</b>
8.1. CLASIFICACIÓN DEL INVENTARIO .....	255
8.1.1. <i>Valor de la demanda anual: curva ABC</i> .....	255
8.1.2. <i>Importancia en los procesos</i> .....	257
8.1.3. <i>Precio del artículo</i> .....	257
8.1.4. <i>Movimiento del artículo</i> .....	257
8.1.5. <i>Dificultad de aprovisionamiento</i> .....	258
8.1.6. <i>Comportamiento de la demanda</i> .....	258
8.2. ORGANIZACIÓN DEL INVENTARIO .....	258
8.2.1. <i>Recepción</i> .....	259
8.2.2. <i>Identificación</i> .....	259
8.2.3. <i>Almacenaje</i> .....	260
8.2.4. <i>Despacho de productos</i> .....	260
8.2.5. <i>Aprovisionamiento</i> .....	260
8.3. DIAGNÓSTICO DEL INVENTARIO .....	262
8.4. GESTIÓN SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO .....	269
8.4.1. <i>Productos tipo A</i> .....	269
8.4.1. <i>Productos tipo B</i> .....	270
8.4.2. <i>Productos tipo C</i> .....	270

### SECCIÓN III PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

<b>9. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....</b>	<b>275</b>
9.1. PLANIFICAR EN PRODUCCIÓN .....	277
9.2. LOS COSTES DE PLANIFICACIÓN.....	283

9.3. ELEMENTOS DE LOS MODELOS DE PLANIFICACIÓN .....	285
9.3.1. <i>Horizonte</i> .....	285
9.3.2. <i>Parámetros</i> .....	285
9.3.3. <i>Variables</i> .....	286
9.3.4. <i>Estructura de las relaciones</i> .....	286
9.3.5. <i>Capacidad</i> .....	287
9.3.6. <i>Especificaciones</i> .....	288
9.4. MODELOS LINEALES EN PLANIFICACIÓN .....	288
9.4.1. <i>Un concepto de producto y una fuente de producción</i> .....	288
9.4.2. <i>Un concepto de producto y varias fuentes de producción</i> .....	294
9.4.3. <i>Varias líneas de productos y limitaciones de capacidad</i> .....	300
9.5. MODELOS CON COSTES FIJOS Y VARIABLES .....	301
9.5.1. <i>Modelo sin limitaciones de capacidad</i> .....	303
9.5.2. <i>Consideración de las limitaciones de capacidad</i> .....	308
9.6. MODELOS DE COSTES CONVEXOS .....	314
9.7. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN .....	321
9.8. PREPARACIÓN DE DATOS PARA LOS MODELOS .....	322
9.9. PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....	324
9.9.1. <i>Desagregación según costes fijos</i> .....	324
9.9.2. <i>Desagregación en los productos finales</i> .....	328
9.9.3. <i>Desagregación en artículos</i> .....	335
EJERCICIOS .....	337

## SECCIÓN IV CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

<b>10. SISTEMAS DE CONTROL DE PRODUCCIÓN</b> .....	<b>343</b>
10.1. SISTEMA BÁSICO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN .....	345
10.2. EL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN .....	349
10.3. ESTRUCTURAS DE FABRICACIÓN. LA LISTA DE MATERIALES .....	351
10.4. EL ESTADO DE LOS STOCKS .....	355
10.5. LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON ESTRUCTURAS MULTINIVEL ....	357
10.6. EL SISTEMA MRP .....	360
<b>11. EXPLOSIÓN DE LAS NECESIDADES DE MATERIALES</b> .....	<b>361</b>
11.1. INTRODUCCIÓN .....	363
11.2. EL MECANISMO DE LA EXPLOSIÓN DE NECESIDADES .....	364
11.3. ILUSTRACIÓN .....	367

