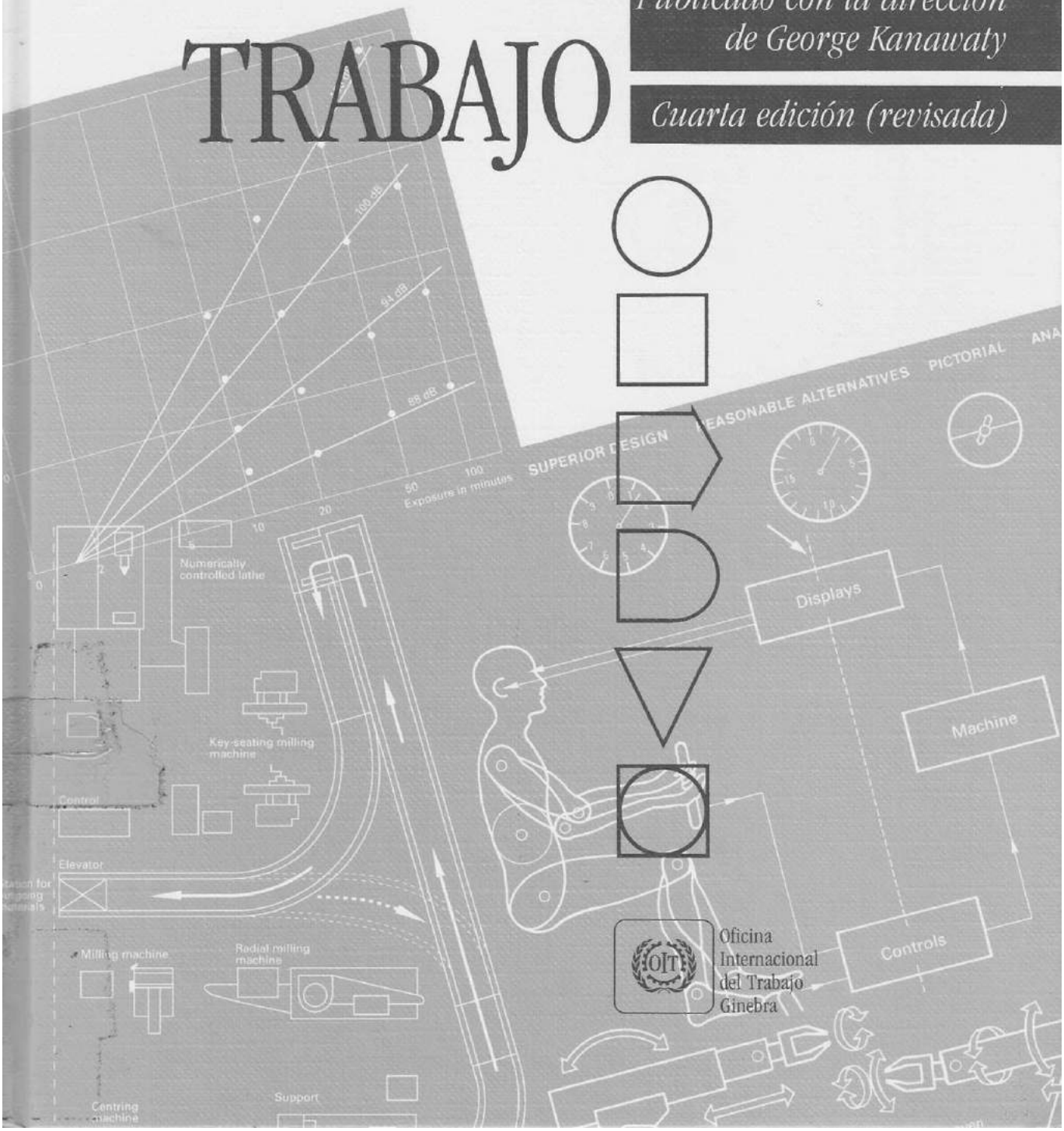
INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO

Publicado con la dirección de George Kanawaty

Cuarta edición (revisada)



Oficina Internacional del Trabajo
Ginebra

Inv. Nº 17431



INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO

Publicado con la dirección de George Kanawaty

Cuarta edición (revisada)

Oficina Internacional del Trabajo Ginebra

U.T.N. FACULTAD REGIONAL CBA.
BIBLIOTECA L
INGRESO 7.06.05
PROCEDENCIA COMPRA
INVENTARIO 8173
SIG.: 658.54
TOP.: O.R.G.

Copyright © Organización Internacional del Trabajo 1996
Primera edición 1957
Cuarta edición (revisada) 1996
Segunda impresión 1998

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, a condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción hay que formular las correspondientes solicitudes a la Oficina de Publicaciones (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, solicitudes que serán bien acogidas.

Kanawaty, G. (publicado con la dirección de)
Introducción al estudio del trabajo
Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición (revisada), 1996

/Estudio del trabajo/, /Teoría/, /Aspecto técnico/. 12.04.5
ISBN 92-2-307108-9

Título de la edición original en inglés: *Introduction to work study*
(ISBN 92-2-107108-1), Ginebra, cuarta edición (revisada), 1992

Publicado también en francés: *Introduction à l'étude du travail*
(ISBN 92-2-207108-5), Ginebra, tercera edición (revisada), 1995

Datos de catalogación de la OIT

Inv. 8173
7-6-05
658.54
ORG ; 1
Ej. 4

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.
La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las sancione.
Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Las publicaciones de la OIT pueden obtenerse en las principales librerías o en oficinas locales de la OIT en muchos países o pidiéndolas a: Publicaciones de la OIT, Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, que también puede enviar a quienes lo soliciten un catálogo o una lista de nuevas publicaciones.

Impreso en Suiza ATA

Prefacio
de la cuarta edición (revisada)

Durante los quince años transcurridos desde la publicación de la tercera edición (revisada) de este libro, se han producido numerosos cambios. La tecnología ha ocasionado profundas modificaciones en los métodos de funcionamiento, ya sea en las fábricas o en las oficinas. Las innovaciones en la gestión de la producción han originado toda una serie de nuevos y promisorios enfoques de métodos de trabajo. Ha habido un crecimiento sostenido en los sectores de servicios, en su mayor parte a expensas de los sectores industrial y agrícola. De modo simultáneo, en una multitud de empresas se han introducido nuevos y diferentes horarios de trabajo.

El estudio del trabajo no podía permanecer indiferente o apartado de tales cambios. Si uno de sus propósitos es el de mejorar métodos de trabajo, es imposible alcanzar ese objetivo aislándose del pensamiento actual y las tendencias futuras relacionados con la tecnología de las operaciones. Además, los avances tecnológicos, sobre todo en los sistemas de informática, pueden aprovecharse como un valioso instrumento para el estudio del trabajo.

Teniendo en cuenta todo esto, se ha preparado la presente edición. Se añadieron seis nuevos capítulos (Tercera parte), que tratan de los enfoques de la gestión de la producción y su relación con el estudio del trabajo, y un nuevo capítulo sobre el estudio de métodos en oficinas. Se revisó la parte correspondiente a la medición del trabajo (Cuarta parte) de tal manera que abarcara la gama completa de técnicas que van desde los sistemas macroscópicos como las estimaciones estructuradas, hasta los microenfoques como las normas de tiempo predeterminadas. Las secciones referidas al uso de sistemas informatizados en el estudio del trabajo se incorporaron en el texto junto con enfoques más tradicionales. Asimismo, se revisaron los capítulos de condiciones de trabajo y nuevas formas de organización del trabajo, de acuerdo con las actuales orientaciones en esas áreas.

La presente edición ha sido concebida y publicada con la dirección de G. Kanawaty, Consultor y ex Director del Departamento de Formación de la OIT, quien escribió varios de los nuevos capítulos y actualizó otros. J. Heap, del Politécnico de Leeds, Reino Unido, contribuyó también a la redacción del texto. Varios integrantes del Departamento de Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo de la OIT efectuaron su aporte al capítulo revisado sobre condiciones de trabajo: K. Kogi, J. Thurman, D. Gold, J.C. Hiba, S. Machida, G. Trah, S. Li y N.V. Krishnan. Por su parte, B. Lindholm actualizó el capítulo sobre organización del trabajo. Asimismo, contribuyó K. North, y la coordinación administrativa fue

realizada por E. Lansky, del Servicio de Desarrollo Empresarial y de la Gestión de la OIT. A. Serrano se ocupó de la traducción al español, C. Sebilla, del Departamento de Edición y Documentos de la OIT, efectuó la revisión técnica editorial, y L. Cañadas, de la Sección de Servicios de Información de la OIT, llevó a cabo la investigación bibliográfica en español. Se agradece en particular la colaboración en la compilación bibliográfica, prestada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, de España.

Indice

Prefacio a la cuarta edición (revisada)

Primera parte. Productividad, estudio del trabajo y factor humano

1. **Productividad y calidad de vida** 3
   1. Necesidades básicas, calidad de vida y productividad 3
   2. ¿Qué es la productividad? 4
   3. Productividad en la empresa 5
   4. Cometido de la dirección 7
2. **Estudio del trabajo y productividad** 9
   1. Cómo está constituido el tiempo total de un trabajo 9
   2. Correlación de diversos métodos utilizados para reducir el tiempo improductivo 13
3. **Enfoque del estudio del trabajo** 17
   1. ¿Cuál es la utilidad del estudio del trabajo? 17
   2. Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación 19
   3. Procedimiento básico para el estudio del trabajo 21
   4. Estudio del trabajo y administración de la producción 23
4. **El factor humano en la aplicación del estudio del trabajo** 25
   1. El factor humano en las actividades de la empresa 25
   2. El estudio del trabajo y la dirección de la empresa 26
   3. El estudio del trabajo y los capataces 27
   4. El estudio del trabajo y los trabajadores 29
   5. El especialista en estudio del trabajo 32
5. **Condiciones y medio ambiente de trabajo** 35
   1. Consideraciones generales 35
   2. Organización de la seguridad e higiene del trabajo 36
   3. Criterios de seguridad 37
   4. Prevención de accidentes industriales 40
   5. Locales de trabajo 43
   6. Orden y limpieza 43
   7. Iluminación 46
   8. Ruido y vibraciones 51
   9. Condiciones climáticas 56

10. Exposición a sustancias tóxicas 62
11. Equipo de protección personal 63
12. Ergonomía 63
13. Tiempo de trabajo 68
14. Instalaciones de bienestar social relacionadas con el trabajo 72

Segunda parte. Estudio de métodos

6. Estudio de métodos y selección de trabajos 77
1. Enfoque del estudio de métodos 77
2. Selección del trabajo para estudio 78
3. Limitación del alcance del trabajo en estudio 81

7. Registrar, examinar e idear 83
1. Registrar los hechos 83
2. Examinar con espíritu crítico: la técnica del interrogatorio 96
3. Concepción del método perfeccionado 107

8. Desplazamiento de los trabajadores en la zona de trabajo 111
1. Desplazamiento de los trabajadores y del material 111
2. Diagrama de hilos 111
3. Cursograma analítico para el operario 118
4. Diagrama de actividades múltiples 122
5. Gráfico de trayectoria 132

9. Métodos y movimientos en el lugar de trabajo 141
1. Consideraciones generales 141
2. Principios de economía de movimientos 142
3. Clasificación de movimientos 145
4. Algunos comentarios más sobre la disposición del lugar de trabajo y la simplificación de movimientos 145
5. Plantillas, herramientas y dispositivos de fijación 150
6. Mandos de máquinas y tableros indicadores 151
7. Diagrama bimanual 152
8. Estudio de micromovimientos 157
9. Otras técnicas de registro 158
10. Idear métodos perfeccionados 159

10. Evaluar, definir, implantar, mantener en uso 161
1. Evaluar diversos métodos 161
2. Definir el método perfeccionado 163
3. Implantar el método perfeccionado 164
4. Preparar la introducción de cambios 166
5. Controlar el cambio 169
6. Mantener en uso el nuevo método 170
7. Conclusión 170

11. Estudio de métodos en la oficina 171
1. Importancia del estudio de métodos de trabajo en la oficina 171
2. Procedimiento para mejorar métodos de trabajo en la oficina 172

3. Concepción y control de formularios 178
4. Disposición de la oficina 183
5. Control de calidad en la oficina 187

Tercera parte. Técnicas de dirección de la producción

12. Diseño del producto y utilización de materiales 191
1. Diseño del producto 191
2. Utilización de materiales 196

13. Control de calidad 199
1. Significado y alcance 199
2. Control estadístico de calidad 200
3. Método Taguchi 203
4. Control de calidad total 203
5. Estudio del trabajo y control de calidad 204

14. Disposición del espacio, manipulación y planificación del proceso 207
1. Disposición del espacio 207
2. Manipulación de materiales 213
3. Evolución en la tecnología de fabricación 217
4. Planificación del proceso 222
5. Estudio del trabajo, disposición, manipulación y planificación del proceso 224

15. Planificación y control de producción 227
1. Alcance de la planificación y control de la producción 227
2. Planificación y control de producción continua 228
3. Planificación y control de producción discontinua 228
4. Planificación y control de productos especiales 231
5. Estudio del trabajo y planificación y control de producción 234

16. Control de existencias 237
1. Indole del problema 237
2. Métodos tradicionales de control de existencias 238
3. Método «justo a tiempo» de regulación de existencias 241
4. Estudio del trabajo y control de existencias 243

17. Mantenimiento 245
1. Alcance del mantenimiento 245
2. Organización del mantenimiento 246
3. Estudio del trabajo y mantenimiento 248

Cuarta parte. Medición del trabajo

18. Consideraciones generales sobre medición del trabajo 251
1. Definición 251
2. Objeto de la medición del trabajo 251
3. Usos de la medición del trabajo 254
4. Procedimiento básico 255
5. Técnicas de medición del trabajo 255

19. Muestreo del trabajo y estimación estructurada 257
1. Necesidad del muestreo del trabajo 257
2. Algunas palabras sobre el muestreo 258
3. Cómo establecer niveles de confianza 258
4. Cómo determinar el tamaño de la muestra 261
5. Cómo efectuar observaciones aleatorias 262
6. Cómo realizar el estudio 265
7. Muestreo del trabajo de régimen normal 268
8. Técnicas de muestreo por grupos 269
9. Cómo utilizar el muestreo del trabajo 269
10. Estimación estructurada 270

20. Estudio de tiempos: el material 273
1. ¿Qué es el estudio de tiempos? 273
2. Material fundamental 273
3. Formularios para el estudio de tiempos 278
4. Otros aparatos 288

21. Estudio de tiempos: selección y cronometraje del trabajo 289
1. Selección del trabajo 289
2. El estudio de tiempos y los trabajadores 290
3. Etapas del estudio de tiempos 293
4. Obtener y registrar información 294
5. Comprobar el método 296
6. Descomponer la tarea en elementos 296
7. Delimitar los elementos 298
8. Tamaño de la muestra 300
9. Cronometraje de cada elemento 301

22. Estudio de tiempos: valoración del ritmo 305
1. El trabajador calificado 306
2. El trabajador «promedio» 307
3. Ritmo tipo y desempeño tipo 309
4. Comparar el ritmo observado con el ritmo tipo 312
5. Objeto de la valoración 314
6. Factores que influyen en el ritmo de trabajo 315
7. Escalas de valoración 317
8. Cómo se efectúa la valoración 318
9. Cómo se anota la valoración 320

23. Estudio de tiempos: de los datos reunidos al tiempo tipo 321
1. Resumen del estudio 321
2. Preparación de la hoja de resumen del estudio 322
3. Conversión: cálculo del tiempo básico 323
4. Tiempo seleccionado 324
5. Transcripción a la hoja de resumen 330
6. Estudio electrónico de tiempos 331
7. ¿Cuántos estudios se harán? 332
8. Hoja de análisis de estudios 334

9. Contenido de trabajo 335
10. Suplementos 335
11. Cálculo de suplementos 337
12. Suplementos por descanso 338
13. Otros suplementos 340
14. Tiempo tipo 343
15. Medición del trabajo en la oficina 344

24. Normas de tiempo para el trabajo con máquinas 349
1. Control de instalaciones y máquinas 349
2. Trabajo restringido 352
3. Un obrero y una máquina 354
4. Cálculo de suplementos por descanso 356
5. Suplemento por tiempo no ocupado 359
6. Trabajo con múltiples máquinas 361

25. Ejemplo de estudio de tiempos 367

26. Normas de tiempo predeterminadas 387
1. Definición 387
2. Antecedentes 388
3. Ventajas de los sistemas NTPD 389
4. Inconvenientes de los sistemas NTPD 389
5. Diferentes sistemas NTPD 391
6. Utilización de sistemas NTPD 394
7. Aplicación de sistemas NTPD 401

27. Datos tipo 415
1. Consideraciones principales 415
2. Elaboración de datos tipo 416
3. Elaboración de datos tipo mediante sistemas NTPD 424
4. Datos tipo de origen externo 425
5. Sistemas de medición informatizados 434

28. Utilización de tiempos tipo 437
1. Definición del trabajo al que se aplican tiempos tipo 437
2. Especificación del trabajo 438
3. Unidad de trabajo tipo 440
4. Planes de producción y utilización de la mano de obra y de las instalaciones 440
5. Cálculo de costos de producción 442
6. Cálculo de costos estándar y control presupuestario 442
7. Sistemas de remuneración por rendimiento 443
8. Organización de un sistema de información relacionado con la medición del trabajo 444

Quinta parte. Del análisis a la síntesis

29. Nuevas formas de organización del trabajo 449
1. Estudio de métodos y medición del trabajo: instrumentos básicos para planear tareas 449

2. Cómo planear funciones de puestos individuales 451
3. Cómo planear el trabajo en grupo en la producción 458
4. Cómo planear unidades de producción organizadas en función del producto 471
5. Cómo planear organizaciones orientadas a la empresa 473
6. Criterios para una buena organización del trabajo: observaciones finales 479

Sexta parte. Apéndices

1. Glosario de términos 485
2. Lista de preguntas para un nuevo método de trabajo 495
3. Ejemplo de tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso 501
4. Selección bibliográfica 511

Indice alfabético 517

Figuras

1. Papel de la dirección en la coordinación de recursos de una empresa 8
2. Cómo se descompone el tiempo de trabajo 10
3. Contenido de trabajo básico y suplementario 15
4. Cómo reducir el tiempo improductivo mediante las técnicas de dirección 16
5. Estudio del trabajo 20
6. Etapas del estudio del trabajo 22
7. Cuatro métodos básicos para prevenir riesgos en el trabajo, clasificados por orden decreciente de eficacia 38
8. Disposición y almacenamiento de herramientas 45
9. Montaje de artefactos de alumbrado general 48
10. Necesidad de iluminación general 48
11. Espacio máximo recomendado para artefactos de alumbrado de tipo industrial 48
12. Factores que influyen en el grado de deslumbramiento producido por una lámpara difusora o provista de tubos fluorescentes 49
13. Costo relativo de las lámparas de incandescencia y los tubos fluorescentes 50
14. Factores de reflexión recomendados para las principales superficies internas 51
15. Distancia a la que se puede oír la voz normal con ruido ambiental 53
16. Desplazamiento temporal del umbral auditivo (en dB) en función de la duración de la exposición a ruidos de banda ancha 54
17. Límites de exposición al calor 57
18. Interfaz operario-máquina 65
19. Concepción ergonómica de indicadores 66
20. Diseño ergonómico de controles 67
21. Símbolos del estudio de métodos 87
22. Rotor de interruptor 88
23. Cursograma sinóptico: montaje de un rotor de interruptor 90
24. Representaciones convencionales 92
25. Cursograma analítico: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor 94

26. Cursograma analítico basado en el material: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método original) 95
27. Diagrama de recorrido: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor 100
28. Cursograma analítico basado en el material: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método perfeccionado) 102
29. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método original) 105
30. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método original) 106
31. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado) 108
32. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado) 109
33. Diagrama de hilos 112
34. Hoja de análisis de los movimientos del operario 113
35. Diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas (método original) 116
36. Diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas (método perfeccionado) 117
37. Diagrama de recorrido de una enfermera: cómo servir comidas en una sala de hospital 120
38. Cursograma analítico para el operario: cómo servir comidas en una sala de hospital 121
39. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor (método original) 123
40. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor (método perfeccionado) 125
41. Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método original) 126
42. Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método perfeccionado) 127
43. Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método original) 130
44. Trituración de huesos: disposición de la zona de trabajo 131
45. Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método perfeccionado) 133
46. Gráfico de trayectoria: movimiento del mensajero dentro de una oficina 135
47. Hoja de análisis 137
48. Gráfico de trayectoria: manipulación de materiales 138
49. Area normal y área máxima de trabajo 144
50. Disposición recomendada en dos arcos de círculo 146
51. Dimensiones recomendadas para tareas efectuadas en posición de sentado 147
52. Recipientes y dispositivos para economizar movimientos 148
53. Ejemplo de disposición de un lugar de trabajo 149
54. Diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio (método original) 154
55. Diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio (método perfeccionado) 156
56. Hoja de instrucciones 165
57. Curva de aprendizaje típica 168
58. Jerarquía de sistemas, procedimientos y métodos de oficina 174

59. Diagrama de procedimiento 176
60. Diagrama en X 181
61. Formulario de registro de personal 182
62. De la concepción al producto final 193
63. Diseño con ayuda de ordenador (DAC) 194
64. Reducción de piezas en el diseño de un producto 195
65. Un diagrama $\overline{X}$: proceso encuadrado dentro de los límites de control 202
66. Un diagrama $\overline{X}$: desviación de un proceso 202
67. Tipos de disposición 208
68. Trazado del recorrido para varios productos utilizando la tabla cuadriculada 210
69. Manejo de robots 215
70. Diferentes posibilidades de manipulación de un mismo objeto 216
71. Evolución de la tecnología de fabricación 217
72. Evolución de la pintura de automóviles 219
73. Fabricación integrada con ordenador (FIC) 220
74. Transformación de una disposición funcional en disposición en línea o por producto 223
75. Diagrama en bloque de fabricación en línea 225
76. Diagrama de fabricación en línea 226
77. Planificación y control de producción en línea: plan general de producción 229
78. Diagrama de barras o diagrama Gantt 230
79. Actividades del CPM 231
80. Diagrama de red con uso de tiempos normales 232
81. Diagrama de red con uso de tiempos acelerados 234
82. Relación entre costos totales y costos para pasar un pedido y recibirlo, y número de pedidos hechos 238
83. Momento para renovar pedidos y reserva reguladora 240
84. Sistema simplificado JAT *Kanban* 241
85. Ilustración simplificada del itinerario *Kanban* 242
86. Medición del trabajo 256
87. Distribución proporcional de «caras» y «cruces» (cien lanzamientos de cinco monedas a la vez) 258
88. Curva de distribución que indica las posibilidades de combinaciones al utilizar grandes muestras 259
89. Curva de distribución normal 260
90. Nomograma para determinar el número de observaciones 263
91. Ejemplo de hoja simple de registro de muestreo del trabajo 267
92. Hoja de registro de muestreo del trabajo con utilización de máquina y distribución de tiempo inactivo 267
93. Hoja de registro de muestreo del trabajo con distribución de tiempo entre diez elementos de trabajo ejecutados por un grupo de cuatro trabajadores 267
94. Cronómetro de minuto decimal 275
95. Tableros para formularios de estudio de tiempos 277
96. Cronómetro electrónico 278
97. Tablero electrónico 279
98. Formulario general de estudio de tiempos (primera hoja) 281

99. Formulario general de estudio de tiempos (segunda hoja y siguientes) 282
100. Formulario simple de estudio para ciclo breve 283
101. Formulario de estudio para ciclo breve (anverso) 284
102. Formulario de estudio para ciclo breve (reverso) 285
103. Hoja de resumen de estudio 286
104. Hoja de análisis de estudios 287
105. Distribución de tiempos invertidos por los trabajadores en ejecutar determinada tarea 308
106. Efecto del tiempo improductivo sobre el desempeño 312
107. Efecto del salario por rendimiento sobre el tiempo de ejecución de una operación 313
108. Efecto de la conversión sobre el tiempo de un elemento 325
109. Método gráfico para seleccionar tiempos básicos 329
110. Tiempos básicos medios acumulados de un elemento constante 333
111. Suplementos 338
112. Cómo se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple 344
113. Diagrama explicativo del tiempo de máquina 351
114. Resultado del estudio de métodos en la operación de fresado 353
115. Operación de fresado (método perfeccionado) 355
116. Cuatro operaciones con elementos a máquina 358
117. Interferencia de máquinas 364
118. Ficha explicativa de los elementos y cortes 368
119. Croquis de la pieza y del lugar de trabajo 369
120. Formulario de estudio de tiempos (primera hoja) 370
121. Formulario de estudio de tiempos: continuación (hoja 2) 372
122. Formulario de estudio de tiempos: continuación (hoja 3) 374
123. Hoja de trabajo 376
124. Hoja de resumen de estudio 378
125. Extracto de una hoja de análisis de estudios 380
126. Cálculo de suplemento por descanso 382
127. Tiempo total del ciclo 385
128. Niveles de datos en sistemas NTPD: movimientos básicos 391
129. Montaje de la base (medidas en milímetros) 404
130. Disposición del lugar de trabajo para el montaje de la base 405
131. Hoja de análisis MTM-2; montaje de la base 407
132. Andar limitado 420
133. Tiempos de base para tronzar madera de anchuras y espesores diversos 421
134. Curva de base para tronzar madera de 2 cm de espesor y anchuras diversas 423
135. Curva de factores para tronzar madera de anchuras y espesores diversos 424
136. Secuencia de elementos 428
137. Elementos básicos del trabajo de prensa mecánica 429
138. Trabajo de prensa mecánica: ejemplo de elementos y distancias de transporte 429
139. Trabajo de prensa mecánica: ejemplo de datos tipo determinados mediante sistema MTM-2 (presentación tabular) 430

140. Trabajo de prensa mecánica: ejemplo de datos tipo determinados mediante sistema MTM-2 (presentación algorítmica) 431
141. Trabajo de prensa mecánica: formulario de aplicación de datos tipo 432
142. Establecimiento de datos tipo informatizados 433
143. Obtención de un tiempo tipo informatizado correspondiente a una operación 435
144. Ejemplos de sistemas de creación de existencias reguladoras en procesos de fabricación 456
145. Línea adaptada al ritmo de la máquina 460
146. Línea adaptada al ritmo humano 461
147. Proceso automatizado 462
148. Concentración de operaciones afines 463
149. Montaje de motores de automóvil 465
150. Organización de los grupos por proceso y en paralelo 467
151. Diagrama esquemático de un grupo organizado según la secuencia del proceso 468
152. Grupo organizado según la secuencia del proceso para fabricación de ejes de bomba 470
153. Disposición de un taller de fabricación de recuperadores de calor 473
154. Fabricación de motores eléctricos 474

Cuadros

1. Propiedades de diferentes pavimentos industriales 44
2. Niveles mínimos de iluminación recomendados para diferentes categorías de tareas 47
3. Relaciones máximas de intensidad de luz recomendadas 47
4. Duración de la exposición al ruido continuo que no debería superarse para prevenir la sordera profesional entre la mayoría de los trabajadores 55
5. Control del clima de trabajo 60
6. Análisis de Pareto, fase 1: contribución de productos a los beneficios 79
7. Análisis de Pareto, fase 2: presentación de productos por orden descendente de su aportación a los beneficios 80
8. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio de métodos 84
9. Clasificación de movimientos 145
10. Método del camino crítico: tiempos normales y acelerados, y costos de realización de actividades 233
11. Distribución proporcional de «caras» y «cruces» (cien lanzamientos de cinco monedas a la vez) 259
12. Tabla de números aleatorios 264
13. Determinación de la secuencia de tiempos para observaciones aleatorias 265
14. Hoja de registro de muestreo del trabajo valorado 270
15. Número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos 301
16. Ejemplo de distribución de tiempos de ejecución 309
17. Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración 318
18. Cálculo final del suplemento por descanso 384
19. Cálculo y notificación del tiempo tipo 385
20. Componentes de un sistema NTPD básico 388

21. Campo de aplicación de datos 392
22. Tarjeta de datos del sistema MTM-2 394
23. Montaje de una tuerca y una arandela en un perno 403
24. Datos de aplicación del sistema MTM en tmu 408
25. Andar limitado 419
26. Tiempos de base para tronzar madera de anchuras y espesores diversos 421
27. Datos tipo para trabajos ligeros de mecánica y montaje 426
28. Datos mínimos requeridos para llevar registros de medición del trabajo y control de mano de obra 445

PRIMERA PARTE

Productividad, estudio del trabajo y factor humano

PRIMERA PARTE

Productividad, estudio del trabajo y factor humano

CAPITULO **1**

Productividad y calidad de vida

1. Necesidades básicas, calidad de vida y productividad

En 1950 la población mundial se cifraba en 2 500 millones de personas. En el año 2000 alcanzará los 6 200 millones, aumento que equivale al 250 por ciento en apenas cincuenta años. Más del 90 por ciento de ese aumento se va a producir en los países en desarrollo. En el año 2000 cerca de 1 000 millones de personas vivirán por debajo de la línea de la pobreza y a duras penas podrán satisfacer sus necesidades básicas. Estas necesidades básicas son:

- ☐ **Alimentación**
  Alimentación diaria suficiente para producir la energía necesaria para vivir y trabajar.
- ☐ **Vestido**
  Suficiente ropa y calzado para poder estar limpio y protegido contra la intemperie.
- ☐ **Alojamiento**
  Alojamiento que dé abrigo en condiciones saludables y esté dotado de algunos enseres domésticos y muebles.
- ☐ **Seguridad**
  Protección contra la violencia y contra el desempleo y que permita satisfacer las necesidades personales en la enfermedad o en la vejez.
- ☐ **Salud y servicios esenciales**
  Agua potable, saneamiento, acceso a la utilización de energía, asistencia médica, educación y medios de transporte.

La aspiración de los segmentos de la población más acomodados es elevar aún más su nivel de vida y mejorar su calidad de vida. Esto representa una mejora en la calidad de los bienes básicos y en la variedad y cantidad de bienes de que dispone una persona para poder optar entre diversas posibilidades, por ejemplo en relación con la vivienda, el vestido o los alimentos. Las aspiraciones humanas también abarcan el deseo de un entorno más sano y limpio, actividades culturales, la capacidad de disponer de tiempo libre y de utilizarlo de una manera agradable y unos ingresos que hagan posible sufragar esas diversas necesidades.

A fin de que una sociedad o nación pueda elevar el nivel de vida de su población, tendrá que aumentar al máximo el rendimiento de sus recursos o

mejorar la **productividad** para que la economía crezca y sea capaz de sostener una mejor calidad de vida.

2. ¿Qué es la productividad?

La productividad puede definirse de la manera siguiente:

> La productividad es la relación entre producción e insumo.

Esta definición se aplica a una empresa, un sector de actividad económica o toda la economía. El término «productividad» puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado. Aunque esto parece bastante sencillo cuando el producto y el insumo son tangibles y pueden medirse fácilmente, la productividad resulta más difícil de calcular cuando se introducen bienes intangibles. Pongamos un ejemplo.

Un alfarero trabaja ocho horas al día y produce 400 tiestos al mes utilizando un horno caldeado con leña.

- Supongamos que como resultado de un cambio en el método de trabajo puede producir 500 tiestos al mes en lugar de 400 con el mismo equipo y horas de trabajo. Su productividad, calculada en función del número de tiestos producidos, habrá aumentado un 25 por ciento.
- Supongamos ahora que no pudo vender los 500 tiestos y tuvo que reducir su precio de 2$ el tiesto a 1,80$. Si quiere valorar su aumento de productividad, es posible que al alfarero le interese más utilizar términos monetarios en lugar de simplemente el número de tiestos producidos. En este caso podría decir que el valor de su producto solía ser de $400 \times 2 = 800$$ al mes y que ahora es de $500 \times 1{,}80 = 900$$ al mes.
  Su insumo no ha cambiado. Por tanto, su aumento de productividad es
  $$\frac{\$(900-800)}{\$800} = 12{,}5 \text{ por ciento.}$$

Este ejemplo, deliberadamente sencillo, nos permite hacer dos observaciones. Primeramente, la productividad servía para medir el aumento de la producción expresado en número de tiestos producidos, en el primer caso, y en términos monetarios en el segundo, obteniéndose en uno y otro caso valores diferentes. En otras palabras, según lo que se tenga interés en medir, variarán la índole del producto y del insumo. En segundo lugar, aunque la **producción** real aumentó en este ejemplo de 400 a 500 tiestos, la **productividad** en términos monetarios no reflejaba un aumento correspondiente. Esto significa que tenemos que hacer una distinción entre el aumento de la producción y el aumento de la productividad, medida en este ejemplo en términos de ganancia monetaria.

- Sigamos con nuestro ejemplo y demos por supuesto que el alfarero decidió sustituir su horno alimentado con leña por otro alimentado con petróleo. Esto le supone un costo de inversión de 6 000$, que calcula que se debería amortizar en un plazo de diez años. Dicho de otro modo, el costo de esa

inversión será de 600$ al año durante diez años, o de 50$ al mes. Necesitaría también petróleo, que le costaría 50$ más de lo que pagaría por la leña. Supongamos asimismo que su producción se mantiene constante a 500 tiestos al mes. Medido en dinero, el valor de su producción es de 500 × 1,80 = 900$ al mes, de cuya cifra deberá deducir 50$ en concepto de inversión de capital y 50$ por el combustible, es decir, 100$. Su ganancia monetaria es, pues, 900$ - 100$ = 800$. En este caso su productividad expresada en ganancia monetaria no ha mejorado puesto que, si bien originalmente producía sólo 400 tiestos, los vendía a 2$ cada uno, con lo que llegaba a la misma cifra financiera.

- Sin embargo, es posible que nuestro alfarero alegue que, gracias al nuevo horno, su calidad ha mejorado, que se reducirá así el número de piezas rechazadas y que, al aumentar la satisfacción de los usuarios, con el tiempo podrá subir de nuevo su precio. Además, su propia satisfacción en el trabajo será mayor, porque el nuevo horno es mucho más fácil de manejar. Se ha ampliado así la definición de producto para abarcar la calidad y un factor relativamente intangible, el de la satisfacción del consumidor. Análogamente, el insumo abarca también un factor intangible, el de la satisfacción en el trabajo. Por consiguiente, los aumentos de la productividad son ahora más difíciles de medir con precisión debido a estos factores intangibles y al intervalo de tiempo que es preciso calcular hasta que la satisfacción de los usuarios permita incrementar los precios de los tiestos producidos en el nuevo horno.

Este sencillo ejemplo ayuda a mostrar que los factores que influyen en la productividad en una organización son múltiples y a menudo están relacionados entre sí. Muchas personas se han visto erróneamente inducidas a pensar en la productividad sólo como la productividad del trabajo, en gran medida debido a que la productividad del trabajo suele constituir la base de las estadísticas publicadas sobre el tema. Resulta asimismo evidente que en una comunidad o país el mejoramiento de la productividad o la extracción del mejor rendimiento posible de los recursos disponibles no significa que se explota a la mano de obra, sino que se aprovechan todos los recursos disponibles para estimular un mayor índice de crecimiento que puede utilizarse para mejorar las prestaciones sociales, el nivel de vida y la calidad de vida. Sin embargo, en el presente libro nos ceñiremos a las cuestiones de productividad y más concretamente al estudio del trabajo tal como se aplica en la empresa.

3. Productividad en la empresa

La productividad en una empresa puede estar afectada por diversos factores externos, así como por varias deficiencias en sus actividades o factores internos. Entre otros ejemplos de factores externos cabe mencionar la disponibilidad de materias primas y mano de obra calificada, las políticas estatales relativas a la tributación y los aranceles aduaneros, la infraestructura existente, la disponibilidad de capital y los tipos de interés, y las medidas de ajuste aplicadas a la economía o a ciertos sectores por el gobierno. Estos factores externos quedan fuera del

control del empleador. No obstante, examinaremos otros factores que están sometidos al control de los directores de las empresas.

Los factores de insumo y producto en una empresa

En una empresa típica la producción se define normalmente en términos de productos fabricados o servicios prestados. En una empresa manufacturera los productos se expresan en número, por valor y por su grado de conformidad con unas normas de calidad predeterminadas. En una empresa de servicios como una compañía de transporte público o una agencia de viajes la producción se expresa en términos de los servicios prestados. En una empresa de transportes la producción puede consistir en el número de clientes o de toneladas de carga por kilómetro transportados. En una agencia de viajes podría ser el valor de los billetes vendidos o el valor medio de los billetes por cliente, etc. Tanto las empresas manufactureras como las de servicios deben estar igualmente interesadas en la satisfacción de los clientes o usuarios, medida, por ejemplo, por el número de quejas o rechazos.

Por otro lado, la empresa dispone de ciertos recursos o insumos con los que crea el producto deseado. Estos son:

- **Terrenos y edificios**
  Terrenos y edificios en un emplazamiento conveniente.
- **Materiales**
  Materiales que pueden transformarse en productos destinados a la venta, como materias primas o materiales auxiliares, por ejemplo disolventes u otros productos químicos y pinturas que se necesitan en el proceso de fabricación, y el material de embalaje.
- **Energía**
  Energía en sus diversas formas como electricidad, gas, petróleo o energía solar.
- **Máquinas y equipo**
  Las máquinas y el equipo necesarios para las actividades de explotación de la empresa, incluso los destinados al transporte y la manipulación, la calefacción o el acondicionamiento de aire, el equipo de oficina, las terminales de computadora, entre otros.
- **Recursos humanos**
  Hombres y mujeres capacitados para desempeñar la actividad operacional, planificar y controlar, comprar y vender, llevar las cuentas y realizar otras actividades como las de mantenimiento o trabajos administrativos y de secretaría.

Otro factor de producción o insumo es el **capital** que, aun sin definirse aquí, se incluye implícitamente puesto que se emplea para financiar la compra de terrenos, maquinaria, equipo, materiales y trabajo, y para pagar los servicios prestados por los recursos humanos.

La utilización que se hace de todos estos recursos agrupados determina la **productividad** de la empresa.

4. Cometido de la dirección

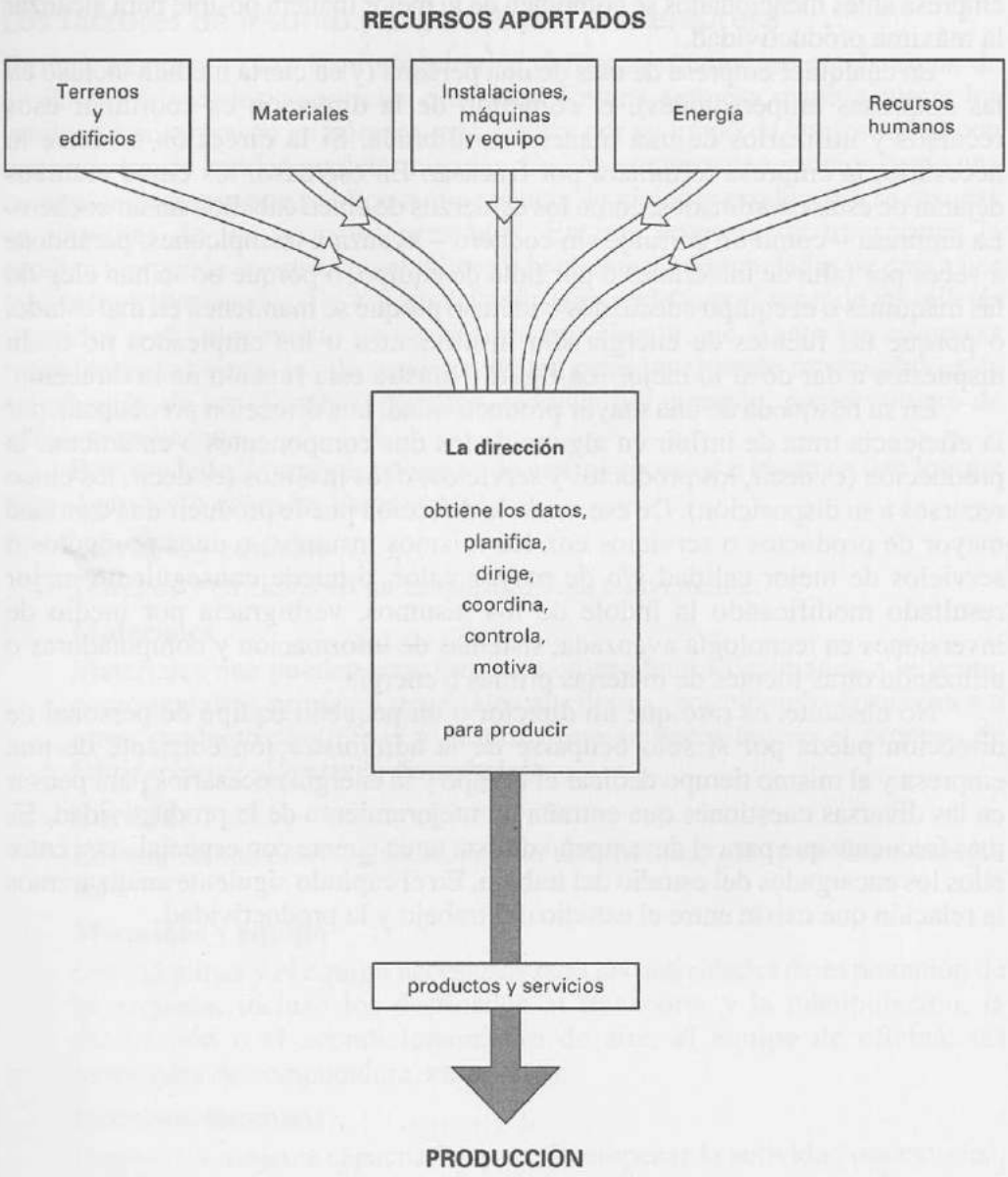
La dirección de una empresa está encargada de velar por que los recursos de la empresa antes mencionados se combinen de la mejor manera posible para alcanzar la máxima productividad.

En cualquier empresa de más de una persona (y en cierta medida incluso en las empresas unipersonales), el cometido de la dirección es coordinar esos recursos y utilizarlos de una manera equilibrada. Si la dirección no hace lo necesario, la empresa terminará por fracasar. En ese caso, los cinco recursos dejarán de estar coordinados, como los esfuerzos de cinco caballos sin un cochero. La empresa – como un carruaje sin cochero – avanza a trompicones, parándose a veces por falta de materiales o por falta de equipo, o porque no se han elegido las máquinas o el equipo adecuados o incluso porque se mantienen en mal estado, o porque las fuentes de energía son insuficientes o los empleados no están dispuestos a dar de sí lo mejor. La figura 1 ilustra esta función de la dirección.

En su búsqueda de una mayor productividad, una dirección preocupada por la eficiencia trata de influir en alguno de los dos componentes o en ambos: la producción (es decir, los productos y servicios) o los insumos (es decir, los cinco recursos a su disposición). De ese modo la dirección puede producir una cantidad mayor de productos o servicios con los mismos insumos, o unos productos o servicios de mejor calidad y/o de mayor valor, o puede conseguir un mejor resultado modificando la índole de los insumos, verbigracia por medio de inversiones en tecnología avanzada, sistemas de información y computadoras o utilizando otras fuentes de materias primas o energía.

No obstante, es raro que un director o un pequeño equipo de personal de dirección pueda por sí solo ocuparse de la administración corriente de una empresa y al mismo tiempo dedicar el tiempo y la energía necesarios para pensar en las diversas cuestiones que entraña un mejoramiento de la productividad. Es más frecuente que para el desempeño de esta tarea cuente con especialistas, entre ellos los encargados del estudio del trabajo. En el capítulo siguiente analizaremos la relación que existe entre el estudio del trabajo y la productividad.

Figura 1. Papel de la dirección en la coordinación de recursos de una empresa



CAPITULO **2**

Estudio del trabajo y productividad

Como dijimos en el capítulo anterior, la dirección de una empresa recurre frecuentemente a especialistas para que la ayuden a mejorar la productividad. Uno de los instrumentos más eficaces que se puede utilizar es el del estudio del trabajo.

> El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando[1].

Por tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. La relación entre productividad y estudio del trabajo es, pues, evidente. Si gracias al estudio del trabajo se reduce el tiempo de realización de cierta actividad en un 20 por ciento, simplemente como resultado de una nueva ordenación o simplificación del método de producción y sin gastos adicionales, la productividad aumentará en un valor correspondiente, es decir, en un 20 por ciento. Para captar cómo el estudio del trabajo reduce los costos y el tiempo que se tarda en cierta actividad, es necesario examinar más detenidamente en qué consiste ese tiempo.

1. Cómo está constituido el tiempo total de un trabajo

Puede considerarse que el tiempo que tarda un trabajador o una máquina en realizar una actividad o en producir una cantidad determinada de cierto producto está constituido de la manera que se indica a continuación y tal como se ilustra en la figura 2.

Primero existe:

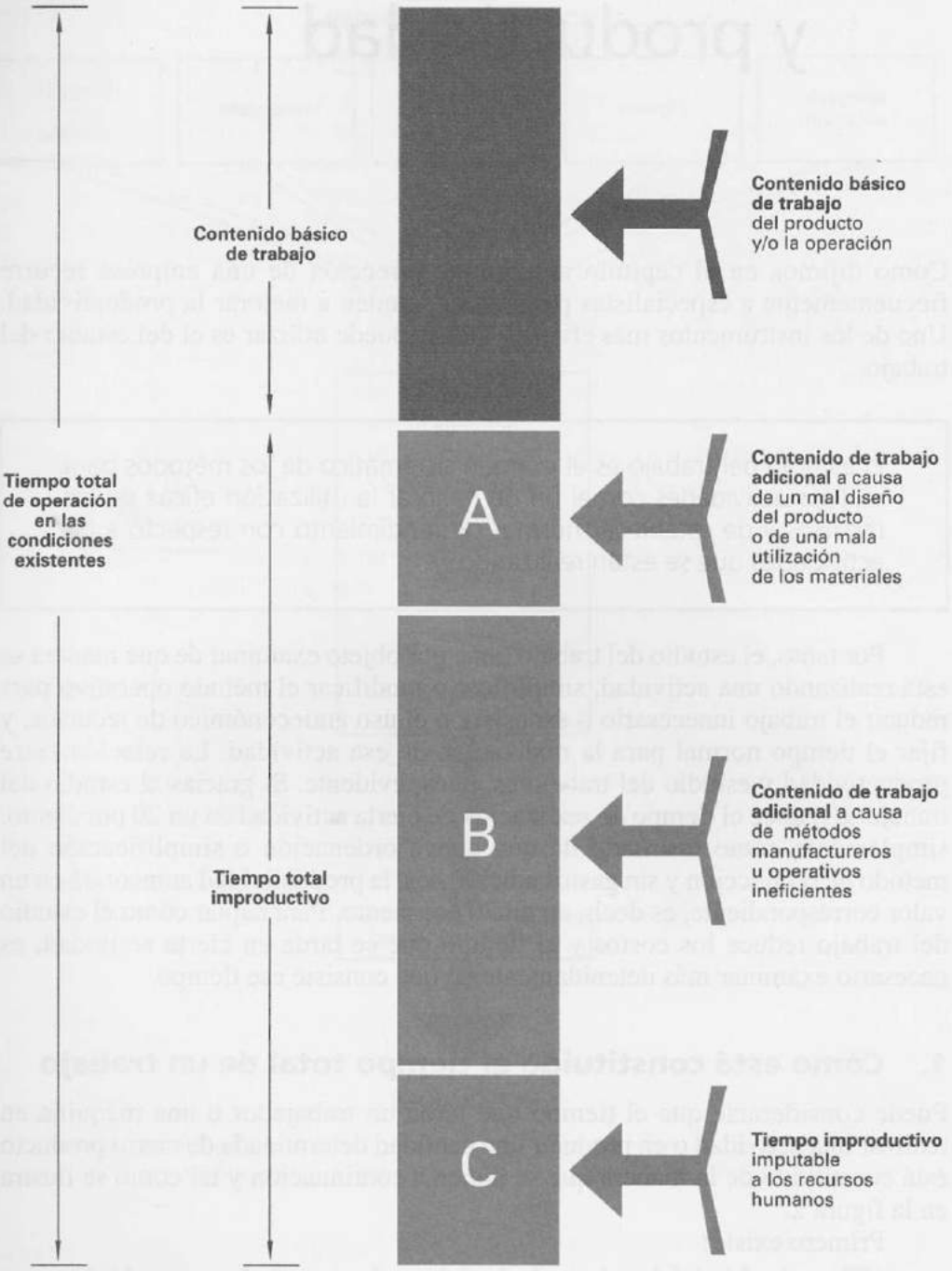
El contenido básico de trabajo del producto o de la operación[2].