11.4. STOCK DE SEGURIDAD Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS LOTES .....	372
11.5. FORUMLACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA .....	376
11.5.1. <i>Análisis y simplificación del problema</i> .....	380
11.5.2. <i>Horizonte rotatorio del plan maestro de producción</i> .....	381
11.6. EL SISTEMA MRP EN LA PRÁCTICA .....	382
EJERCICIOS .....	385
<b>12. LAS LIMITACIONES DE CAPACIDAD .....</b>	<b>391</b>
12.1. INTRODUCCIÓN .....	393
12.2. PLANIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE TRABAJO .....	393
12.3. ILUSTRACIÓN.....	396
12.4. LA TEORÍA DE LAS LIMITACIONES.....	401
12.4.1. <i>Capacidad versus flujo de producción</i> .....	403
12.4.2. <i>Limitaciones de capacidad inducidas</i> .....	403
12.4.3. <i>Utilización y activación de recursos</i> .....	403
12.4.4. <i>Recursos saturados</i> .....	403
12.4.5. <i>Recursos no saturados</i> .....	404
12.4.6. <i>Impacto de la saturación de recursos</i> .....	404
12.4.7. <i>Lote de fabricación y lote de transferencia</i> .....	404
12.4.8. <i>Lotes de fabricación variables</i> .....	405
12.4.9. <i>Las prioridades se derivan del conjunto del sistema</i> .....	406
12.4.10. <i>Los cuellos de botella no existen, se identifican</i> .....	406
12.4.11. <i>Secciones saturadas y secciones críticas</i> .....	407
12.5. PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS EN MÁQUINAS.....	407
12.5.1. <i>Conceptos</i> .....	409
12.5.2. <i>Una sola sección</i> .....	412
12.5.3. <i>Varias secciones</i> .....	413
12.5.4. <i>Simulación</i> .....	420
EJERCICIOS .....	422
<b>13. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN «JUST IN TIME».....</b>	<b>425</b>
13.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO .....	427
13.2. SISTEMAS TIPO «PUSH».....	427
13.3. SISTEMAS TIPO «PULL».....	429
13.4. LANZAMIENTO DE ÓRDENES. TARJETAS «KANBAN».....	429
13.5. ILUSTRACIÓN. UNIDAD DE FABRICACIÓN GESTIONADA POR KANBAN.....	434
13.6. EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN. NÚMERO DE TARJETAS .....	437
13.6.1. <i>Plan agregado de producción</i> .....	438
13.6.2. <i>Desagregación del plan</i> .....	438

13.6.3. Plan maestro de producción estable .....	439
13.6.4. Programa ordinal de producción.....	439
13.7. IMPLANTACIÓN DE LOS SISTEMAS JIT .....	441
13.7.1. Calidad perfecta .....	443
13.7.2. Flujo de producción estable.....	443
13.7.3. Simplificación de trabajos .....	444
13.7.4. Distribución en planta adecuada.....	444
EJERCICIOS .....	446
<b>14. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN «LEAN».....</b>	<b>447</b>
14.1. INTRODUCCIÓN.....	449
14.2. EL SISTEMA «LEAN».....	449
14.3. PRINCIPIOS DEL SISTEMA «LEAN».....	450
14.4. HERRAMIENTAS DEL SISTEMA «LEAN».....	454
14.4.1. La técnica VSM .....	454
14.4.2. La técnica de las 5S.....	455
14.4.3. El control visual .....	456
14.4.4. La técnica SMED.....	456
14.4.5. La técnica TPM .....	457
14.4.6. Las técnicas de calidad total, TQM.....	458
14.4.7. El sistema «kanban».....	459
<b>SECCIÓN V</b>	
<b>EQUIBRIO DE LÍNEAS DE MONTAJE</b>	
<b>15. SISTEMAS DE CONTROL DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>461</b>
15.1. INTRODUCCIÓN.....	463
15.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES .....	465
15.3. CLASIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE MONTAJE.....	467
15.3.1. Tipo de producto .....	467
15.3.2. Variabilidad de los tiempos de operación.....	469
15.3.3. Tipo de operador .....	469
15.3.4. Tipo de estación y distribución en planta .....	470
15.3.5. Ritmo de flujo .....	472
15.4.6. Tasa de entrada de las piezas.....	472
15.4. CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE EQUILIBRADO DE LÍNEA .....	472
15.4.1. Problema simple de equilibrado de líneas (SALBP) .....	473
15.4.2. Problema general de equilibrado de línea (GALBP).....	474



15.5. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE RESOLUCIÓN .....	476
15.6. DESCRIPCIÓN DEL MODELO SALBP .....	477
15.7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA.....	479
15.8. MÉTODOS EXACTOS.....	480
15.8.1. Resolución por programación dinámica.....	480
15.8.2. Resolución por programación lineal binaria.....	483
15.9. MÉTODOS HEURÍSTICOS.....	484
15.9.1. Método de los pesos posicionales .....	484
15.9.2. Método de las columnas .....	485
15.9.3. Generación aleatoria de secuencias.....	487
15.10. RESUMEN .....	488
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>491</b>
SECCIÓN I. PREVISION DE LA DEMANDA .....	491
SECCIÓN II. GESTIÓN DE INVENTARIOS .....	492
SECCIÓN III. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....	493
SECCIÓN IV. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.....	494
SECCIÓN V. EQUILIBRADO DE LÍNEAS DE MONTAJE .....	503