---

[1] Esta definición difiere algo de la que figura en el glosario de normas británicas. Véase British Standards Institution (BSI): *Glossary of terms used in management services*, BS 3138 (Londres, 1991).

[2] La palabra «operación», siempre que se utilice, se aplica también a las actividades no manufactureras como los servicios de transporte o los trabajos de oficina.

Figura 2. Cómo se descompone el tiempo de trabajo



Contenido de trabajo significa, por supuesto, la cantidad de trabajo «contenida en» un producto dado o en un proceso medido en «horas de trabajo» o en «horas de máquina».

- Una **hora de trabajo** es el trabajo de una persona en una hora.
- Una **hora-máquina** es el funcionamiento de una máquina o de parte de una instalación durante una hora.

El contenido básico de trabajo es el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o en realizar una operación si el diseño o la especificación del producto fuesen perfectos, el proceso o método de fabricación se desarrollasen a la perfección y no hubiese pérdida de tiempo por ningún motivo durante la operación (aparte de las pausas normales de descanso a que tiene derecho el operario). **El contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreductible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción.**

Estas son evidentemente condiciones teóricas perfectas que nunca se dan en la práctica, aunque a veces se logre una aproximación considerable, particularmente en la fabricación en cadena o en las industrias de transformación. En general, sin embargo, los tiempos reales invertidos en las operaciones son muy superiores a los teóricos debido al: **contenido excesivo de trabajo.**

Al contenido de trabajo vienen a sumarse los elementos siguientes:

A. Contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto o de sus partes, o a la utilización inadecuada de los materiales

El tiempo y los desechos innecesarios (que producen un aumento del costo del producto) pueden atribuirse de diversas formas a deficiencias del diseño del producto o de sus partes o a un control incorrecto de la calidad.

A.1. Deficiencia y cambios frecuentes del diseño

El producto puede estar diseñado de manera que requiera un gran número de piezas no normalizadas que alargan el tiempo de montaje. Una variedad excesiva de productos y la falta de normalización de los productos o de sus piezas entrañan la realización del trabajo en lotes pequeños, con pérdidas de tiempo cuando el operario tiene que efectuar ajustes o pasa de un lote al siguiente.

A.2. Desechos de materiales

Los componentes de un producto pueden estar diseñados de tal modo que sea necesario eliminar una cantidad excesiva de material para darles su forma definitiva. Esto aumenta el contenido de trabajo de la tarea y la cantidad de desechos de materiales. En particular es necesario examinar meticulosamente las operaciones que requieren el corte de materiales para averiguar si los desechos resultantes se pueden reducir a un mínimo o volver a utilizar.

A.3. Normas incorrectas de calidad

Las normas de calidad que pecan por exceso o por defecto pueden incrementar el contenido de trabajo. En las industrias de maquinaria la insistencia en márgenes de tolerancia innecesariamente reducidos exige un trabajo mecánico adicional con el desperdicio consiguiente de material. Por otro lado, si el margen de tolerancia es demasiado amplio puede haber un considerable número de piezas desechadas. La elección de la norma de

calidad y del método de control de calidad adecuados es trascendental para garantizar la eficiencia.

B. Contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficientes de producción o de funcionamiento

Un método de trabajo deficiente que produzca movimientos innecesarios de las personas o los materiales puede ocasionar un tiempo improductivo y un aumento de los costos. Análogamente, el tiempo improductivo puede deberse a métodos inadecuados de manipulación, un mal mantenimiento de la maquinaria o el equipo que provoque frecuentes averías o un control incorrecto de las existencias que cause retrasos debido a la falta de productos o piezas o un aumento de los costos como consecuencia de un almacenamiento excesivo de materiales.

B.1. Mala disposición y utilización del espacio

El espacio utilizado para cualquier operación representa una inversión. La utilización adecuada del espacio es una fuente importante de reducción de los costos, particularmente cuando una empresa está expandiéndose y necesita aumentar su área de trabajo. Además, una disposición adecuada reduce los movimientos innecesarios y la pérdida de tiempo y energías.

B.2. Inadecuada manipulación de los materiales

Las materias primas, las piezas y los productos acabados se trasladan constantemente de un lugar a otro durante un trabajo de producción. La utilización del equipo de manipulación más adecuado para el fin perseguido puede ahorrar tiempo y esfuerzos.

B.3. Interrupciones frecuentes al pasar de la producción de un producto a la de otro

Mediante una planificación y un control de las actividades de producción adecuados se puede lograr que un lote o serie de producción siga inmediatamente a otro con miras a eliminar o reducir al mínimo el tiempo improductivo de la maquinaria, el equipo o el trabajador.

B.4. Método de trabajo ineficaz

Aunque su secuencia esté bien planificada, todas o algunas de las operaciones pueden resultar complicadas. Es posible reducir el tiempo improductivo examinando cómo se realizan ciertas operaciones e ideando mejores métodos.

B.5. Mala planificación de las existencias

En cada operación normalmente se piden y almacenan con antelación materias primas y en cada etapa de la operación se almacenan existencias de los llamados «materiales en curso de ejecución» o productos semiacabados y diversas piezas temporalmente en espera de ser procesados. Esas diversas existencias representan una inversión inmovilizada. Con la instalación de un sistema adecuado de control de las existencias se pueden reducir al mínimo las inversiones improductivas, al mismo tiempo que se garantiza que los operarios no carezcan del material necesario.

B.6. Averías frecuentes de las máquinas y el equipo

Un mal mantenimiento de la maquinaria y el equipo puede causar frecuentes paralizaciones, que producen un tiempo improductivo en espera de las

reparaciones. La instalación de un sistema preventivo y el lanzamiento de campañas de mantenimiento garantizarían el buen funcionamiento de la maquinaria y el equipo.

C. Contenido de trabajo resultante principalmente de la aportación de recursos humanos

Los trabajadores de una empresa pueden influir voluntaria o involuntariamente en el tiempo de las operaciones como sigue:

C.1. Absentismo y falta de puntualidad

Si la dirección no crea un clima de trabajo seguro y satisfactorio, los trabajadores pueden reaccionar ausentándose del trabajo, llegando tarde o trabajando despacio deliberadamente.

C.2. Mala ejecución del trabajo

Si los trabajadores están inadecuadamente capacitados, es posible que haya que volver a realizar el trabajo debido a su mala ejecución. Se pueden producir también pérdidas a causa de un desperdicio de materiales.

C.3. Riesgo de accidentes y lesiones profesionales

Si la dirección no consigue establecer un lugar de trabajo seguro e higiénico, se pueden producir accidentes o enfermedades profesionales que afectarán a la moral del personal y aumentarán el absentismo.

La repercusión de todos los factores mencionados en los apartados A a C está representada en la figura 3. Si esos factores se pueden eliminar (situación ideal que, por supuesto, nunca se da en la vida real), como se muestra en la figura 4, se consigue reducir al mínimo el tiempo y el costo de una producción determinada y, por tanto, aumentar al máximo la productividad. Por consiguiente, el especialista en el estudio del trabajo debe tener todos estos factores presentes al examinar una operación y al tratar de establecer un método perfeccionado. En la parte tercera ampliaremos el examen de los métodos y técnicas que se pueden utilizar para reducir los costos, eliminar el tiempo improductivo y establecer un mejor método de trabajo.

2. Correlación de diversos métodos utilizados para reducir el tiempo improductivo

Ninguno de los métodos que hemos examinado puede realmente aplicarse aisladamente: cada uno de ellos influye en los demás y es influido por ellos. Es imposible planificar debidamente los programas de trabajo sin normas fijadas gracias a la medición de los tiempos empleados de las operaciones. Por la misma razón, la planificación de la producción se facilitará si una buena política de personal y un sistema de incentivos bien aplicado alientan a los trabajadores a ser cumplidores. La normalización de los productos y de las piezas facilitará el control de los materiales al disminuir la variedad de los materiales que se han de comprar y tener en stock.

* * *

Como podrá verse, hemos pasado gradualmente en este capítulo del estudio de la productividad de una empresa como un todo a la productividad de una parte

de ella, a saber, la productividad de ciertas operaciones y de la mano de obra. Hemos examinado brevemente algunos de los métodos y técnicas que cabe aplicar para proporcionar información sobre cómo puede mejorar la productividad. El estudio del trabajo recurre a este tipo de información, ya sea manual o computarizada, para establecer nuevos métodos de trabajo y medir las cargas de trabajo y la duración de las tareas. En la parte tercera de este libro se estudiarán de manera más detenida esas diversas técnicas.

Figura 3. Contenido de trabajo básico y suplementario

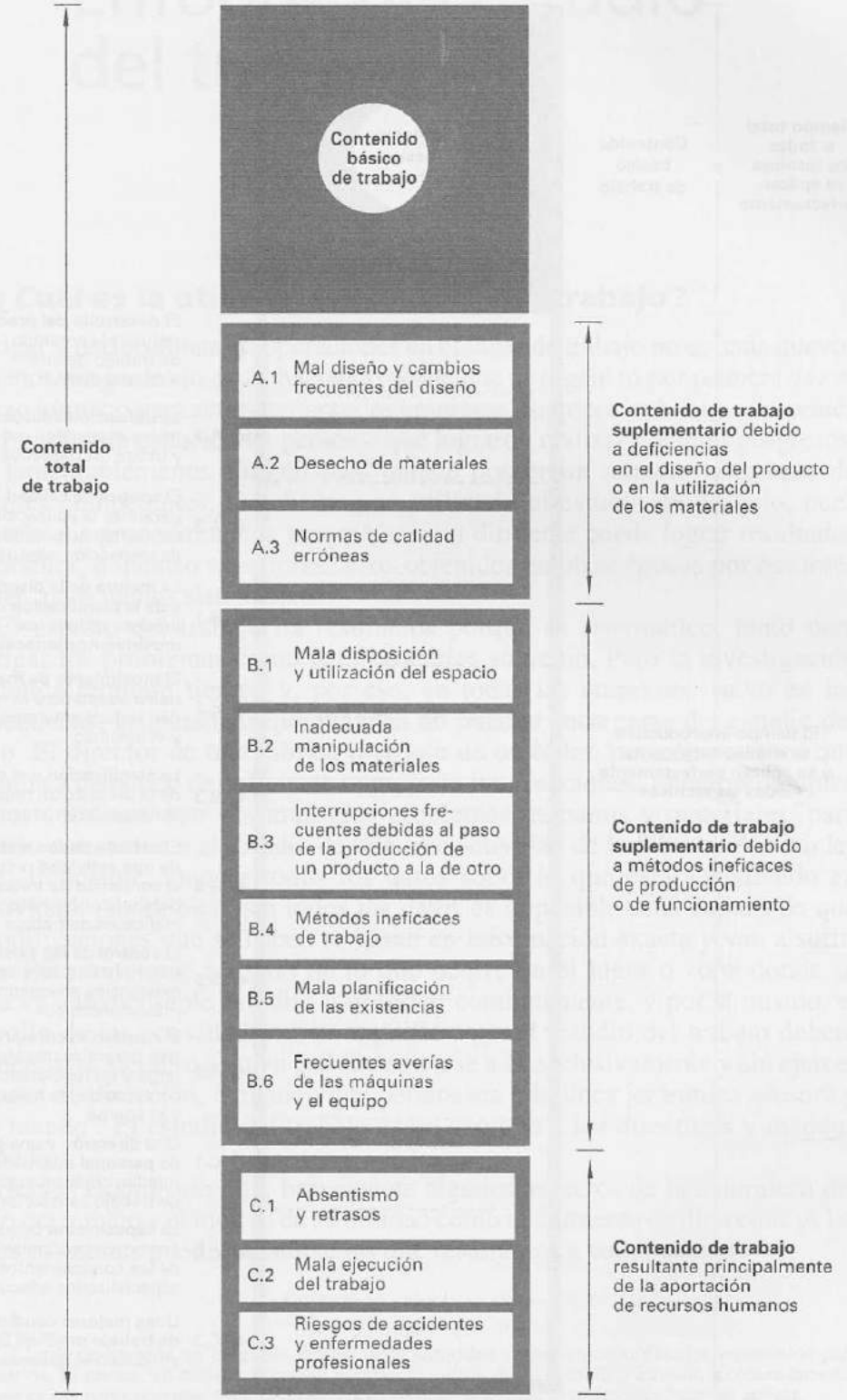
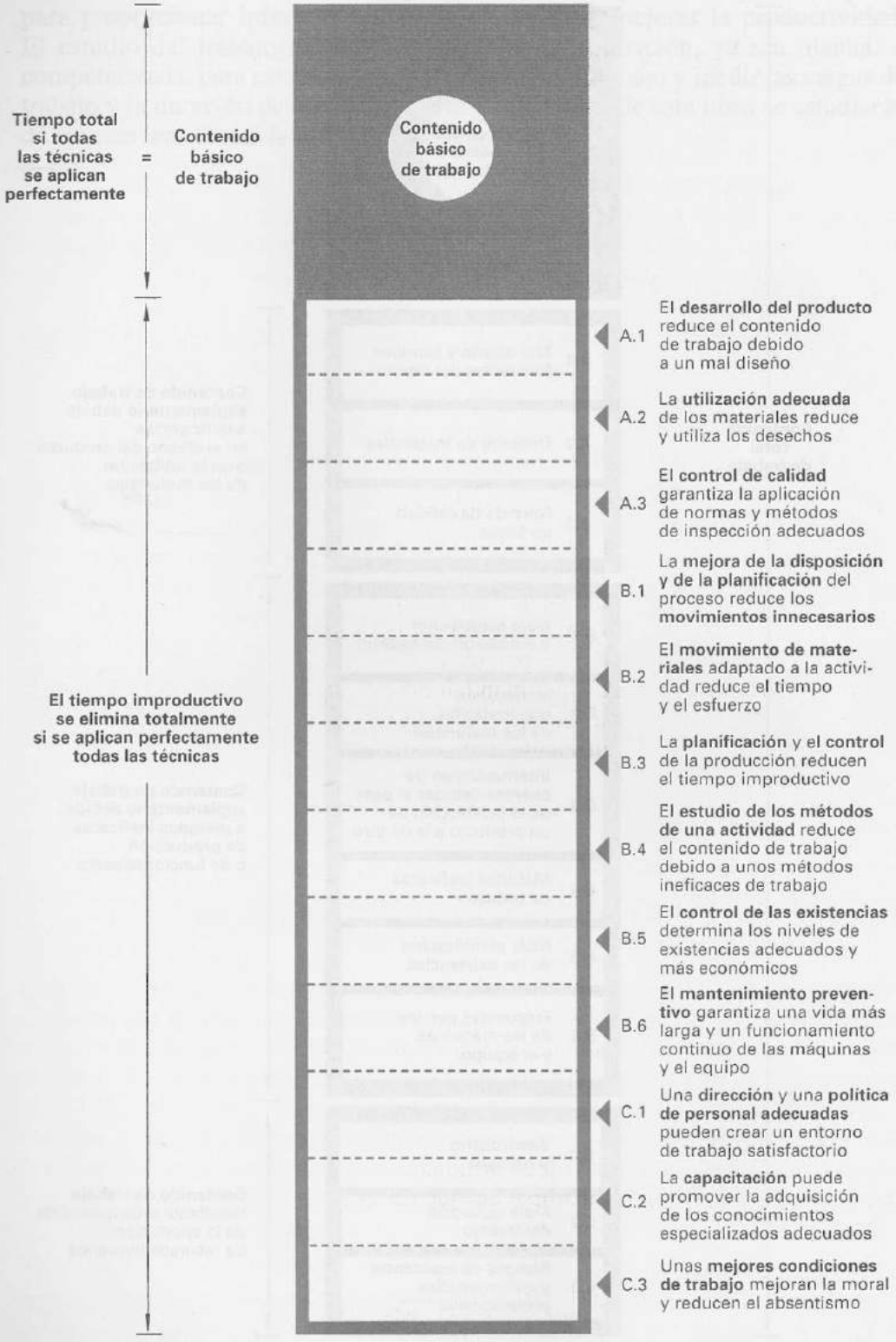


Figura 4. Cómo reducir el tiempo improductivo mediante las técnicas de dirección



CAPITULO **3**

Enfoque del estudio del trabajo

1. ¿Cuál es la utilidad del estudio del trabajo?

Investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo no es nada nuevo; los buenos dirigentes lo están haciendo desde que se organizó por primera vez el esfuerzo humano para acometer grandes empresas. Siempre ha habido dirigentes de extraordinaria capacidad – genios – que lograron realizar notables progresos, pero, lamentablemente, ningún país parece poseer un número adecuado de dirigentes competentes. De ahí la gran utilidad del estudio del trabajo, pues aplicando sus procedimientos sistemáticos un dirigente puede lograr resultados equiparables, e incluso superiores, a los obtenidos en otras épocas por hombres geniales, pero menos sistemáticos.

El estudio del trabajo da resultados porque es sistemático, tanto para investigar los problemas como para buscarles solución. Pero la investigación sistemática requiere tiempo y, por eso, en todas las empresas, salvo en las más pequeñas, las personas que mandan no pueden encargarse del estudio del trabajo. El director de una fábrica o el jefe de un taller, por competentes que sean, nunca disponen de suficiente tiempo sin interrupciones, mientras cumplen su labor cotidiana con sus múltiples problemas humanos y materiales, para dedicarlo enteramente al estudio de una sola actividad de la fábrica. Por eso les es casi imposible conocer todos los datos sobre lo que está sucediendo en tal actividad. Ahora bien, sin todos los datos es imposible estar seguro de que las modificaciones que se hacen se basan en información exacta y van a surtir efecto. Para enterarse a fondo de lo que ocurre en el lugar o zona donde se trabaja es indispensable estudiar y observar continuamente, y por sí mismo, el desarrollo de las actividades. Esto significa que el estudio del trabajo deberá encomendarse siempre a quien pueda dedicarse a él exclusivamente y sin ejercer funciones de dirección, a alguien que pertenezca a la línea jerárquica asesora y no de mando[1]. El estudio del trabajo es un servicio a los directores y mandos intermedios.

Hemos examinado muy brevemente algunos aspectos de la naturaleza del estudio del trabajo y el motivo de su utilidad como instrumento de dirección. A las razones expuestas pueden añadirse las que resumimos a continuación:

---

[1] El que desempeña un cargo de mando tiene autoridad sobre sus subordinados inmediatos para supervisarlos. El *asesor*, en cambio, como su nombre lo indica, da su opinión o formula recomendaciones basándose en sus conocimientos especializados, pero no tiene autoridad ni poder para hacerlas aplicar.

1) Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.
2) Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen **todos** los datos relacionados con la operación.
3) Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción.
4) Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuar las operaciones.
5) Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.
6) Es un «instrumento» que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado dondequiera que se realice trabajo manual o funcione una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, como las de distribución al por mayor y al por menor y los restaurantes, y en las explotaciones agropecuarias.
7) Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.
8) Es **uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección.** Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

Conviene analizar más detenidamente este último punto. Como el estudio del trabajo es sistemático y obliga a examinar en persona todos los factores que influyen sobre la eficacia de una operación dada, pondrá de manifiesto las deficiencias de todas las actividades relacionadas con esa operación. Por ejemplo, la observación puede mostrar que un operario pierde tiempo porque tiene que esperar que le entreguen el material o porque se ha descompuesto la máquina con que trabaja. Ahí se ve en seguida que está mal organizado el control de materiales o que el jefe de mantenimiento descuida la conservación de la maquinaria. También puede haber pérdida de tiempo si las series de producción fijadas son demasiado breves y exigen el reajuste constante de las máquinas; pero esto no podrá comprobarse sin observaciones prolongadas para apreciar si el grado en que se interrumpe el trabajo es indicio de que está mal planeada la producción o de que merece que se investigue la política de ventas.

El estudio del trabajo actúa como el bisturí del cirujano, exponiendo a la vista de todos las actividades y el funcionamiento, bueno o malo, de una empresa. Porque tiene ese carácter «revelador», es preciso manejarlo, como el bisturí del cirujano, con cuidado y destreza. A nadie le gusta que lo pongan en evidencia,

y si el especialista en estudio del trabajo no trata a los demás con gran tacto, puede atraerse la antipatía de directores y obreros, lo que le impedirá cumplir su cometido debidamente.

Los directores y jefes de taller que han intentado aplicar el estudio del trabajo generalmente no han conseguido las economías y mejoras que hubieran sido posibles porque no pudieron dedicarse a él de modo continuo, aun poseyendo la debida capacitación. No basta que el estudio del trabajo sea sistemático. Para lograr resultados realmente importantes hay que aplicarlo **continuamente** y de un extremo a otro de la empresa. De nada sirve que el especialista en estudio del trabajo realice una buena labor si luego se cruza de brazos, satisfecho de su obra, o si la dirección le encomienda otro trabajo. Aunque pueden ser considerables las economías que se logren en determinadas tareas, suelen ser pequeñas en comparación con la actividad total de la empresa. El estudio del trabajo sólo surtirá todo su efecto cuando haya sido aplicado en todas partes y cuando todo el personal de la organización esté convencido de que **es preciso rechazar el desperdicio en todas sus formas – de materiales, tiempo, esfuerzo o dotes humanas –** y no aceptar sin discusión que las cosas se hagan de cierto modo «porque siempre se hicieron así».

2. Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación

La expresión «estudio del trabajo» comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo. ¿Qué son esas dos técnicas y qué relación tienen entre sí?

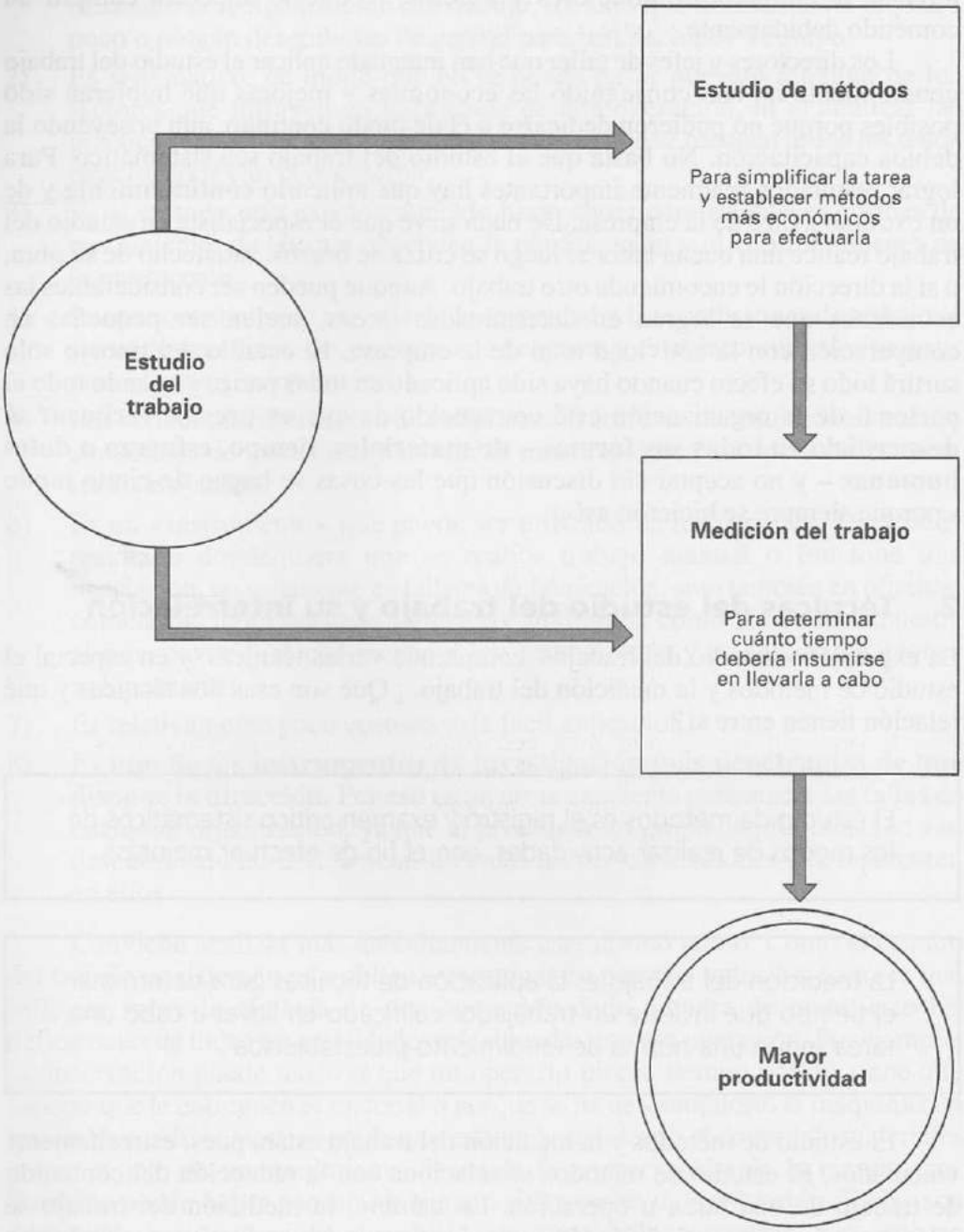
> El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras[2].

> La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida[2].

El estudio de métodos y la medición del trabajo están, pues, estrechamente vinculados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio, la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada, tal como ha sido determinada por el estudio de métodos. La relación entre ambas técnicas se presenta esquemáticamente en la figura 5.

[2] Estas definiciones son las adoptadas en BSI: *Glossary of terms used in management services*, BSI 3138 (Londres, 1991).

Figura 5. Estudio del trabajo



Como se verá en capítulos posteriores, el estudio de métodos y la medición del trabajo se componen a su vez de varias técnicas diversas. Si bien el estudio de métodos debe preceder a la medición del trabajo cuando se fijan normas de producción, con frecuencia es necesario utilizar antes una de las técnicas de medición del trabajo, como, por ejemplo, el muestreo del trabajo (véase el

capítulo 19), para determinar las causas y la magnitud de los tiempos improductivos de tal modo que la dirección pueda tomar medidas para reducirlos, antes de que se inicie el estudio de métodos. Puede igualmente utilizarse el estudio de tiempos para comparar la eficacia de métodos alternativos de trabajo antes de decidir cuál será el mejor método que se utilizará.

Trataremos de esas técnicas en los capítulos dedicados a ellas, limitándonos por ahora a considerar el procedimiento básico del estudio del trabajo, que se aplica a **todos** los estudios, sea cual sea la operación o proceso de que se trate, en cualquier rama de actividad. En ese procedimiento se funda todo el estudio del trabajo **y no se puede abreviar.**

3. Procedimiento básico para el estudio del trabajo

Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo, a saber:

1) **Seleccionar** el trabajo o proceso que se ha de estudiar.
2) **Registrar** o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas (que explicaremos en la Segunda parte) y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
3) **Examinar** los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados.
4) **Establecer** el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión (que se describen en la Tercera parte) así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas, cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
5) **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
6) **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
7) **Implantar** el nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
8) **Controlar** la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

Las etapas 1, 2 y 3 son inevitables, ya se emplee la técnica del estudio de métodos o la medición del trabajo; la 4 forma parte del estudio de métodos corriente, mientras que la 5 exige la medición del trabajo. Es posible que, después de un cierto tiempo, el nuevo método requiera una modificación, en cuyo caso se lo reexaminaría siguiendo la secuencia anterior.

Estas ocho etapas (figura 6) se considerarán en detalle en los capítulos dedicados al estudio de métodos y la medición del trabajo. Previamente, analizaremos la función del especialista en estudio del trabajo y el factor humano en la aplicación del estudio del trabajo.

Figura 6. Etapas del estudio del trabajo



4. Estudio del trabajo y administración de la producción

Cuando hizo su aparición el estudio del trabajo en la primera mitad de este siglo como una técnica destinada a racionalizar y a medir el trabajo, el interés se centró en la economía del movimiento. Por eso se le designó con el nombre de estudio de tiempos y de movimientos. Más tarde, empezó a abarcar otros aspectos del trabajo de observación y análisis y la primera designación fue sustituida por la de «estudio del trabajo». Simultáneamente, a finales de los años cuarenta y más tarde en el decenio de 1960 se crearon otras disciplinas, a saber: la ingeniería industrial y la gestión de la producción, respectivamente. Estas disciplinas diferían del estudio del trabajo en el sentido de que se consagraban a aumentar la eficiencia de una actividad de producción en conjunto, y no sólo de los métodos de trabajo. De modo que la gestión moderna de la producción se ocupa de diversos aspectos de la producción como el diseño del producto, el control de la calidad, la disposición del espacio y manipulación de los materiales, la planificación y el control de la producción, la gestión del mantenimiento e invariablemente el estudio del trabajo. Estas técnicas pueden aplicarse, aisladas o conjuntamente, en la empresa. Además, con el tiempo muchas de ellas comenzaron a recurrir cada vez más a métodos cuantitativos perfeccionados como la investigación operativa para resolver incluso los problemas operacionales más complicados. Los avances en las esferas de los ordenadores y de los sistemas de información contribuyeron a que las técnicas de gestión de la producción alcanzaran su nivel actual.

Si bien el estudio del trabajo ha seguido siendo un método relativamente sencillo y poco costoso de racionalizar los métodos de trabajo, también ha continuado perfeccionándose. Por este motivo, muchos especialistas capacitados en el estudio del trabajo se dan cuenta de que pueden utilizar también con ventaja varias de las técnicas de gestión de la producción existentes para contribuir a mejorar los métodos de trabajo. En cierto sentido proporcionan un conjunto de técnicas que no es posible ignorar. Por esta razón, la Tercera parte de esta cuarta edición (revisada) de *Introducción al estudio del trabajo* explica de manera sencilla las diversas técnicas nuevas de que disponen actualmente los especialistas en el estudio del trabajo para realizar sus análisis y aplicar métodos de trabajo perfeccionados. Es posible igualmente considerar que la carrera de un especialista en el estudio del trabajo puede evolucionar ahora en dos direcciones: primeramente, una vía más profesional por la que puede seguir desarrollando sus conocimientos teóricos y prácticos en estas nuevas esferas operacionales para convertirse en un especialista en gestión de la producción o, en una segunda posibilidad, una vía gerencial, por la que puede llegar a ocupar una posición elevada gracias a su formación especializada.

CAPITULO **4**

El factor humano en la aplicación del estudio del trabajo

1. El factor humano en las actividades de la empresa

El factor humano es uno de los elementos más fundamentales en las actividades de la empresa, porque es por medio de personas como la dirección puede controlar la utilización de sus recursos y la venta de sus productos o servicios. Para dar lo mejor de sí mismo, un empleado debe estar motivado para hacerlo. Los directores o gerentes deben poder indicar un motivo o razón para exigir que se haga algo o para que los empleados quieran hacerlo. Tiene escasa utilidad que la dirección prepare planes elaborados o dé instrucciones para realizar diversas actividades si las personas que se supone han de poner en práctica los planes no desean hacerlo, aunque puedan tener que hacerlo. De lo contrario, el resultado sería un esfuerzo sin entusiasmo y una ejecución descuidada. La coacción no sustituye a la actuación libre y voluntaria. Por este motivo, los empleados de todos los niveles deben tener la sensación de pertenecer a la empresa; debe desarrollar un sentido de seguridad y sentir que trabajan en un entorno seguro, saludable y enriquecedor. Cuando esto sucede, aportarán no sólo su trabajo, sino también muchas sugerencias útiles que pueden contribuir a mejorar la productividad, y estarán dispuestos a ayudar a la persona que realice el estudio del trabajo a establecer métodos perfeccionados.

Una de las mayores dificultades para obtener la cooperación activa de los trabajadores es el temor de que un aumento de la productividad produzca desempleo. A los trabajadores les asusta la idea de que a causa de su propio esfuerzo puedan perder su empleo. Esta inquietud es mayor cuando la tasa de desempleo ya es elevada y un trabajador que pierde su puesto de trabajo tiene dificultades para encontrar otro. Hasta en los países industrializados en los que los niveles de desempleo son relativamente menores que en los países en desarrollo este temor es muy real en quienes ya han estado desempleados.

Este es el motivo por el que, a menos que se les garantice una asistencia adecuada para afrontar sus problemas, los trabajadores podrán oponer resistencia a cualquier medida que teman, con razón o sin ella, que les dejará sin trabajo, aunque sea temporalmente.

Incluso con garantías escritas, las medidas adoptadas para elevar la productividad pueden topar con resistencia. Frecuentemente es posible reducir esta resistencia a un mínimo si todas las personas afectadas entienden la índole y la razón de cada medida adoptada y participan en su aplicación. Los representantes de los trabajadores deben conocer las técnicas para aumentar la

productividad para que puedan explicárselas a sus colegas y utilizar su conocimiento para que no se tomen disposiciones que les perjudiquen. Los comités mixtos de productividad y los comités de empresa constituyen la mejor manera de poner en práctica estas salvaguardias.

Para que el estudio del trabajo contribuya seriamente al mejoramiento de la productividad, las relaciones entre la dirección de la empresa y los trabajadores deben ser razonablemente buenas antes de que se haga ningún intento de introducirlo, y los trabajadores deben confiar en la sinceridad de la dirección con respecto a ellos; de lo contrario, pensarán que el estudio es una manera de sacar de ellos más trabajo sin que obtengan a cambio ninguna ventaja. Si la dirección es capaz de crear un entorno de trabajo satisfactorio en la empresa y una cultura que tenga en cuenta y estimule la mejora de la productividad, el personal directivo, los supervisores y los trabajadores de la empresa podrán considerar que «poseen» conjuntamente el programa de realización de un estudio del trabajo.

2. El estudio del trabajo y la dirección de la empresa

Ya hemos dicho que una de las principales razones por las cuales elegimos el estudio del trabajo como tema de este libro es que constituye un instrumento de investigación sumamente penetrante. Todo estudio analítico del trabajo bien hecho es tan sistemático que implacablemente va poniendo al descubierto, uno por uno, los puntos donde se desperdician tiempo y energías. Para suprimir ese desperdicio hay que determinar sus causas, que suelen ser la mala planificación y organización, un control insuficiente o una formación inadecuada. Como la empresa contrata gerentes, directores, inspectores y demás para ocuparse de eso, se podría suponer que no supieron cumplir sus funciones. Además, la mayor productividad que suele originar un estudio del trabajo bien hecho agravará la impresión desfavorable. La aplicación de esa técnica en un taller puede provocar una reacción en cadena de investigaciones y mejoras que se extenderán por toda la fábrica, desde el departamento de ingeniería hasta los de contabilidad, diseño y ventas. Puede ocurrir que el trabajador calificado se sienta incómodo como un novato al ver que con los métodos que aplicó durante años desperdicia tiempo y energías, y que los obreros recién contratados que conocen los nuevos métodos pronto lo superan en cantidad y calidad de producción.

Una técnica con efectos tan importantes debe, evidentemente, aplicarse con el mayor cuidado y tacto. A nadie le gusta que se ponga en evidencia su fracaso, especialmente ante sus superiores. El trabajador pierde la confianza en sí mismo, empieza a preguntarse si no será reemplazado por otro y se deja dominar por la inseguridad.

A primera vista, este resultado del estudio del trabajo puede parecer injusto. Los directores, contramaestres y trabajadores, en términos generales, son gente honrada y laboriosa, que desempeña su cometido lo mejor que puede. En todo caso, no son menos inteligentes que los especialistas en estudio del trabajo, y con frecuencia tienen muchos años de experiencia y grandes conocimientos prácticos. Si no han sacado el máximo partido de los recursos disponibles, ello se debe generalmente a que nadie les ha enseñado un método sistemático, como el estudio

del trabajo, para resolver los problemas de organización y ejecución del trabajo y a que muchos desconocen su utilidad.

Es algo que debe inculcarse a todos desde el primer momento. Si no se establece claramente y si el especialista en estudio del trabajo no tiene mucho don de gentes, el personal de la empresa se ligará contra él para hacerle obstrucción, posiblemente hasta el punto en que no pueda seguir.

Para que el estudio del trabajo se aplique con éxito en una empresa es indispensable contar con la comprensión y apoyo del personal dirigente en todas sus categorías, desde la más alta a la más baja. Si el alto personal de dirección, el director general, el gerente o el presidente de la compañía no comprende la labor que intenta realizar el especialista en estudio del trabajo o no le presta el máximo apoyo, no cabe esperar la comprensión ni el apoyo del personal dirigente de las categorías inferiores. Si el especialista tiene diferencias con dicho personal, lo cual es posible en tales circunstancias, comprobará que si recurre a la dirección general lleva las de perder por mucha razón que tenga. No debe olvidarse que en toda organización **cada persona tiene tendencia a amoldarse a la actitud de sus superiores.**

Por consiguiente, el primer grupo de personas a quienes hay que explicar la finalidad y las técnicas del estudio del trabajo es el de los mandos: el director o gerente general y, cuando se trata de grandes compañías u organizaciones, los jefes de departamento y sus ayudantes. Es corriente en muchísimos países que se organicen cursillos de «iniciación» para el alto personal de dirección antes de comenzar a aplicar el estudio del trabajo. La mayoría de las escuelas, establecimientos técnicos, institutos de perfeccionamiento de personal de dirección y organizaciones de estudio del trabajo organizan cursillos para los directores de las compañías que mandan personal a especializarse en esa materia.

A esta altura se impone una advertencia. No es fácil organizar cursos de un estudio del trabajo, por breves y sencillos que sean; por eso aconsejamos con insistencia a los especialistas recién formados que no traten de hacerlo por sí solos, sino que soliciten ayuda y asesoramiento. Sin embargo, es importante que el personal de estudio del trabajo de la empresa tome parte activa en los cursos, **a condición de que conozca la materia a fondo y sepa enseñarla.**

Pero si se organiza un curso para personal superior, el especialista deberá hacer todo lo que pueda para convencer a la persona de mayor jerarquía en la empresa para que asista al curso y, de ser posible, lo inaugure. Así, todos podrán comprobar que el especialista está respaldado por la dirección y, además, los jefes de los departamentos y demás secciones procurarán asistir si piensan que va a estar «el que manda».

3. El estudio del trabajo y los capataces

El problema más difícil del especialista en estudio del trabajo tal vez estribe a menudo en la actitud de los capataces y jefes de taller. Tendrá que conquistarlos si desea lograr buenos resultados; si le son hostiles, pueden incluso impedirle cualquier realización. Para el obrero, el capataz y sus ayudantes representan la dirección y basará su actitud en la de ellos, del mismo modo que los jefes de

departamento en la del director. Si se nota que el capataz opina que «eso del estudio del trabajo es una estupidez», los trabajadores no respetarán al especialista y no harán nada por poner en práctica sus propuestas, que de todas maneras les llegarán por intermedio del capataz.

Antes de que el especialista empiece su labor, se deberán explicar con mucho cuidado al capataz el propósito detallado del estudio del trabajo y los procedimientos que se aplicarán, de modo que comprenda exactamente lo que se va haciendo y por qué se hace. En caso contrario, es probable que el capataz ponga dificultades, si no verdaderas trabas, por muchas razones, y entre ellas:

1) Es el más afectado por el estudio del trabajo; le están impugnando el trabajo que ha dirigido muchos años; si gracias al estudio del trabajo aumenta considerablemente la eficacia de las operaciones bajo su responsabilidad, tal vez piense que quedará desprestigiado ante sus superiores y sus subordinados.
2) En la mayoría de las empresas que no emplean especialistas con ese fin, le compete al capataz dirigir la ejecución de una operación determinada: establecer los programas y métodos de trabajo, fijar los horarios y tasas a destajo, contratar y despedir a los obreros. El capataz pensará que ha perdido categoría por el simple hecho de que le hayan quitado algunas de esas funciones, y a nadie le gusta perder categoría.
3) Si surgen conflictos o si hay agitación, el capataz es el primer llamado a resolver la situación, y le será difícil hacerlo con justicia si no comprende el problema.

La procedencia profesional de los capataces y contramaestres varía mucho según las regiones del mundo. En algunos países suele nombrarse capataz al más antiguo entre los trabajadores calificados de la empresa. Por eso suele ser ya de edad madura y tener hábitos muy arraigados. Como la mayoría de los capataces han ejercido su profesión u ocupación durante muchos años, no creen tener nada que aprender de quien no lleva mucho tiempo en la profesión.

Por consiguiente, es posible que el capataz vea con malos ojos la entrada en el taller del especialista en estudio del trabajo, a no ser que esté preparado por una formación previa. Como los capataces están más familiarizados que la dirección con el aspecto técnico del trabajo, y el estudio del trabajo les atañe mucho más, los cursos para ellos deberán ser más largos y minuciosos que los de la dirección. Deben saber bastante para ayudar a seleccionar los trabajos que se han de estudiar y para comprender los factores del caso si surgen conflictos sobre los métodos o las normas de tiempo. Por lo tanto, deberán conocer las técnicas principales del estudio de métodos y de la medición del trabajo, y las situaciones y problemas a que pueden aplicarse. En general, los cursos para ellos deben ocupar la jornada completa y su duración no ser inferior a una semana. Debe ofrecérseles la oportunidad de hacer uno o dos estudios de métodos sencillos y de medir el tiempo de una operación. **Para el especialista en estudio del trabajo no tiene precio la ayuda de un capataz que entienda y se entusiasme por lo que trata de hacer.** Pasa a ser un poderoso aliado.

Para conservar la estima y el respeto del capataz, el especialista en estudio del trabajo deberá mostrarle desde un principio que no trata de suplantarlo, y **deberá** observar las normas siguientes:

1) **Nunca** dará órdenes directamente a los trabajadores, sino siempre por intermedio del capataz, con una sola excepción: cuando se trate del perfeccionamiento de métodos y el capataz haya dicho al obrero que siga las instrucciones del especialista.
2) Deberá remitir **siempre** al capataz a los obreros que lo consulten para que decida en cuestiones ajenas a la técnica del estudio del trabajo.
3) **Nunca** deberá permitirse delante de un obrero opiniones que puedan interpretarse como críticas del capataz (por grande que sea la tentación). Si el obrero puede decir al capataz: «Pero el Sr. ... me dijo que ...», se creará un problema.
4) **Nunca** permitirá que los obreros lo contrapongan al capataz ni lo utilicen para hacerle modificar decisiones que juzguen demasiado severas.
5) Solicitará el asesoramiento del capataz para elegir los trabajos que se estudiarán y para todos los asuntos técnicos relacionados con el proceso de fabricación (aunque lo conozca de sobra), recordando que al capataz le toca ocuparse de él día a día.

Tal vez pueda parecer excesiva esta lista de «mandamientos», que vienen a ser reglas de sentido común y buena educación. En cualquier fábrica, los trabajadores no pueden tener más que **un** jefe, el capataz, y hay que hacer todo lo posible por mantener su autoridad. Por supuesto, una vez que el especialista en estudio del trabajo y el capataz hayan trabajado juntos y se comprendan, ya no será tan importante observar esas normas, pero es una cuestión de criterio, y la iniciativa de la tolerancia debe partir del capataz.

Si hemos dedicado tanto espacio a las relaciones entre el especialista en estudio del trabajo y el capataz es porque son las más difíciles de todas y porque es absolutamente necesario que sean buenas. Uno de los mejores medios de lograrlo es formando debidamente a ambas partes.

4. El estudio del trabajo y los trabajadores

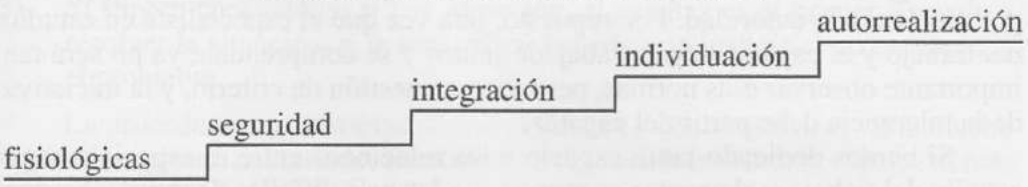
Cuando se efectuaron a principios de siglo las primeras tentativas serias de estudio del trabajo, poco se sabía sobre la forma en que se comportan las personas mientras trabajan. A menudo, los trabajadores opusieron resistencia o se mostraron hostiles a dicho estudio. Pero en estos últimos cuarenta años se han llevado a cabo numerosas investigaciones para averiguar mejor cómo se conducen los seres humanos, con objeto no sólo de explicar su comportamiento, sino también, de ser posible, de prever cómo reaccionarán ante una nueva situación. Para el especialista en estudio del trabajo es un dato de particular importancia, puesto que sus intervenciones originarán continuamente y cada vez nuevas situaciones.

Según los especialistas en ciencias del comportamiento, lo que mueve a las personas a actuar de tal o cual modo es el deseo de satisfacer determinada necesidad. Una de las teorías más ampliamente aceptadas a ese respecto es la establecida por Abraham Maslow, quien afirmó que cada individuo tiene ciertas necesidades esenciales y que éstas se articulan entre sí conforme a un orden

jerárquico. Según Maslow, cada una de las necesidades empezará a ejercer su influencia motivadora solamente cuando se haya satisfecho en gran parte la necesidad precedente en la jerarquía.

Al pie de la escala están las **necesidades fisiológicas**, es decir, las necesidades básicas que deben satisfacerse para mantenerse sencillamente en vida. Esa será la preocupación primordial de cada uno, y hasta que no haya logrado satisfacer dichas necesidades no se ocupará de otra cosa. Ahora bien, cuando el trabajador se sienta suficientemente seguro de poder atender tales exigencias, tratará de satisfacer la necesidad siguiente en orden jerárquico, o sea la de **seguridad**. Por seguridad se entiende la sensación de estar protegido contra cualquier daño físico y psicológico, además de la seguridad en el empleo. Una vez satisfechas tanto las necesidades fisiológicas como la de seguridad, el factor que motivará al trabajador será el deseo de pertenecer a un grupo u organización y de alternar con otras personas, es decir, la necesidad de **integración**. Luego está la necesidad de que le reconozcan a uno su individualidad, que llamaremos necesidad de **individuación**, seguida por la necesidad de **autorrealización**, o sea el deseo del trabajador de que le den la posibilidad de mostrar sus habilidades propias.

Jerarquía de las necesidades de Maslow



En la práctica, la mayoría de las personas sólo satisfacen algunas de esas necesidades y únicamente en parte, quedándose con otras sin satisfacer en absoluto. En los países en desarrollo, probablemente sea más apremiante atender a las necesidades de orden jerárquico inferior, como parece confirmarlo el comportamiento de la población. En los países industrializados, por el contrario, en donde las necesidades fisiológicas y de seguridad están por lo general ampliamente satisfechas, la gente parece estar más motivada por las necesidades de jerarquía más alta.

Uno de los resultados interesantes de las investigaciones realizadas en este sector, y que viene al caso en este contexto, es el descubrimiento de que los trabajadores, para satisfacer sus necesidades de afiliación, se asocian a fin de formar grupos informales de diversos tipos. Así es como suelen participar en un grupo de trabajo, es decir, un grupo compuesto por los que ejecutan una tarea en común. Cada uno puede asimismo actuar en otros grupos, como los grupos formados por compañeros de trabajo que tienen los mismos gustos o que desean alternar entre sí.

Este fenómeno significa que en cada organización existe una estructura formal y otra informal. La estructura formal es la establecida por la dirección de la empresa conforme a relaciones de autoridad. Pero también está la organización informal, compuesta por un gran número de grupos informales que tienen sus propios objetivos y actividades y reflejan los sentimientos de sus miembros.

Se descubrió que cada grupo espera que sus miembros se ajusten a cierta norma de conducta, porque en caso contrario el grupo no puede lograr su objetivo, ya se trate de ejecutar una tarea o de servir como medio para mantener relaciones de amistad. Se comprobó que el grupo de trabajo tiende a establecer entre sus miembros un determinado cupo de producción, que no siempre se ajusta al deseado por el contramaestre o el director de la empresa. En el caso típico, el trabajador producirá más o menos en función del cupo tácitamente aceptado, y aquel cuya producción esté muy por encima o muy por debajo del cupo y que, por consiguiente, se desvíe apreciablemente de la norma será objeto de presiones por parte del grupo para que se ajuste a ella.

Quienes desatienden o pasan por alto esas pautas básicas y elementales de conducta han despertado a menudo resentimientos y hostilidad manifiesta. Ahora resulta fácil comprender que, cuando el especialista en estudio del trabajo decide unilateralmente eliminar una operación, privando tal vez de su puesto a uno o varios trabajadores, amenaza de hecho la necesidad básica de seguridad; por consiguiente, es normal prever una reacción negativa. Asimismo, la imposición de un cupo de producción a un trabajador o grupo de trabajadores sin consulta previa o sin haber obtenido su cooperación puede suscitar resentimiento o crear resistencia.

Entonces, ¿cómo debe actuar el especialista en estudio del trabajo? He aquí algunas indicaciones de utilidad.

1) El problema del aumento de la productividad debe abordarse con ponderación, sin dar demasiada importancia a la productividad de la mano de obra. En la mayoría de las empresas de los países en desarrollo, e incluso de los países industrializados, se puede hacer aumentar muchísimo la productividad aplicando el estudio del trabajo para mejorar la utilización y el funcionamiento de las instalaciones, aprovechar totalmente los locales y economizar materiales, antes de tener que mencionar la productividad de la mano de obra. Nunca se insistirá bastante en la importancia de estudiar la productividad de todos los recursos de la empresa y de no limitar la aplicación del estudio del trabajo a la productividad de la mano de obra únicamente. Es más que natural que los trabajadores se indignen cuando ven los esfuerzos desplegados para que mejoren su rendimiento, mientras saltan a la vista las deficiencias de la dirección. ¿De qué sirve reducir a la mitad el tiempo que necesita un obrero para terminar un trabajo o imponerle un volumen de producción, gracias a una aplicación acertada del estudio del trabajo, si ese mismo obrero se retrasa porque le faltan los materiales o hay frecuentes averías de la maquinaria por causa de una mala planificación de sus superiores?

2) Es importante que el especialista en estudio del trabajo hable abierta y francamente del objetivo de su estudio. No hay nada que dé más lugar a sospechas que el intento de ocultar lo que se está haciendo, y no hay nada que las disipe como la franqueza, tanto al contestar preguntas como al mostrar el resultado de las observaciones. El estudio del trabajo honradamente aplicado no tiene nada que ocultar.

3) Debe informarse completamente a los representantes de los trabajadores sobre el objeto y el porqué del estudio. Se les debe dar una formación básica

en estudio del trabajo para que puedan comprender correctamente lo que se trata de hacer. Si se hace participar a los trabajadores en el desarrollo de un nuevo método perfeccionado, también es posible que se conviertan en partidarios de dicho método, a veces con resultados imprevistos. Haciendo a los trabajadores preguntas bien escogidas e invitándolos a presentar explicaciones o propuestas, varios especialistas en estudio del trabajo han podido recoger indicaciones e ideas que nunca se les hubieran ocurrido. Después de todo, el trabajador conoce de cerca su propio trabajo, con detalles que pueden escapar al especialista. Un método experimentado y seguro consiste en invitar a los trabajadores de la sección que está por examinarse a que nombren a uno de ellos para que se una al especialista en estudio del trabajo, junto con el capataz, y formen así un equipo que pueda analizar el trabajo que hacer, discutir los resultados logrados y convenir en las etapas que se seguirán.

4) Aunque pidiendo a un trabajador que presente sugerencias e ideas se reconoce implícitamente su individualidad, se le puede dar la misma satisfacción en forma más directa reconociéndole sus méritos en el momento oportuno. Muchas veces, las sugerencias de un capataz, de un operario o de un encargado del personal ayudan al especialista en estudio del trabajo a idear un método mejor de trabajo. Esa ayuda debe ser reconocida con gusto, y el especialista en estudio del trabajo no debe caer en la tentación de atribuirse el mérito exclusivo de la idea.

5) El especialista debe dejar en claro que su tarea consiste en estudiar el trabajo y no los trabajadores. Para ello, será muy conveniente organizar un curso dedicado a los trabajadores en donde se expliquen los principios y se describan las técnicas del estudio del trabajo.

6) En ciertos casos, es posible aumentar la participación de los trabajadores de forma más directa (por ejemplo, se los puede iniciar en el estudio de ciertas técnicas básicas y permitirles que contribuyan a las discusiones en «círculos de productividad» establecidos para el proyecto o con una duración más prolongada). De esa manera, se los persuadiría de que el objeto del estudio no son ellos, sino el trabajo.

7) El especialista debe recordar que su finalidad no es sólo aumentar la productividad, sino también mejorar la satisfacción derivada del trabajo; por ello, debe dedicar suficiente atención a este último punto buscando medios para minimizar la fatiga y volver el trabajo más interesante y satisfactorio. En estos últimos años, varias empresas han elaborado a tal efecto nuevos conceptos e ideas para organizar el trabajo y tratar de satisfacer la necesidad de autorrealización de los trabajadores. El último capítulo de esta obra describe brevemente estos conceptos e ideas.

5. El especialista en estudio del trabajo

Hemos examinado detenidamente en las secciones precedentes las condiciones que debe reunir el especialista en estudio del trabajo, pintándolo casi demasiado perfecto para que exista en realidad. Raro es encontrar ese hombre ideal, y cuando

así sucede, pronto deja el estudio del trabajo para ocupar puestos más elevados. Sin embargo, hay ciertos requisitos y cualidades que son esenciales para el éxito.

Instrucción

Toda persona que haya de aplicar el estudio del trabajo en una empresa deberá poseer, como mínimo indispensable, una buena instrucción secundaria, con el grado de bachiller o un equivalente. Lo mejor es que posea un título universitario, de preferencia, como ingeniero o director de empresa.

Experiencia práctica

Es deseable que los candidatos a cargos de especialistas en estudio del trabajo posean experiencia práctica de las industrias donde vayan a ejercer y hayan tenido que ocuparse realmente de uno o varios procesos de producción. Esto les permitirá comprender lo que es una jornada de trabajo en las condiciones que rodean al trabajador medio con quien tratarán. La experiencia práctica también les granjeará el respeto de capataces y trabajadores, y el hecho de poseer conocimientos de mecánica permite adaptarse a la mayoría de las industrias.

Cualidades personales

Quien quiera dedicarse a mejorar métodos de trabajo deberá poseer inventiva, ser capaz de idear mecanismos y dispositivos sencillos, que con frecuencia ahorran gran cantidad de tiempo y esfuerzo, y de obtener la cooperación de ingenieros y técnicos para perfeccionar su procedimiento. Las personas con esas dotes no siempre se lucen del mismo modo por su don de gentes; por eso, en algunas grandes compañías, el departamento de métodos y el de medición del trabajo son unidades aparte, aunque bajo el mismo jefe.

Las cualidades indispensables son las siguientes:

- **Sinceridad y honradez**
  Debe ser sincero y honrado, pues sólo siéndolo se granjeará la confianza y el respeto de quienes traten con él.
- **Entusiasmo**
  Debe sentir verdadero interés por su trabajo, estar convencido de la importancia de su labor y ser capaz de transmitir ese entusiasmo a los que lo rodean.
- **Interés humano y don de gentes**
  Tiene que saber llevarse bien con gente de toda categoría, para lo cual debe sentir interés por los demás, ser capaz de comprender su mentalidad y percibir el motivo profundo de sus actos.
- **Tacto**
  El tacto para tratar al prójimo nace de la comprensión y del deseo de no herirlo con palabras duras o irreflexivas, aun cuando haya motivo. Sin esa cualidad, ningún especialista en estudio del trabajo podrá llegar muy lejos.
- **Buena presencia**
  Debe ser pulcro y aseado y de aspecto eficiente, lo que inspirará confianza a las personas con quienes trabaje.

- **Confianza en sí mismo**
  Esta sólo se adquiere con una buena instrucción y después de haber aplicado con éxito el estudio del trabajo. El especialista en estudio del trabajo no se dejará amilanar por los directores o gerentes, capataces, dirigentes sindicales y trabajadores, y defenderá sus opiniones y comprobaciones de modo que se haga respetar sin ofender a nadie.

Todas esas cualidades, y particularmente el don de gentes, se pueden cultivar y acentuar con una enseñanza adecuada. Este aspecto de la formación del especialista en estudio del trabajo se descuida con demasiada frecuencia por creerse que basta con designar la persona más adecuada. En la mayoría de los cursos de estudio del trabajo es necesario dedicar más tiempo al aspecto humano de su aplicación.

Como podrá verse por los requisitos expuestos, los resultados del estudio del trabajo, por «científicos» que sean, deben aplicarse con «arte», del mismo modo que cualquier otra técnica de dirección. Es un hecho que las cualidades que debe reunir un buen especialista en estudio del trabajo son las mismas que las que debe poseer un buen director de empresa. El estudio del trabajo es una escuela excelente para los jóvenes destinados a los altos cargos de dirección. No es fácil hallar personas con todas las cualidades citadas, pero compensa seleccionar cuidadosamente a quienes hayan de seguir los cursos de esa especialidad por el grado en que harán mejorar tanto la productividad como las relaciones humanas en la fábrica.

Una vez descrito el marco en que debe aplicarse el estudio del trabajo, podemos pasar ahora a su aplicación misma, comenzando por el estudio de métodos. Pero antes de seguir adelante hemos de prestar cierta atención a algunos de los factores generales que son determinantes para sus resultados: las condiciones en que se ejecuta el trabajo en la zona, fábrica o taller de que se trate.

CAPITULO **5**

Condiciones y medio ambiente de trabajo

1. Consideraciones generales

Cada día se reconoce más la interdependencia entre las condiciones de trabajo y la productividad. La primera revelación en este sentido fue cuando se comprendió que los accidentes de trabajo tenían repercusiones económicas, y no sólo físicas, aunque al principio sólo se tuvieron en cuenta sus costos directos (asistencia médica e indemnizaciones). Más tarde se empezó a prestar atención también a las enfermedades profesionales y, por último, se impuso la evidencia de que los costos indirectos de los accidentes de trabajo (tiempo perdido por la víctima, los testigos y los investigadores del accidente, interrupciones de la producción, daños materiales, retrasos, probables gastos judiciales y de otra índole, disminución de la producción al sustituirse al accidentado y posteriormente cuando se reincorpora al trabajo, etc.) suelen ser mucho más elevados – en algunos casos varias veces más elevados – que los costos directos.

La disminución de la productividad y el aumento de las piezas defectuosas y de los descartes de la producción imputables a la fatiga provocada por horarios de trabajo excesivos y malas condiciones de trabajo – sobre todo en lo que concierne a la iluminación y la ventilación – han demostrado que el organismo humano, pese a su inmensa capacidad de adaptación, tiene un rendimiento mucho mayor cuando funciona en condiciones óptimas. Es más, en ciertos países en desarrollo se ha comprobado que es posible aumentar la productividad mejorando simplemente las condiciones en que se desarrolla el trabajo.

En términos generales, las técnicas modernas de gestión no han dado la debida importancia a la seguridad e higiene en el trabajo y a la ergonomía, a pesar de la tendencia moderna a considerar una empresa industrial como un sistema global o una combinación de subsistemas.

Estos problemas se enfocan de otra manera desde que la opinión pública y en particular los sindicatos tomaron conciencia de ellos. Se ha podido determinar que la tensión nerviosa impuesta por la tecnología industrial moderna es la causa de las formas de insatisfacción que se observan, sobre todo, entre los trabajadores asignados a las tareas más elementales, monótonas y repetitivas y que no presentan ningún interés.

Así pues, no sólo un medio ambiente de trabajo peligroso puede constituir la causa directa de accidentes y enfermedades profesionales, sino que la insatisfacción de los trabajadores cuyas condiciones de trabajo no están adaptadas a su nivel cultural y social actual puede provocar también la disminución de la calidad y la cantidad de la producción, una rotación excesiva de la mano de obra

y un mayor absentismo. Obviamente, las consecuencias de esa situación variarán según el medio sociocultural. Sin embargo, en todo lugar donde exista una demanda de mano de obra, sería absurdo creer que las empresas cuyas condiciones de trabajo no están en armonía con el progreso técnico y el crecimiento económico pueden contar con un personal estable y alcanzar niveles rentables de productividad.

2. Organización de la seguridad e higiene del trabajo

El método más eficaz para obtener buenos resultados en la prevención de los accidentes de trabajo abarca los elementos siguientes:

- ☐ reconocimiento de la importancia de la responsabilidad del empleador de garantizar que el lugar de trabajo sea seguro y no presente riesgos para la salud de los trabajadores;
- ☐ adopción de una política de seguridad e higiene del trabajo que prevea el establecimiento de una buena organización de la seguridad e higiene en la empresa; y
- ☐ estímulo de una amplia participación de los trabajadores en las actividades de seguridad e higiene en el lugar de trabajo, con inclusión de la creación de comités de seguridad, servicios de inspección e investigación de los accidentes, y el nombramiento de especialistas.

Es igualmente importante que los trabajadores estén suficientemente informados de la índole de los riesgos profesionales a que pueden estar expuestos; esto se debe considerar como un derecho fundamental. Además, los trabajadores deben tener siempre derecho a retirarse de una situación de trabajo que tienen razones para creer que entraña un peligro inminente y grave para su vida o su salud.

Es preciso institucionalizar las estructuras de los servicios de seguridad. Sus características esenciales deben ser una asignación precisa de responsabilidades dentro de una estructura que pueda garantizar una acción sostenida y un esfuerzo conjunto de los empleadores y los trabajadores para mantener un ambiente de trabajo seguro e higiénico. Esto puede lograrse por medio de comités de seguridad conjuntos. La responsabilidad de la seguridad y la higiene en una empresa no puede aislarse de funciones cotidianas como la administración, la producción, el mantenimiento y otras actividades de servicio conexas. Esta responsabilidad debe constituir un aspecto integrante del lugar de trabajo y seguir la estructura administrativa desde el personal directivo de categoría superior hasta los supervisores de la cadena de producción.

La enseñanza y la capacitación en materia de seguridad e higiene deben formar siempre parte de las actividades de capacitación en todas las empresas, independientemente de su tamaño. Esas actividades deben realizarse de manera que las necesidades de seguridad e higiene de la empresa estén constantemente tomadas en consideración en todos los niveles, promoviendo la adopción de medidas positivas que den prioridad a las soluciones en lugar de limitarse simplemente a reconocer los peligros. Las actividades resultan sumamente eficaces cuando sus metas corresponden a las demás metas de la administración de la empresa.

Se debe dedicar tiempo y energía suficientes para realizar estas actividades de capacitación. Los trabajadores nuevos deben recibir una orientación sobre sus tareas para que aprendan a desempeñar su trabajo de una manera segura. Esta capacitación inicial debe ir seguida de una capacitación regular de actualización. Los miembros del comité de seguridad y los representantes de seguridad deben recibir una formación especializada para apoyar y facilitar el mejoramiento del entorno de trabajo. La capacitación de los directores, gerentes y supervisores es particularmente importante y se debe hacer hincapié en las medidas destinadas a mejorarla.

3. Criterios de seguridad

El estudio de los riesgos profesionales en la industria moderna ha revelado la naturaleza sumamente compleja de las posibles causas de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

Accidentes de trabajo

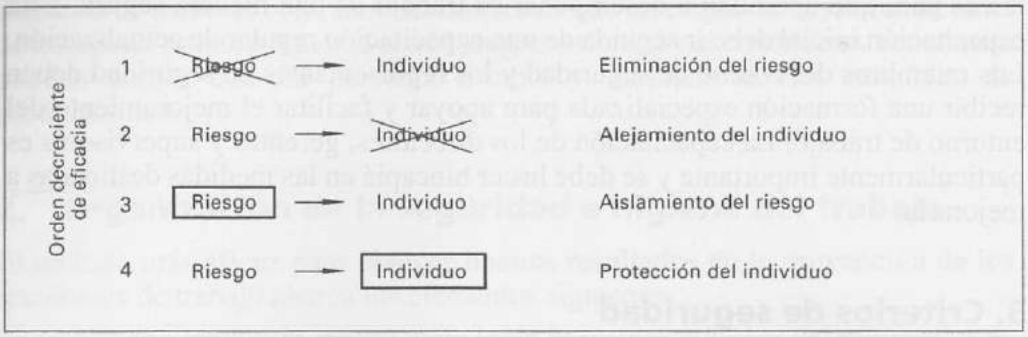
Las causas de los accidentes de trabajo nunca son sencillas, incluso en los accidentes aparentemente banales, lo que explica la multiplicidad y variedad de clasificaciones de tales accidentes. Las estadísticas muestran que las causas más corrientes no estriban en las máquinas más peligrosas (como las sierras circulares, las máquinas moldeadoras de broca o las presas mecánicas, por ejemplo) o en las sustancias más peligrosas (explosivos, líquidos inflamables volátiles, sustancias químicas), sino en actos tan comunes como tropezar, caerse, manipular o utilizar objetos sin cuidado o emplear instrumentos manuales, o ser golpeado por algún objeto que cae[1]. Asimismo las víctimas más frecuentes de accidentes no son los discapacitados sino, por el contrario, las personas más aptas desde el punto de vista físico y psicosensorial, es decir, los trabajadores jóvenes.

Se debe tener presente que en la industria moderna en el lugar de trabajo existen diversos riesgos visibles e invisibles. Entre los peligros visibles cabe incluir los andamios sin protección, los socavones en el suelo, el goteo o la fuga de sustancias químicas o la zona de trabajo no cerrada de un robot. Los riesgos invisibles son cada vez más comunes y peligrosos. Incluyen los gases inertes, los gases de soldeo, el ruido, las vibraciones o los efectos imprevisibles de una mezcla de productos químicos.

El progreso técnico ha provocado nuevos riesgos para la salud, aunque al mismo tiempo ha posibilitado la prevención de los accidentes de trabajo en la práctica. Reduce también considerablemente la gravedad de los riesgos tradicionales y ha mejorado de manera notable las normas de seguridad. Por añadidura, dado que en muchos países los accidentes durante el desplazamiento entre el domicilio y el lugar de trabajo se incluyen actualmente entre los accidentes de trabajo, la línea de demarcación entre los riesgos laborales y no laborales es menos nítida y la influencia del factor humano unida a la importancia de los hechos que rodean al accidente es cada vez más evidente. Un accidente es

[1] OIT: *La prevención de los accidentes*. Manual de educación obrera (Ginebra, segunda impresión, 1988).

Figura 7. Cuatro métodos básicos para prevenir riesgos en el trabajo, clasificados por orden decreciente de eficacia



Fuente: Adaptado de E. Gniza: «Zur Theorie der Wege der Unfallverhütung», en *Arbeitsökonomik und Arbeitsschutz* (Berlin), vol. 1, 1957, núm. 1.

frecuentemente el resultado de un concurso de factores técnicos, fisiológicos y psicológicos; depende de la máquina y del ambiente (iluminación, ruido, vibraciones, emanaciones de sustancias, falta de oxígeno), así como de la postura del trabajador y la fatiga imputable al trabajo, pero también de circunstancias relacionadas con el trayecto entre el domicilio y el lugar de trabajo y otras actividades desarrolladas fuera de la empresa, así como del malhumor, las frustraciones, la exaltación juvenil y otros estados físicos o mentales específicos. En los países en desarrollo vienen a sumarse la malnutrición, las enfermedades endémicas, la inadaptación al trabajo industrial y los inmensos cambios que la industria ha provocado en la vida y las costumbres personales y familiares de los trabajadores. Por consiguiente, no es de sorprender que se conceda actualmente una creciente atención a los riesgos de accidentes inherentes al comportamiento humano, dentro o fuera de la fábrica, y que se examinen los problemas vinculados con la protección de la salud y el bienestar del trabajador desde un punto de vista global.

La primera precaución que se ha de tomar para evitar los accidentes consiste en eliminar las causas potenciales, tanto técnicas como humanas. Las modalidades son demasiado numerosas y variadas para que se pueda dar su lista completa aquí. Sin embargo, pueden citarse algunas, como el respeto de las reglas y normas técnicas, la inspección y el mantenimiento cuidadosos de la maquinaria, la formación de todos los trabajadores en materia de seguridad y el establecimiento de unas buenas relaciones de trabajo.

Los principales criterios técnicos de seguridad se presentan clasificados por orden decreciente de eficacia en la figura 7.

El 30 por ciento de todos los accidentes ocurren en las operaciones de manipulación; el estudio del trabajo puede contribuir a disminuir su frecuencia reduciendo sencillamente el número de operaciones y el trayecto de los productos. Otro porcentaje importante de accidentes podría evitarse suprimiendo operaciones peligrosas por medio del estudio previo del trabajo, el análisis de los procesos y la elaboración de gráficos de secuencia del proceso de producción (como se explica en la Segunda parte) y, en general, mediante un examen crítico de la organización del trabajo con miras a prevenir los accidentes.

Enfermedades relacionadas con el trabajo

La situación en lo que se refiere a las causas de las enfermedades profesionales y al modo de prevenirlas es igualmente compleja. El progreso técnico ha sido tan rápido que a menudo ha creado riesgos nuevos y totalmente desconocidos que han provocado enfermedades profesionales incluso antes de que éstas se reconocieran como tales. Sin embargo, ese mismo progreso técnico ha proporcionado instrumentos sumamente eficaces para el diagnóstico precoz de los signos o síntomas patológicos de origen profesional e incluso métodos para evaluar los niveles de exposición al riesgo antes de que tenga efectos biológicos. De ahí que el estudio y la vigilancia del medio ambiente de trabajo hayan adquirido una importancia fundamental para prevenir las enfermedades profesionales.

Las medidas de higiene industrial son similares a las que se han mencionado anteriormente con respecto a la prevención de los accidentes. No obstante, cabe señalar un aspecto importante. La higiene en el trabajo se estudia desde hace mucho menos tiempo que la seguridad. Se trata de una disciplina que supone a la vez conocimientos médicos y técnicos, por lo que es esencial que la dirección de la empresa se ocupe del problema y adopte los medios más adecuados para resolverlo; sin embargo, no hay un sistema de aplicación universal, puesto que cada uno debe responder a las circunstancias propias de la empresa y de sus trabajadores.

Con todo, es posible señalar ciertos criterios básicos generales en materia de higiene industrial. Primeramente, en la esfera de la seguridad mecánica se ha observado que, en lo que concierne a la higiene industrial, el método más eficaz de prevención es el que se adopta en la etapa de diseño – ya se trate de un edificio, una instalación o un proceso de producción – puesto que cualquier mejora o modificación hecha posteriormente puede resultar demasiado tardía para proteger la salud del trabajador, y será ciertamente más costosa. Las actividades peligrosas (por ejemplo, las que producen contaminación ambiental, ruido o vibraciones) y las sustancias nocivas que puedan propagarse en el aire del lugar de trabajo deberán ser sustituidas por actividades o sustancias inofensivas o menos nocivas.

Se debe dar prioridad a las medidas preventivas técnicas insistiendo en el uso eficaz de las tecnologías de control. Cuando sea imposible proporcionar un equipo de protección colectiva, deberá recurrirse a medidas complementarias de organización del trabajo, que en ciertos casos podrán comprender una reducción del período de exposición al riesgo. Si las medidas técnicas y administrativas colectivas no reducen la exposición a niveles aceptables, deberá dotarse a los trabajadores de un equipo de protección personal adecuado. No obstante, con exclusión de casos excepcionales o de tipos especiales de trabajo, el equipo de protección personal no debe considerarse el medio fundamental de seguridad. Y ello no sólo por razones fisiológicas, sino como cuestión de principio puesto que el trabajador puede, por muy diversos motivos, no utilizar ese equipo.

4. Prevención de accidentes industriales

Prevención y protección contra los incendios

La prevención de incendios y, en ciertos casos, de explosiones, así como las medidas apropiadas de protección, deberían ser objeto de una atención particular, sobre todo en los países de clima cálido y seco y en ciertas industrias donde los incendios pueden provocar extensos daños materiales y, si se declaran en horas de trabajo, lesiones e incluso la muerte. Se debe dedicar especial atención a las medidas para evitar los incendios (prevención de incendios) y a las destinadas a reducir la amenaza de lesiones y muertes y a limitar la extensión de los daños (protección contra los incendios).

El primer principio de la prevención de incendios es diseñar los edificios, los procesos y las instalaciones de almacenamiento de modo que se limite la posible confluencia de oxígeno, combustible y un aumento de la temperatura. A este respecto, la construcción de las instalaciones y la técnica de procesamiento deben siempre tratar de reducir la posibilidad de que se produzca y extienda un incendio. En todos los lugares de trabajo existe el peligro de incendios. Se debe dar la máxima prioridad a la localización del incendio lo antes posible y, con los medios y medidas de que se dispone, reducir la posibilidad de que el incendio crezca y se disperse a otras partes del lugar de trabajo. Por consiguiente, es esencial que los materiales utilizados en el proceso o en apoyo del proceso sean los que entrañan menos riesgo de contribuir a un posible incendio o explosión. Un buen cuidado de las instalaciones reduce también considerablemente el peligro.

El segundo principio consiste en eliminar o reducir las fuentes de calor o ignición para limitar el aumento de la temperatura. Se deben adoptar medidas como la limitación de la llama abierta, por ejemplo mediante la utilización de sopletes y la eliminación del humo de los cigarrillos. El calor que se utiliza en los procesos debe controlarse también cuidadosamente para que no entrañe un riesgo.

La dirección debe siempre organizar la preparación para los posibles incendios de acuerdo con las pautas siguientes:

- todo lugar de trabajo debe disponer de un **plan de emergencia** con información en la que se detalle lo que cada trabajador debe hacer de producirse un incendio u otra situación de emergencia;
- debe haber por lo menos dos **salidas libres, clara y adecuadamente marcadas,** que conduzcan a lugares seguros;
- debe haber un dispositivo para **comunicar al personal la necesidad de evacuar**, como un sistema de alarma. Este debe producir una señal suficientemente audible para que todos los trabajadores oigan la alarma. En algunos casos concretos, por ejemplo cuando existe mucho ruido, se utilizan asimismo frecuentemente señales visuales como luces centelleantes o intermitentes;
- debe existir siempre un número suficiente de **extintores de incendios del tipo adecuado** para el riesgo de que se trate, que deberán estar colocados

en lugares apropiados. Existen diferentes tipos de extintores para distintas clases de incendios y se han establecido códigos nacionales para los diferentes tipos de riesgo. Cada extintor debe tener adosada una etiqueta con instrucciones fáciles de leer y una indicación del tipo de riesgo para el que se utiliza;

- ☐ todo trabajador debe tener una **capacitación práctica** con respecto a la utilización adecuada del extintor, en particular para saber cuándo se debe utilizar y cuándo no. Esa capacitación debe abarcar también los aspectos de seguridad en la utilización de un extintor;
- ☐ la existencia de una **protección automática contra incendios** como aspersores de agua ha resultado muy eficaz para proteger las vías de escape de los trabajadores, así como para luchar rápidamente contra el fuego. Esto es particularmente cierto en algunas industrias de alto riesgo como las de productos químicos y textiles.

Un incendio puede declararse en un lugar de trabajo cualquier día y a cualquier hora. Una preparación adecuada puede atenuar considerablemente la extensión de las lesiones o de los daños a los bienes. Las seis características esenciales de la preparación son las siguientes:

1) Un medio de avisar a todos los trabajadores para que se dirijan a un lugar seguro.
2) Un plan de emergencia en el que se detalle lo que debe hacer cada uno durante un incendio u otra situación de emergencia.
3) Un cuerpo de bomberos debidamente capacitado que efectúe ejercicios regulares de lucha contra incendios y de evacuación.
4) Inspecciones periódicas de las vías de evacuación, con inclusión de las salidas de emergencia, el equipo de lucha contra incendios, los sistemas de alarma y los sistemas de protección automática contra incendios y los riesgos de incendio.
5) Un método para avisar rápidamente al cuerpo de bomberos y para asegurarse de que conoce las instalaciones, los procedimientos y los planes y el equipo de protección contra incendios.
6) Ejercicios periódicos de alarma y evacuación.

Lucha contra los principales peligros

La posibilidad de que se produzcan graves accidentes industriales se ha hecho mayor al aumentar la producción, el almacenamiento y la utilización de sustancias peligrosas. Incendios, explosiones o una intensa dispersión de sustancias tóxicas pueden causar la muerte o lesiones a los trabajadores y a la población en general, requerir la evacuación de comunidades e influir negativamente en el medio ambiente en general. Además de las medidas esbozadas más arriba en la sección «prevención y protección contra los incendios», es preciso adoptar medidas especiales para prevenir esos desastres industriales. Debido a la complejidad de tales actividades industriales, la lucha contra accidentes graves tiene que basarse en un enfoque sistemático.

Los componentes básicos de los sistemas de lucha contra los riesgos principales[2] son:

- **Determinación de las instalaciones que entrañan riesgos importantes.** Las autoridades públicas y la dirección de las empresas deben establecer, con carácter prioritario, un sistema para indicar las instalaciones industriales en las que existen riesgos graves. Esto puede efectuarse por medio de una lista de sustancias químicas o de categorías de sustancias químicas peligrosas y de las cantidades límites correspondientes.
- **Información acerca de la instalación industrial.** Un vez que se conocen esas instalaciones, hace falta recopilar información adicional sobre su diseño y funcionamiento. Esta información, presentada frecuentemente en forma de un informe sobre seguridad, debe reunirse y ordenarse sistemáticamente y estar al alcance de todas las personas involucradas de la empresa, como la dirección y los trabajadores, y de fuera de la empresa, como los órganos estatales que puedan necesitarla a los efectos de concesión de licencias o de inspección. Para disponer de una descripción completa de los riesgos, tal vez sea necesario efectuar estudios de seguridad y evaluaciones de los riesgos.
- **Medidas que se han de adoptar dentro de la instalación.** La dirección tiene la responsabilidad principal del funcionamiento y el mantenimiento de una instalación segura. Por consiguiente, se requiere una política correcta de seguridad. Las inspecciones técnicas, las actividades de mantenimiento, la modificación de la instalación y la capacitación y selección del personal adecuado deben llevarse a cabo de acuerdo con procedimientos correctos. Además de la preparación del informe de seguridad, es preciso investigar los accidentes y presentar informes al respecto a las autoridades. Se deben sacar lecciones de los accidentes y de los casos en que se han evitado por poco.
- **Plan de emergencia.** Todos los elementos anteriores se concentran en la prevención de accidentes importantes. Los planes de emergencia tienen por objeto mitigar las consecuencias de accidentes graves y parten del supuesto de que no se puede garantizar la seguridad absoluta. Además de las medidas más arriba mencionadas, la dirección de la empresa es posible que tenga que:
  - crear y capacitar a un cuerpo de bomberos;
  - prever sistemas de alarma con una línea directa al cuerpo de bomberos o a las fuerzas públicas de emergencia;
  - establecer un plan de emergencia, que incluya información acerca de las sustancias peligrosas y sus antídotos, directrices para actuar en caso de emergencia y unas vías de alarma y comunicación;
  - mantener una coordinación con las autoridades con respecto a su plan de emergencia.

[2] Para otros detalles, véase OIT: *Prevención de accidentes industriales importantes*, Repertorio de recomendaciones prácticas (Ginebra, 1991), e ídem: *Control de riesgos de accidentes mayores*, Manual práctico (Ginebra, 1990).

Al establecer un plan de emergencia se debe hacer una distinción entre la planificación en el lugar y fuera del lugar. Un plan claro y adecuadamente estructurado se ha de basar en un informe de seguridad bien preparado y que pueda emplearse rápida y eficazmente si se produce un accidente importante.

5. Locales de trabajo

Sería inapropiado exponer aquí los detalles técnicos relativos al emplazamiento y construcción de las fábricas, pero sí es necesario conocer y aplicar ciertos principios básicos si se desea que la dirección obtenga resultados viables. El especialista en el estudio del trabajo deberá tener en cuenta este aspecto, sobre todo al estudiar la disposición de las instalaciones.

Al preparar la disposición del lugar de trabajo, deberá hacerse hincapié en la necesidad de aislar toda actividad que sea peligrosa o que pueda resultar perjudicial. Siempre que sea posible, los locales de trabajo deben construirse sobre el nivel del suelo y estar dotados de ventanas con una superficie total que no sea inferior al 17 por ciento de la superficie del piso. Los techos no deben estar a una altura inferior a 3 metros y cada trabajador debe poder disponer, como mínimo, de 10 metros cúbicos de aire (o más si las temperaturas o el nivel de la contaminación atmosférica son elevados). Para precaverse contra los accidentes, es importante que cada trabajador disponga de un mínimo suficiente de superficie libre y en todo caso de no menos de 2 metros cuadrados por persona.

Las paredes y los techos deben tener un acabado que evite la acumulación de suciedad y la absorción de humedad y, de ser necesario, que reduzca la transmisión del ruido; el pavimento (véase el cuadro 1) no debe ser resbaladizo, no debe soltar polvo y debe poder limpiarse con facilidad y, en caso necesario, debe poseer unas buenas características de aislamiento eléctrico y térmico.

Por último, se deben aplicar los principios de orden y limpieza en los lugares de trabajo.

6. Orden y limpieza

No basta construir locales de trabajo que se ajusten a las reglas de seguridad e higiene, sino que es necesario, además, que la fábrica o el taller se mantengan limpios y ordenados. El orden, que en el caso de una fábrica o lugar de trabajo es un término general que abarca todo lo referente a pulcritud y estado general de conservación, no sólo contribuye a prevenir los accidentes, sino que constituye igualmente un factor de productividad. De hecho, examinando aspectos como la forma en que están almacenados los materiales y el equipo, si los pasadizos y corredores están libres de estorbos y la limpieza de las zonas de trabajo, es posible hacerse una idea de la actitud general de la dirección de la empresa con respecto a la productividad y a la seguridad.

El orden entraña ciertos elementos básicos:

- ☐ Se deben eliminar los materiales y productos innecesarios: los que no se utilicen se deben tirar y los que se utilizan raras veces se deben recoger y almacenar de una manera adecuada.

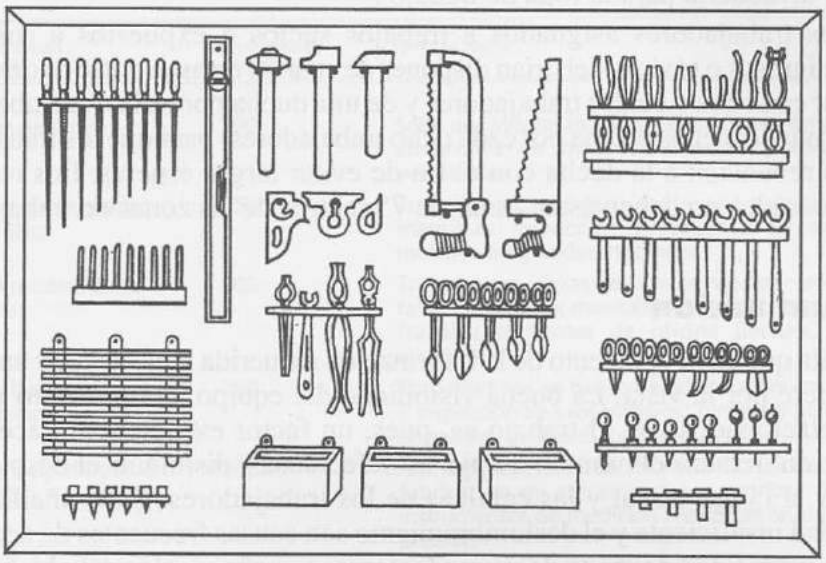
Cuadro 1. Propiedades de diferentes pavimentos industriales[1]

Propiedades	Tipo de pavimento								
	Hormigón	Baldosas	Materias plásticas (compuestos binarios)	Materias plásticas (en láminas)	Xilolita	Adoquines de madera	Parqué	Asfalto colado	Alquitrán apisonado
Resistencia a la abrasión	Muy buena	Muy buena	Muy buena[3]	Mediana a buena	Escasa	Buena	Mediana a buena	Buena	Buena
Resistencia a la compresión	Muy buena	Muy buena	Muy buena[3]	Mediana	Mediana	Buena	Mediana a buena	Mediana	Buena
Resistencia a los golpes	Mediana	Mediana	Según el tipo	Buena	Buena	Muy buena	Buena a muy buena	Buena	Buena a muy buena
Aislamiento térmico (por contacto)	Malo	Malo	Malo[3]	Malo a mediano	Mediano	Muy bueno	Muy bueno	Mediano	Mediano
Contracción, dilatación	Según el tipo	Nula	Escasa	Escasa	Según la humedad	Según la humedad	Según la humedad	Nula	Nula
Resistencia a los ácidos	Mala	Muy buena	Buena	Generalmente buena	Mala	Buena	Buena	Escasa[4]	Mediana a mala
Resistencia a los álcalis	Buena	Muy buena	Mala a muy buena según el tipo	Generalmente buena	Mala	Mediana a buena	Mediana a buena	Buena	Buena
Resistencia al agua	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Mala	Mala	Mala	Muy buena	Buena
Resistencia a los aceites y carburantes	Inadecuada sin tratamiento especial	Muy buena[2]	Buena	Mediana a buena	Inadecuada	Buena	Buena	Inadecuada	Buena
Resistencia a los solventes	Buena	Muy buena	Resistente para ciertos tipos	Buena	Inadecuada	Buena	Buena	Mala	Mediana
Formación de polvo	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
Posibilidad de limpieza	Satisfactoria	Buena	Muy buena	Buena	Satisfactoria	Relativamente mala	Satisfactoria a buena	Buena	Mediana a buena
Resistencia al fuego	Muy buena	Muy buena	Mala	Mediana	Buena	Mala	Mala	Mediana	Bastante buena
Poder de aislamiento eléctrico	Malo	Bueno	Bueno	Bueno	Según la humedad atmosférica	Bueno (si están secos)	Bueno (si está seco)	Bueno	Bastante bueno
Formación de chispas por fricción	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	Sí

[1] Establecidas por el Laboratorio Federal de Prueba de Materiales y el Instituto de Investigaciones de Suiza (Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et Institut de Recherches), Dübendorf, agosto de 1969. [2] Excepto quizás las juntas. [3] Sobre todo en estos casos, las características dependen del producto de relleno. [4] Los pavimentos «resistentes a los ácidos» no son alterados por los ácidos inorgánicos no oxidantes.

Fuente: Oficina Federal Suiza de industria, artes y oficios y del trabajo: *Hygiène et prévention des accidents dans les entreprises industrielles*, ordenanza 3 relativa a la ley sobre el trabajo (Berna, 1975).

Figura 8. Disposición y almacenamiento de herramientas



Fuente: J. E. Thurman y cols.: *Higher productivity and a better place to work, Action manual* (Ginebra, OIT, 1988), figura 8.

- ☐ Las herramientas y el equipo deben estar ordenados de manera que se puedan encontrar fácilmente y volver a colocar en su lugar designado. A este respecto son útiles tablas sobre las que se ordenan las herramientas (figura 8).
- ☐ Los corredores y pasadizos deben estar despejados y marcados con rayas de por lo menos 5 centímetros de ancho. Los depósitos y las zonas de almacenamiento deberán marcarse de igual modo. Los materiales tóxicos se pintarán con un color diferente para identificarlos como tales.
- ☐ Las zonas de trabajo deben mantenerse limpias. El polvo puede resultar nocivo para ciertas operaciones, el aceite y la grasa pueden causar accidentes y los depósitos de materiales o sustancias químicas tóxicos no vigilados son una fuente de enfermedades profesionales. La limpieza constante de los suelos, los bancos de trabajo, la maquinaria y el equipo alarga su vida útil y muestra cuándo hace falta proceder a reparaciones o a actividades de mantenimiento.
- ☐ La ropa de trabajo debe mantenerse igualmente limpia para reducir el riesgo de absorción cutánea de ciertas sustancias tóxicas (anilina y derivados, benceno, sus homólogos y derivados, compuestos organofosfatados, plomo tetraetílico y otros compuestos organometálicos, tetracloruro de carbono y otros disolventes, nicotina, etc.) y atenuar el problema de la sensibilización e irritación aguda o crónica de la piel. El contacto prolongado de la piel con ciertas sustancias (especialmente los aceites minerales y los hidrocarburos aromáticos) puede provocar dermatitis crónica y a veces, más tarde, un cáncer. Los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas deberán disponer en los vestuarios de armarios con compartimiento separado para la ropa de trabajo y de calle. Asimismo, sería conveniente que las fábricas que utilizan

sustancias particularmente tóxicas dispusieran de un servicio centralizado de lavandería para la ropa de trabajo[3].

- Los trabajadores asignados a trabajos sucios o expuestos a sustancias peligrosas o tóxicas deberían disponer de cuartos de aseo dotados de un grifo por cada tres o cuatro trabajadores y de una ducha por cada tres trabajadores (y nunca menos de una por cada ocho trabajadores) para que los trabajadores no renuncien a la ducha con el fin de evitar largas esperas. Los retretes o escusados no deben estar a más de 75 metros de las zonas de trabajo.

7. Iluminación

Se calcula que el 80 por ciento de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista. La buena visibilidad del equipo, del producto y de los datos relacionados con el trabajo es, pues, un factor esencial para acelerar la producción, reducir el número de piezas defectuosas, disminuir el despilfarro y prevenir la fatiga visual y las cefaleas de los trabajadores. Cabe añadir que la visibilidad insuficiente y el deslumbramiento son causas frecuentes de accidente.

La visibilidad depende de varios factores: tamaño y color del objeto que se trabaja, su distancia de los ojos, persistencia de la imagen, intensidad de la luz y contraste cromático y luminoso con el fondo. Convendrá estudiar todos estos factores, especialmente en el caso de trabajos de precisión, trabajos ejecutados en un ambiente peligroso o cuando existan otros motivos de insatisfacción o de queja. La iluminación constituye probablemente uno de los factores físicos de mayor importancia y el más fácil de corregir[4].

En principio, la iluminación debe adaptarse al tipo de trabajo. Sin embargo, su nivel, medido en lux, debería aumentar no sólo en relación con el grado de precisión o miniaturización del producto (cuadro 2), sino también en función de la edad del trabajador, puesto que las personas de edad necesitan una luz mucho más intensa para mantener una reacción visual suficientemente rápida; además, son mucho más sensibles al deslumbramiento porque su tiempo de recuperación es más largo. La acumulación de polvo y el desgaste de las fuentes de luz reduce el nivel de iluminación de un 10 a un 50 por ciento del nivel original. Esta disminución gradual del nivel debe compensarse, por lo tanto, al diseñar el sistema de iluminación. La limpieza regular de las instalaciones de iluminación es obviamente esencial.

En general, la luz debe difundirse de manera uniforme (figuras 9, 10 y 11); las sombras tenues ayudan a distinguir los objetos, pero deben evitarse las sombras demasiado pronunciadas. Es preciso también evitar los contrastes luminosos excesivos entre el objeto trabajado y el espacio circundante. El cuadro 3 indica las relaciones máximas de intensidad que se deben respetar para evitar la fatiga visual y problemas de salud como la conjuntivitis y las cefaleas.

[3] Para más detalles, véase Abu Bakar Che Man y David Gold: *Safety in the use of chemicals at work* (Ginebra, OIT, de próxima publicación).

[4] Para mayor información sobre la ergonomía visual y los parámetros que influyen en el rendimiento visual, véase Organización Internacional de Normalización: *Principles of visual ergonomics: The lighting of indoor work systems*, ISO 8995 (Ginebra, 1989).

Cuadro 2. Niveles mínimos de iluminación recomendados para diferentes categorías de tareas

Naturaleza del trabajo (esfuerzo visual)	Nivel mínimo de iluminación (lux)[1]	Ejemplos típicos
Percepción general solamente	100	Salas de calderas (manipulación de carbón y cenizas); almacenes de materiales toscos y voluminosos; vestuarios
Percepción aproximada de los detalles	150	Trabajos toscos e intermitentes en banco de taller y en máquina; inspección y recuento de existencias; montaje de grandes máquinas
Distinción moderada de los detalles	300	Trabajos con piezas de tamaño mediano en banco de taller o máquina; montaje e inspección de esas piezas; trabajos corrientes de oficina (lectura, escritura, archivo)
Distinción bastante clara de los detalles	700	Trabajos finos en banco de taller o máquina; montaje e inspección de esos trabajos; pintura y pulverización extrafinas; cosido de telas oscuras
Distinción muy afinada de los detalles	1500	Montaje e inspección de mecanismos de precisión; fabricación de herramientas y matrices; lectura de instrumentos de medición; rectificación de piezas de precisión
Tareas excepcionalmente difíciles o importantes	300 o más	Relojería de precisión (fabricación y reparación)

[1] Estos valores se refieren al valor medio de iluminación obtenido a lo largo del período de servicio de la instalación y sobre toda la superficie útil de la pieza o de la zona de trabajo (se trata de la llamada «iluminación en servicio»).

Fuente: OIT, Centro Internacional de Información sobre Seguridad e Higiene del Trabajo (CIS): *Artificial lighting in factory and office*. CIS Information Sheet No. 11 (Ginebra, 1965), cuadro 1.

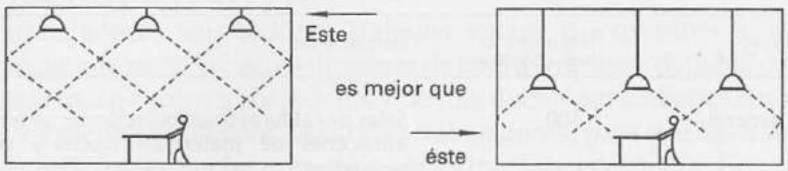
Cuadro 3. Relaciones máximas de intensidad de luz recomendadas

Puntos	Proporción
Entre el trabajo y las superficies circundantes	5 a 1
Entre el trabajo y las superficies más alejadas	20 a 1
Entre la fuente de luz (o el cielo) y las superficies adyacentes	40 a 1
Todos los puntos que rodean al trabajador	80 a 1

Se deberá aprovechar siempre que se pueda la luz natural del día. Para ello habrá que instalar ventanas que se puedan abrir y que se recomienda ocupen una superficie igual por lo menos a la sexta parte del suelo. No obstante, la luz natural varía con la estación, la hora del día, la distancia desde el lugar donde se trabaja hasta la ventana y la existencia o falta de cortinas o persianas. Por este motivo, es esencial disponer todo el tiempo de luz artificial por si surge la necesidad de utilizarla. El uso de la luz artificial ofrece la posibilidad de mantener una visión adecuada y unas relaciones de intensidad determinadas entre el objeto con el que se trabaja, los objetos circundantes y el entorno general.

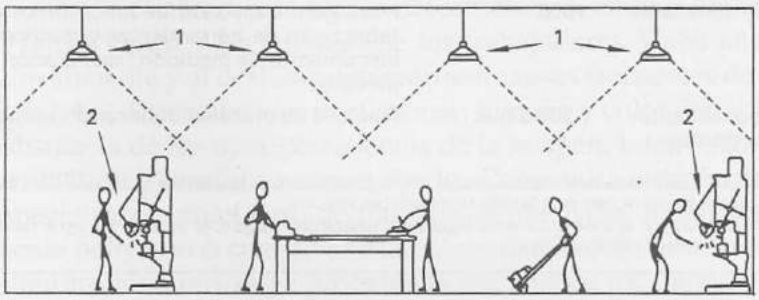
A condición de que se evite el deslumbramiento (figura 12), la luz fluorescente ofrece grandes posibilidades de utilización racional. Este tipo de iluminación permite, en efecto, ver los colores con particular fidelidad y, en comparación con la luz incandescente, su costo anual (con inclusión de la

Figura 9. Montaje de artefactos de alumbrado general



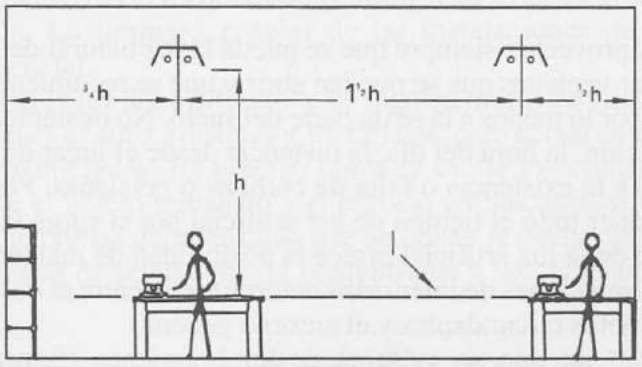
Fuente: OIT, CIS: *Artificial lighting..., op. cit.*, figura 18.

Figura 10. Necesidad de iluminación general



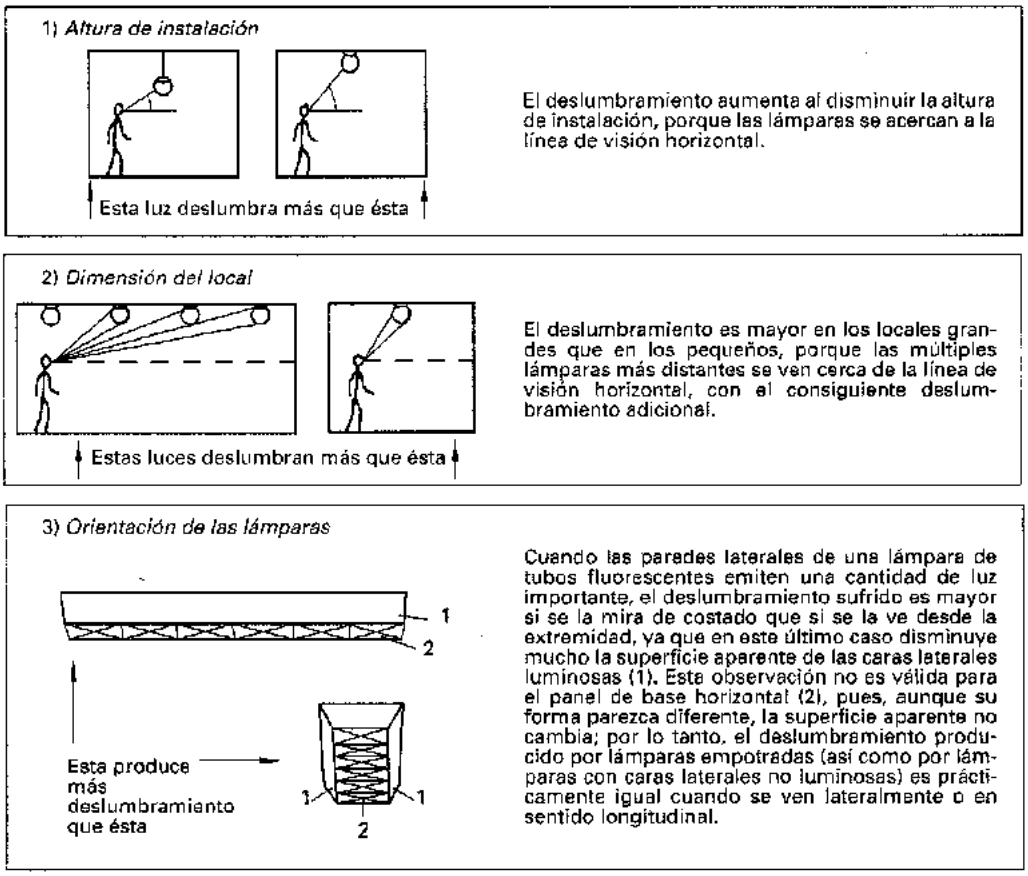
Fuente: OIT, CIS: *Artificial lighting..., op. cit.*, figura 21.

Figura 11. Espacio máximo recomendado para artefactos de alumbrado de tipo industrial



Fuente: OIT, CIS: *Artificial lighting..., op. cit.*, figura 19.

Figura 12. Factores que influyen en el grado de deslumbramiento producido por una lámpara difusora o provista de tubos fluorescentes



Fuente: OIT, CIS: *Artificial lighting...*, *op. cit.*, cuadro IV.

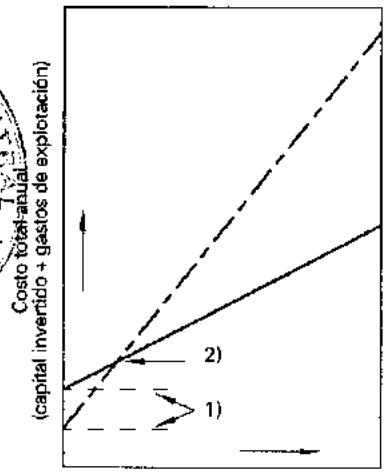
amortización y los gastos de instalación) disminuye a medida que aumenta el número de horas de utilización (figura 13). Por consiguiente, el número previsto de horas de utilización de la instalación debe influir en la elección del tipo de iluminación. La iluminación se puede medir fácilmente con un fotómetro. El fotómetro debe estar dotado de una pila fotoeléctrica desmontable con el fin de que se pueda leer a distancia evitando de ese modo la interferencia de la persona que efectúa las mediciones.

Empleo de colores

La experiencia demuestra que una combinación de colores acertada en el interior de los locales contribuye en gran medida a una buena iluminación (figura 14). Además, los colores del lugar de trabajo tienen efectos psicológicos que no deben pasarse por alto. Cuando hace falta pintar de nuevo los talleres y las oficinas, conviene recordar que cuesta prácticamente lo mismo elegir colores alegres en lugar de apagados. Los trabajadores verán en ello un signo tangible de que la dirección se esfuerza por hacer más agradables las condiciones de trabajo.

INU 8173
658.54
ORG i
4a ed
8-9

Figura 13. Costo relativo de las lámparas de incandescencia y los tubos fluorescentes



1) Gastos de capital fijo

2) Punto en que los gastos son iguales

——— Lámparas de tubos fluorescentes

– – – Lámparas de incandescencia

Fuente: OIT, CIS: *Artificial lighting...*, *op. cit.*, figura 1.

Los colores de la maquinaria y el equipo son factores suplementarios de seguridad, cuya importancia ha sido reconocida por los fabricantes de máquinas-herramientas y equipos eléctricos.

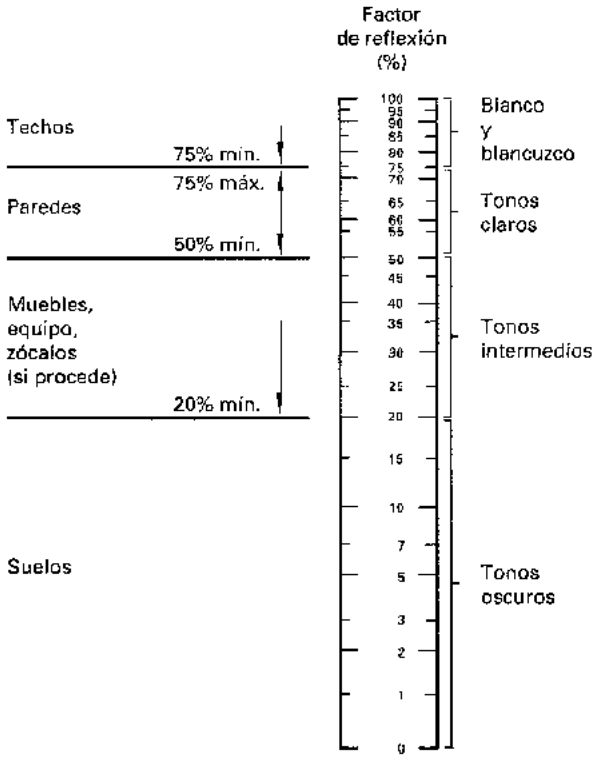
Control de la iluminación

Para utilizar de la mejor manera posible la iluminación en el lugar de trabajo, se deben tener en cuenta las observaciones siguientes:

- para una distribución uniforme de la luz, ha de instalarse un conmutador independiente para la fila de los aparatos de alumbrado que están más cerca de las ventanas. Esto permite encender y apagar la luz según que la luz natural sea o no suficiente;
- para prevenir el deslumbramiento, evítese utilizar superficies de trabajo muy brillantes o lustrosas;
- empléese una iluminación localizada para conseguir el nivel deseado cuando se efectúan trabajos particularmente delicados;
- límpiense las instalaciones de alumbrado con regularidad y aplíquese un plan de mantenimiento para evitar el parpadeo de bombillas viejas y los peligros eléctricos resultantes del desgaste de los cables;
- evítese el contacto directo del ojo con las fuentes de luz. Para ello las lámparas y otras fuentes de luz se deben colocar en un lugar adecuado. El empleo de difusores es asimismo bastante eficaz;
- para trabajar con aparatos de presentación visual[5]:
  - el nivel general de iluminación debe ser relativamente bajo y no exceder de 500 lux (se pueden utilizar persianas o cortinas para evitar la luz del día excesiva);

[5] Para más información sobre este tema, véase OIT: *Salud y seguridad en el trabajo con unidades de visualización*, Serie Seguridad e Higiene del Trabajo núm. 61 (Ginebra, 1991).

Figura 14. Factores de reflexión recomendados para las principales superficies internas



Fuente: OIT, CIS: *Artificial lighting...*, *op. cit.*, figura 30.

- evitar el deslumbramiento mediante la colocación en un lugar adecuado del aparato de presentación visual o por otro medio;
- velar por que el usuario no vea reflejada en la pantalla las fuentes de luz;
- la iluminación y el contraste de la pantalla deben ser ajustables y los caracteres deben distinguirse claramente;
- si se necesita una iluminación adicional, debe ser ajustable y estar situada de manera que se evite el deslumbramiento.

8. Ruido y vibraciones[6]

Ruido

En las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las máquinas, la densidad de la maquinaria en el lugar de trabajo y, hasta hace poco, la falta de conocimientos detallados sobre las molestias y los riesgos debidos al ruido han sido causa de que en muchas fábricas los trabajadores hayan estado expuestos a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos.

[6] Para mayor información sobre este tema, véase OIT: *Protección de los trabajadores contra el ruido y las vibraciones en los lugares de trabajo*, Repertorio de recomendaciones prácticas (Ginebra, 1977).

Se entiende por ruido todo sonido desagradable o no deseado. Se utilizan sonómetros para medir las variaciones de la presión que producen sonidos audibles. La unidad práctica de medición del ruido es el decibel (dB).

El oído humano responde de diferentes maneras a sonidos de diferentes frecuencias. La unidad de frecuencia es el hertz (Hz) y el oído reacciona a las frecuencias comprendidas aproximadamente entre los 20 y los 20 000 Hz. El volumen de los sonidos, juzgado por el oído humano, depende de la frecuencia y del nivel. El oído es menos sensible a las frecuencias bajas y muy altas que a las frecuencias medias comprendidas entre los 1 000 y los 8 000 Hz. Un sonómetro posee una red eléctrica incorporada de características uniformes para simular este oído medio típico. La red generalmente aceptada para esta aproximación es la escala «A» y las mediciones hechas durante esta evaluación se designan con las letras dB(A).

El ruido es la causa de diversos problemas. Impide la comunicación del sonido (figura 15), en primer lugar por el efecto de encubrimiento que cada sonido ejerce sobre los de frecuencia igual o inmediatamente superior, que reduce la inteligibilidad de las palabras emitidas con una voz que no supere en 10 dB el ruido ambiental; y, en segundo lugar, porque eleva temporalmente el umbral auditivo cuando el ruido al que se ha estado expuesto superaba los 78 u 80 dB (figura 16). El ruido ambiental puede obstaculizar la comunicación o, al cubrir las señales de alarma, puede ocasionar accidentes. Su nivel no debe exceder de los 60-70 dB(A), si se quiere mantener una conversación a una distancia normal.

El ruido puede acarrear trastornos sensorimotores, neurovegetativos y metabólicos; de ahí que se le considere una de las causas de fatiga industrial, irritabilidad, disminución de la productividad y accidentes de trabajo.

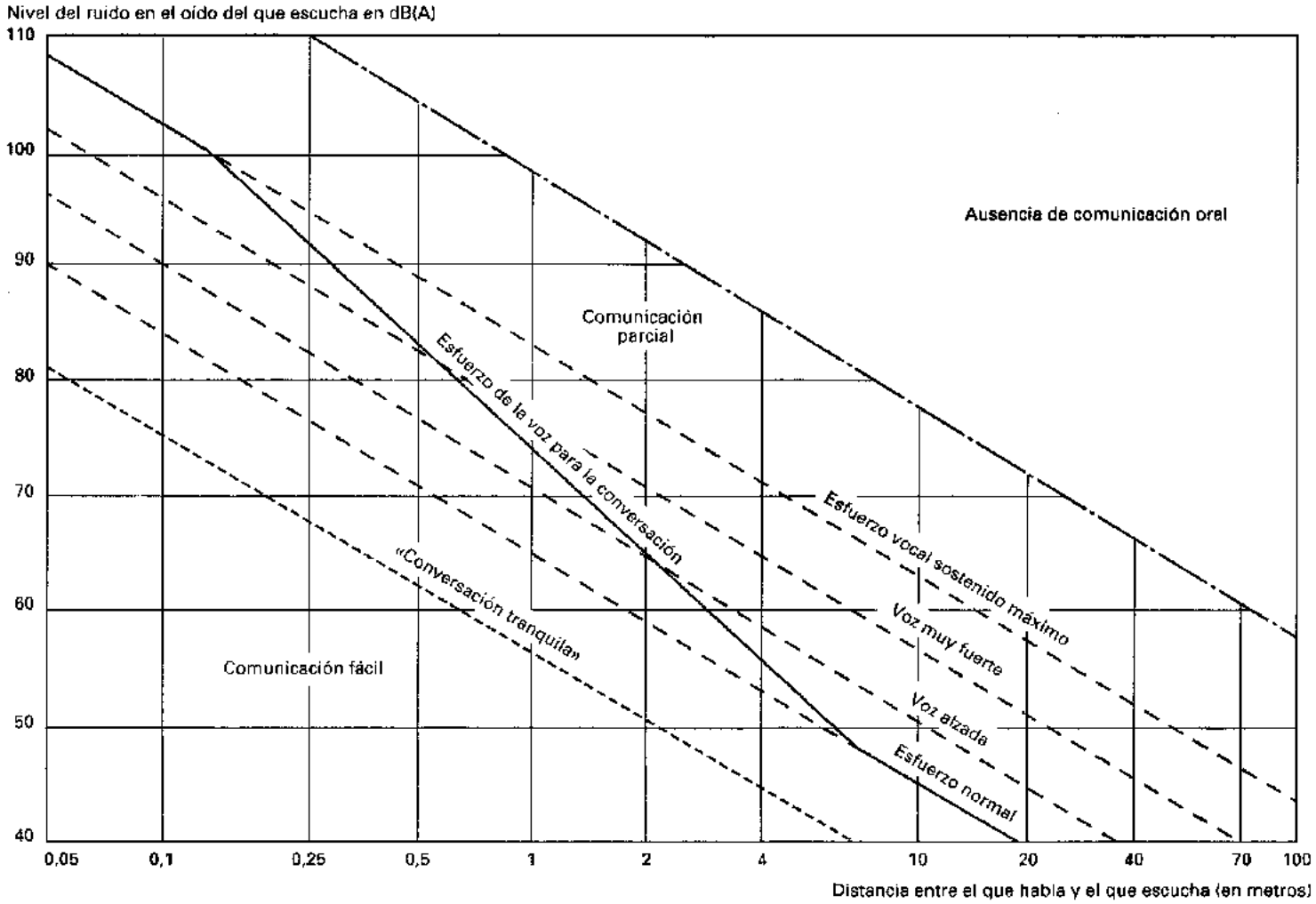
Quien haya efectuado trabajos intelectuales, o trabajos que requieren una gran concentración, en un ambiente ruidoso, como un taller lleno de telares o de máquinas automáticas sabe hasta qué punto el ruido es agotador, incluso cuando no alcanza niveles que puedan provocar sordera profesional. El ruido intermitente producido, por ejemplo, por martinetes utilizados para hincar los pilotes de máquinas pesadas, los martillos neumáticos o grandes prensas mecánicas resulta particularmente molesto. Numerosas investigaciones han demostrado que la reducción del ruido ambiental conduce a una disminución marcada del número de errores y a un mejoramiento apreciable de la producción.

La exposición prolongada al ruido a ciertos niveles provoca daños permanentes a la audición y a la larga la sordera profesional.

La pérdida de audición puede ser temporal o permanente según la duración e intensidad de la exposición al ruido. Una pérdida temporal de oído, que dure de unos pocos segundos a unos pocos días, puede ser el resultado de exposiciones a ruidos de alta intensidad durante períodos breves. Esta pérdida es reversible y se recuperará la audición normal. Mucho más grave es la exposición regular y prolongada a algunos tipos de ruido de intensidad moderada mantenida durante varios días de trabajo sucesivos a lo largo de un período de años. O una única exposición breve a un ruido de muy alta intensidad puede causar una pérdida de audición permanente irreversible e incluso causar daño a los oídos.

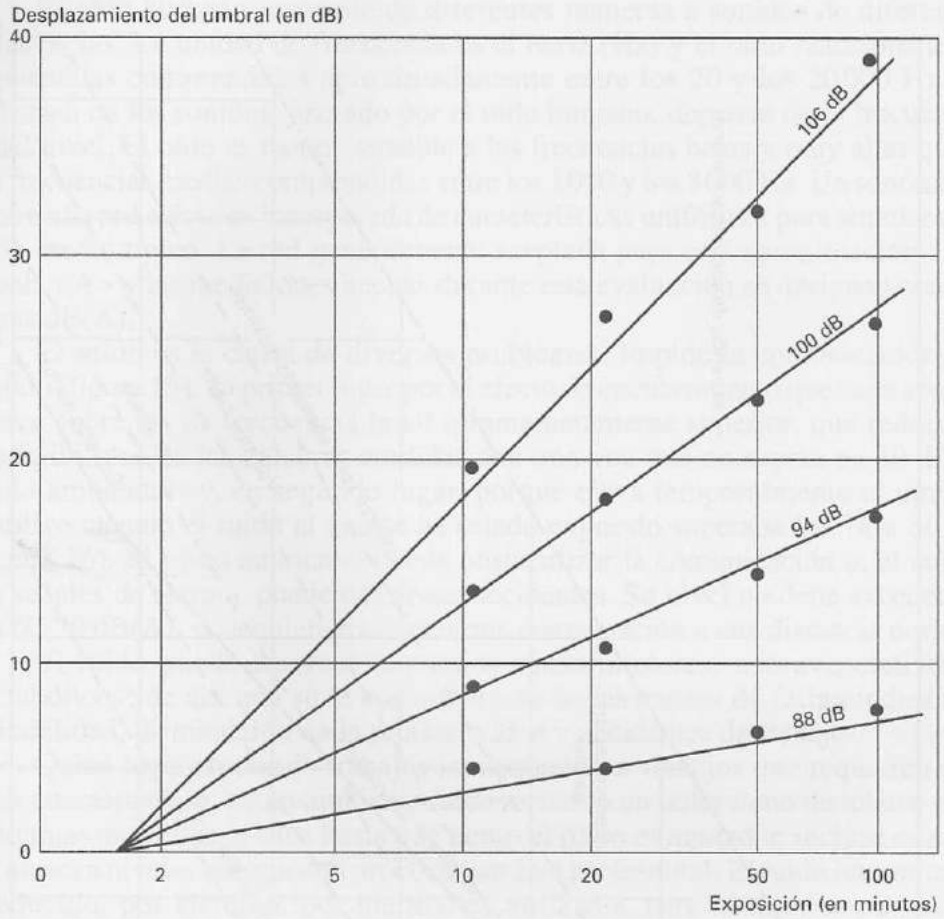
Se considera que la exposición a niveles de ruido continuo de 90 dB(A) o superiores es peligrosa para el oído, pero el nivel de 85 dB(A) ya es un nivel de

Figura 15. Distancia a la que se puede oír la voz normal con ruido ambiental



Fuente: J. C. Webster: «Speech interfering aspects of noise», en D. Lipscomb (director de la edición): *Noise and audiology* (Baltimore, Maryland, University Park Press, Copyright 1978), págs. 200-201.

Figura 16. Desplazamiento temporal del umbral auditivo (en dB) en función de la duración de la exposición a ruidos de banda ancha



Fuente: A. Glorig y cols. «Damage risk criteria and noise-included hearing loss», en *Archives of Otolaryngology* (Chicago, Illinois), vol. 74, 1961, pág. 413, Copyright 1961, American Medical Association.

alarma que no debería superarse. Es preciso tener especial cuidado con los ruidos impulsivos, es decir, los sonidos con un tiempo de elevación de no más de 35 milisegundos para alcanzar la intensidad máxima (que se mide como la presión del sonido en pascales (pa) y una duración no superior a un segundo sobre el tiempo en que el nivel es 20 dB por debajo del máximo. Cada vez que el nivel sonoro aumenta en 6 dB, la presión sonora se duplica y la energía acústica se cuadruplica; por consiguiente, se considera que por cada aumento de 3 a 5 dB del nivel sonoro, es preciso reducir a la mitad la duración de la exposición para mantener inalterado el efecto biológico (cuadro 4).

El método más eficaz de luchar contra el ruido consiste en reducirlo en el lugar mismo donde se produce, por ejemplo, reemplazando las máquinas o el equipo ruidoso por otros más silenciosos, lo que equivale a decir que, como siempre cuando se trata de medidas preventivas, hay que tenerlas en cuenta durante la fase de concepción del proceso de producción, la construcción del

Cuadro 4. Duración de la exposición al ruido continuo que no debería superarse para prevenir la sordera profesional entre la mayoría de los trabajadores

Duración diaria del ruido en horas (medido en «reacción lenta»)	Nivel de ruido en dB(A)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH): *Threshold limit values for chemical substances and physical agents in the workroom environment adopted by the ACGIH for 1987-1988* (Cincinnati, Ohio).

edificio o la compra del equipo. Deberá prestarse particular atención al sistema de ventilación puesto que, en muchos talleres, la preocupación de estos últimos tiempos por prevenir la contaminación atmosférica en el lugar de trabajo ha inducido a que se instalen aparatos de ventilación que, al funcionar, aumentan el ruido de fondo a 85 o 90 dB, cuando no más, incluso antes de que se pongan en marcha las máquinas de producción.

El segundo método consiste en impedir o reducir la transmisión del ruido interponiendo barreras que lo absorban entre la fuente y el trabajador, insonorizando las estructuras que puedan ser origen de reverberación secundaria o aislando la fuente de ruido en locales separados o recintos insonorizados (lo que puede exigir además una reforma de los cimientos para impedir la transmisión de las vibraciones por el piso). Cuando tales medidas no pueden aplicarse o no sean suficientemente eficaces, quizá sea necesario suministrar a los trabajadores cabinas insonorizadas (ventiladas o, de ser necesario con aire acondicionado) desde las que puedan manejar las máquinas sin tener que entrar en los locales ruidosos, salvo por períodos breves.

Si el ruido a que están expuestos los trabajadores pasa sistemáticamente de 90 dB(A) durante las ocho horas de trabajo, deberá reducirse la duración de la exposición para que ésta vuelva a ajustarse a límites admisibles (cuadro 4).

Los medios de protección personal contra el ruido en su forma más sencilla consisten en tapones de fibra de vidrio o de plástico alveolar para los oídos, u orejeras de protección que permiten reducir el ruido en hasta 20 dB, aunque los trabajadores a veces se oponen a este tipo de protección. De hecho, la protección personal contra el ruido debe considerarse únicamente una solución transitoria hasta que se modifique con carácter permanente el lugar de trabajo o cuando lo exijan condiciones especiales.

Los trabajadores que están sistemáticamente expuestos a ruidos que superen el nivel de peligro deberán someterse a exámenes audiométricos periódicos. Estos exámenes pueden contribuir a que se descubra antes de que sea demasiado tarde a los trabajadores cuyo oído se ha visto afectado, posiblemente debido a una sensibilidad excepcional al ruido, o a la negativa a utilizar los medios de protección que se les suministran, a su uso incorrecto o a su inadecuación.

Vibraciones

Aunque son pocos los trabajadores expuestos a vibraciones que resulten peligrosas para la salud, no se deberían descuidar las medidas de protección necesarias. Deben analizarse primeramente las posibilidades de reducir los niveles de las vibraciones (por ejemplo, con el equilibrio dinámico de las partes en rotación, la utilización de armaduras que absorban la vibración o la creación de cimientos sólidos) y de reducir el efecto de las vibraciones (por ejemplo, sirviéndose de manijas que amortiguan las vibraciones para las máquinas que se agarran con las manos). Cuando esto no sea posible, habrá que controlar el período de exposición. Las personas expuestas a vibraciones deben ser sometidas a reconocimientos médicos periódicos.

9. Condiciones climáticas

El control de las condiciones climáticas en el lugar de trabajo es esencial para la salud y comodidad de los trabajadores y para mantener una mayor productividad. Un exceso de calor o de frío puede resultar muy fastidioso para los trabajadores y reducir su eficiencia. Además, eso puede provocar accidentes.

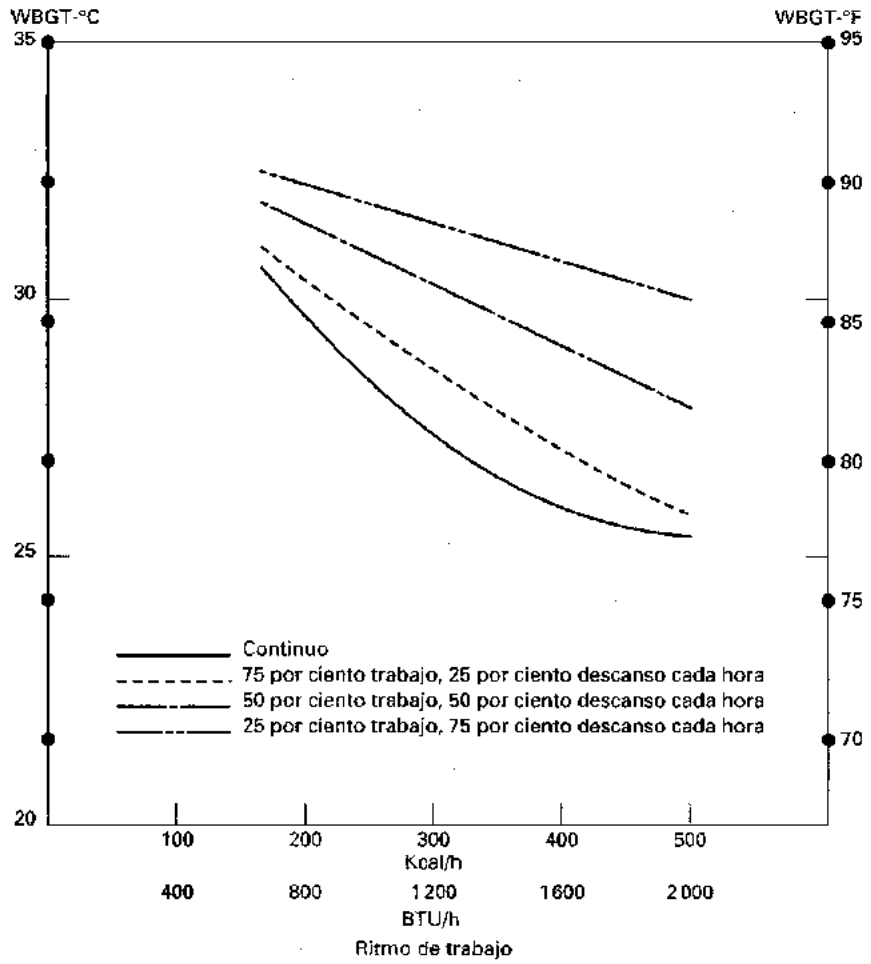
El organismo humano funciona de una manera que mantiene constante la temperatura del sistema nervioso y de los órganos internos. Mantiene el equilibrio térmico necesario gracias a un intercambio continuo de calor con el medio ambiente. El grado de este intercambio depende, por un lado, de la temperatura del aire, la ventilación, la humedad y el calor radiante y, por el otro, del metabolismo. Durante la actividad física, los valores metabólicos pueden alcanzar niveles diez veces superiores a los correspondientes a períodos de descanso. En condiciones climáticas normales, para evitar una hipertermia que tarde o temprano puede serle fatal, el organismo debe eliminar el calor que produce continuamente en cantidades superiores cuando está trabajando y mayores aún cuando absorbe calor de un medio ambiente con temperaturas elevadas. Es fundamental evitar el exceso de calor o de frío y, siempre que sea posible, mantener las condiciones climáticas óptimas para que el cuerpo pueda conservar un equilibrio térmico.

Trabajo en ambientes calurosos

Prácticamente en casi todas partes existen ambientes de trabajo calurosos. Los locales de trabajo de los países tropicales pueden tener un calor natural, debido a las condiciones climáticas generales. Cuando existen fuentes de calor como hornos, estufas o procesos de transformación a base de calor, o cuando la carga de trabajo físico es elevada, el organismo humano tiene igualmente que hacer frente a un calor excesivo.

Se debe señalar que en esos medios de trabajo calurosos el sudor es casi el único medio de que dispone el organismo para perder calor. Al evaporarse el sudor, el cuerpo se refresca. Existe una relación entre la cantidad y rapidez de la evaporación y la sensación de comodidad. Cuanto más intensa es la evaporación, más rápidamente se enfría el organismo y se siente refrescado. La evaporación aumenta con una ventilación adecuada.

Figura 17. Límites de exposición al calor



Nota: BTU/h = Unidades térmicas británicas por hora *(British thermic units per hour)*. WBGT = Temperatura medida con termómetro húmedo *(wet bulb ground temperature)*.
Fuente: ACGIH, *op. cit.*

Sin embargo, cuando existe una humedad relativamente elevada, la evaporación es menos eficaz para refrescar al cuerpo. Algunas condiciones climáticas, como las de muchos países tropicales, y ciertos ambientes de trabajo como los de las minas profundas, las hilanderías y los ingenios azucareros exponen al trabajador a un medio ambiente de trabajo cálido y húmedo con escasas posibilidades de refrescarse gracias a la evaporación. Se dan igualmente unas condiciones de trabajo desfavorables cuando el clima es desértico y seco y se combina con temperaturas atmosféricas elevadas. Este tipo de ambiente de trabajo se puede encontrar en las acerías, fundiciones, alrededor de los hornos de tratamiento térmico y en las fábricas de vidrio, las plantas de laminado en caliente y las fraguas. En todos los casos es necesario tomar en cuenta la carga térmica en relación con el desgaste de energía requerido por el trabajo. Cuanto más duras son las condiciones climáticas, más largas deben ser las pausas (figura 17).

Trabajo en ambientes fríos

El trabajo en ambientes fríos se circunscribía en otros tiempos a las regiones no tropicales o de gran altitud. Actualmente, a causa de la refrigeración moderna, diversos grupos de trabajadores pueden estar expuestos a un ambiente frío, incluso en países tropicales.

La exposición al frío durante períodos breves puede producir graves efectos, especialmente cuando los trabajadores están expuestos a temperaturas inferiores a 10 °C. La pérdida de calor corporal es molesta y afecta rápidamente a la eficiencia del trabajo. Para mantener la temperatura normal en un ambiente fresco o frío, el organismo trata de reducir la pérdida de calor tiritando y reduciendo de ese modo la circulación de la sangre hacía la piel y las extremidades. Las exposiciones durante un largo período o a un frío extremo ponen en peligro la supervivencia debido a una caída de la temperatura corporal.

Cuando sean imprescindibles, los períodos de trabajo en ambientes fríos deben alternarse con períodos de trabajo a temperatura normal. Los trabajadores que permanecen al aire libre en un clima frío, como los obreros de la construcción, los encargados del tendido eléctrico o los pescadores, deben disponer siempre de cobertizos u otras instalaciones donde puedan recuperar calor, al abrigo de la intemperie. Los trabajadores deben tomar frecuentemente bebidas calientes. En los locales fríos no calefaccionados, se puede lograr cierto grado de comodidad utilizando aparatos de calefacción bien emplazados, como las lámparas de rayos infrarrojos enfocadas hacia el lugar de trabajo. Se puede aumentar así el tiempo que un trabajador puede permanecer en locales fríos sin consecuencias nefastas para la salud y sin pérdida de producción.

En los climas fríos y en los locales refrigerados los trabajadores deben estar bien protegidos contra el frío llevando ropa y calzado adecuados, guantes y, lo que es sumamente importante, alguna prenda que les cubra la cabeza. Normalmente, un revestimiento de diversas capas conserva el aire inmóvil y sirve de aislante dando de ese modo más calor al trabajador.

Trabajo en ambientes húmedos

Como ya se ha dicho, los altos niveles de humedad se toleran mal cuando la temperatura es elevada, sobre todo si el trabajo es pesado. La temperatura en el lugar de trabajo indicada por el termómetro de bulbo húmedo no debería superar 21 °C (70 °F) , pero es sumamente difícil mantener ese límite en países cálidos cuando se trata de procesos, como los de la industria textil, que exigen altos niveles de humedad atmosférica o que desprenden grandes cantidades de vapor, como las lavanderías, las fábricas de conservas y diferentes plantas químicas. Debe evitarse que el vapor excesivo pase a la atmósfera por medio de extractores locales, siempre que sea posible, y controlando la cantidad de vapor introducida por la humidificación. El aumento de la velocidad del aire proporcionará cierto grado de comodidad en las atmósferas cálidas y húmedas.

La humedad excesiva es asimismo difícil de tolerar cuando va acompañada de bajas temperaturas. Se debe mantener una humedad relativa de un 40 a un 70 por ciento. Una cantidad insuficiente de humedad en el aire puede crear igualmente problemas. El aire demasiado seco puede provocar enfermedades de

las vías respiratorias; por consiguiente, debería evitarse que el aire se reseque en invierno en los locales con una calefacción excesiva.

Control del ambiente térmico

Existen muchas formas de controlar el ambiente térmico. Es relativamente fácil evaluar los efectos de las condiciones térmicas, especialmente cuando un calor o un frío excesivo constituyen un problema evidente. Para resolver ese problema, se suelen requerir enconados esfuerzos y la aplicación de diversas medidas. Esto se debe a que el problema está vinculado al clima general, que afecta considerablemente al clima del lugar de trabajo, a la tecnología de producción, que a menudo es la fuente de calor o frío, y a diversas condiciones de los lugares de trabajo así como a los métodos y planes de trabajo. Es preciso tener igualmente en cuenta factores personales como la vestimenta, la nutrición, las costumbres individuales, la edad y las diferentes reacciones ante unas condiciones térmicas dadas, al tratar de crear unas condiciones térmicas confortables para los trabajadores.

En el control del ambiente térmico se deben aplicar uno o varios de los principios siguientes:

- ☐ regulación de la temperatura del lugar de trabajo evitando que el calor o el frío exterior penetre (mejoramiento del diseño del tejado, material aislante o instalación de un lugar de trabajo con aire acondicionado. El aire acondicionado es costoso, especialmente en las fábricas, pero a veces vale la pena hacer una inversión si se elige el tipo adecuado);
- ☐ ventilación de los lugares de trabajo calientes aumentando la ventilación natural por medio de aperturas o la instalación de dispositivos de ventilación;
- ☐ separación de las fuentes térmicas del área de trabajo, aislamiento de las superficies y tuberías calientes o colocación de barreras de protección entre las fuentes térmicas y los trabajadores;
- ☐ control de la humedad con miras a mantenerla a niveles bajos, por ejemplo evitando el escape de vapor de las tuberías y el equipo;
- ☐ suministro de una vestimenta de protección personal y un equipo adecuados para los trabajadores expuestos a un calor radiante excesivo o a un frío excesivo (una ropa de protección térmica con alto valor aislante puede no ser recomendable cuando se efectúan trabajos medianos o pesados durante un largo período ya que evita la pérdida de calor por evaporación);
- ☐ reducción del tiempo de exposición, por ejemplo mediante la mecanización, el control remoto o planes para alternar el trabajo;
- ☐ inserción de pausas de descanso entre los períodos de trabajo, e instalaciones confortables y, de ser posible, dotadas de aire acondicionado;
- ☐ abastecimiento de agua potable fría a los trabajadores en un ambiente caliente y de bebidas calientes a los expuestos a un ambiente frío.

La experiencia muestra que entre las personas que trabajan en un mismo taller algunas preferirían más ventilación y otras menos, y unas sienten más bien frío mientras que otras están a gusto. A menudo esas diferencias se deben a que

Cuadro 5. Control del clima de trabajo

Tipo de trabajo	°C	°F
Trabajo sedentario	20-22	68-72
Trabajo físico ligero en posición sentada	19-20	66-68
Trabajo ligero de pie (por ejemplo, con máquinas-herramientas)	17-18	63-65
Trabajo mediano de pie (por ejemplo, montaje)	16-17	61-63
Trabajo pesado de pie (por ejemplo, taladrado)	14-16	57-61

los trabajos efectuados por algunos obreros exigen un esfuerzo físico mayor que los efectuados por otros, o a que unos trabajan en una corriente de aire y otros en un lugar confinado. Una mejor disposición de los locales y puestos de trabajo frecuentemente ayuda a crear unas condiciones climáticas óptimas para la mayoría de los trabajadores. Es conveniente tener en cuenta las diferentes temperaturas atmosféricas recomendadas para diversos tipos de trabajos, como se indica en el cuadro 5.

A veces se observa que en particular el calor en el lugar de trabajo puede seguir siendo excesivo a pesar de las diversas medidas aplicables. En este caso se debe considerar la conveniencia de recurrir a soluciones técnicas drásticas, como el cambio de los métodos o procedimientos de producción, la compra de máquinas que no produzcan un calor excesivo en el ambiente o la instalación de aire acondicionado en los locales de trabajo.

Ventilación

Los metros cúbicos de aire de un local de trabajo, por muchos que sean, nunca permitirán prescindir de la ventilación, porque ésta es el factor dinámico que complementa el concepto de espacio; para un número constante de trabajadores, la intensidad de la ventilación debe ser inversamente proporcional al tamaño del local.

No debe confundirse ventilación con circulación de aire: la primera sustituye el aire viciado por aire fresco, mientras que la segunda mueve el aire, pero sin renovarlo. Cuando la temperatura y la humedad son elevadas, la mera circulación del aire no sólo resulta ineficaz sino que, más allá de ciertos límites, aumenta la absorción de calor por convección. La ventilación de los locales de trabajo tiene por objeto:

- dispersar el calor producido por las máquinas y los trabajadores; por consiguiente, habría que intensificar la ventilación en los locales en que existe una alta concentración de máquinas o trabajadores;
- disminuir la contaminación atmosférica (resulta fácil calcular la cantidad de aire que se ha de admitir, en función de la cantidad de sustancias que se dispersan en el aire y de la concentración máxima que debe respetarse);
- mantener la sensación de frescura del aire.

En resumen, una ventilación adecuada debe considerarse uno de los factores importantes para el mantenimiento de la salud y la productividad de los trabajadores.

Excepto en los lugares confinados, todos los lugares de trabajo tienen un mínimo de ventilación. Sin embargo, para que la circulación de aire sea suficiente (nunca inferior a 50 metros cúbicos por hora y por trabajador), se calcula generalmente que el aire debe cambiar de cuatro a ocho veces por hora en las oficinas o los lugares donde se realizan trabajos sedentarios, de ocho a 12 veces por hora en los talleres y de hasta 15 a 30 o más veces por hora en los locales públicos y donde existen elevados niveles de contaminación o humedad atmosférica.

La velocidad de circulación del aire en los locales de trabajo debe corresponder a la temperatura del aire y al consumo de energía: para los trabajos sedentarios no debería pasar de 0,2 metros por segundo, pero en los ambientes calurosos la velocidad óptima se sitúa entre 0,5 y un metro por segundo. Para los trabajos pesados puede incluso ser superior. Algunos trabajos en lugares calurosos resultan soportables cuando se proyecta un chorro de aire frío sobre los trabajadores. Una ventilación correctamente utilizada constituye uno de los medios técnicos más importantes para hacer tolerable ciertas condiciones de trabajo particularmente penosas, como las que existen en minas profundas y en países tropicales, es decir, en lugares donde confluyen una temperatura atmosférica y una humedad relativa elevadas.

La ventilación natural, que se obtiene abriendo ventanas u otros orificios en paredes o techos, puede hacer correr caudales de aire considerables, pero sólo es utilizable en los climas relativamente clementes. La eficacia de este tipo de ventilación depende en gran medida de las condiciones externas, que suelen estar sujetas a considerables variaciones. Cuanto más se necesita, la ventilación natural suele ser menos eficaz; además, es relativamente difícil de regular. Por otra parte, para que la ventilación natural sea eficaz, es necesario que los orificios de evacuación estén correctamente emplazados y tengan un tamaño suficiente, especialmente en los países de clima cálido donde las bocas de ventilación son muy frecuentemente demasiado pequeñas.

Cuando la ventilación natural es insuficiente, se debe recurrir a la ventilación artificial. En tal caso se puede optar entre el sistema de insuflación de aire puro, un sistema de evacuación del aire viciado o una combinación de ambos (ventilación de «mete y saca»). Sólo los sistemas de ventilación de «mete y saca» garantizan una mejor regulación del movimiento del aire.

Cuando la concentración de contaminantes no puede reducirse por medio de la ventilación, habrá que recurrir a sistemas de evacuación local, que suelen estar constituidos por campanas o recintos, tuberías que desembocan en un abanico extractor, un dispositivo para limpiar el aire con el fin de reducir la contaminación y, por último, una salida de descarga al aire exterior. Es esencial evitar que el aire evacuado pase por la zona de respiración del trabajador. Aunque la instalación inicial puede ser más costosa, la ventilación para la evacuación local resulta en general más económica y más eficiente que la ventilación general porque captura los contaminantes en la fuente y requiere un volumen mucho menor de aire de evacuación para extraerlos del lugar de trabajo.

10. Exposición a sustancias tóxicas

La protección de la salud de los trabajadores contra los riesgos debidos a la contaminación del aire en el lugar de trabajo y la prevención de la contaminación del ambiente de trabajo deben incumbir a todas las personas que participan en el diseño y la organización del trabajo. La contaminación del ambiente de trabajo por contaminantes transportados por el aire está causada por sustancias tóxicas liberadas durante el proceso de trabajo en forma de polvos, gases, vapores o vahos. Los polvos que contienen sílice en el procesamiento de la piedra, los disolventes utilizados para la limpieza y el anhídrido sulfuroso o el cloro que se escapan de las tuberías son algunos ejemplos de contaminación. La exposición a sustancias tóxicas tiene efectos nocivos a corto y a largo plazo sobre el organismo humano y debe evitarse.

Primeramente, se debe procurar suprimir o eliminar el riesgo controlando las emanaciones de sustancias tóxicas en el ambiente de trabajo. En muchas situaciones esto es posible mediante medidas como la sustitución por sustancias menos peligrosas, la realización en lugares cerrados de los procesos que emiten sustancias tóxicas y la prevención de escapes en las junturas de las tuberías. En algunos casos es también práctico y factible establecer sistemas de evacuación local para eliminar los contaminantes transportados por el aire en la fuente. Tampoco se debe perder de vista la introducción de cambios en el propio proceso (como la manipulación mecánica en lugar de la manipulación manual o el pulido por el procedimiento húmedo en lugar de por el procedimiento seco).

La reducción del tiempo de exposición de los trabajadores puede ser una solución viable cuando el trabajador no tiene que estar cerca del proceso continuamente.

Cuando las medidas que se acaban de sugerir no son posibles, el último recurso debe ser la protección del trabajador mediante un equipo personal adecuado para la tarea.

Siempre que exista la posibilidad de que una sustancia tóxica contamine el ambiente de trabajo, se deben adoptar disposiciones para evaluar los niveles de exposición. Se dispone de instrumentos, equipo y métodos normalizados para detectar, extraer muestras y evaluar los contaminantes en el ambiente de trabajo. Es necesario velar por que no se superen los límites de exposición especificados mediante la aplicación de uno o más de los métodos anteriormente descritos. Los límites de exposición se deducen de experimentos con animales, datos epidemiológicos y ensayos sobre el terreno, y son determinados por las autoridades públicas, las instituciones de investigación y órganos reconocidos como el American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Esos límites se expresan en función del tiempo-promedio ponderado, los valores máximos (que no deben excederse en ningún momento) o los niveles de exposición por un breve período (STEL, es decir, la concentración máxima que no debe superarse en ningún turno durante más de quince minutos). La vigilancia periódica del ambiente de trabajo es esencial. En algunos casos es posible que sea igualmente necesario confirmar o complementar los resultados por medio de un seguimiento biológico, por ejemplo, mediante el examen de la sangre o de los fluidos corporales, o de reconocimientos médicos.

Aparte de los contaminantes atmosféricos (que penetran en el organismo humano a través de la inhalación), ciertas sustancias pueden entrar en el cuerpo por ingestión (alimentos o bebidas contaminadas con sustancias tóxicas, forma de contaminación atribuible principalmente a una práctica higiénica personal insuficiente) o por absorción a través de la piel. Los aceites minerales y los disolventes manipulados por trabajadores pueden causar dermatitis si el contacto es prolongado. Algunas sustancias químicas llegan a la sangre a través de la piel y causan disturbios sistémicos. La anilina provoca cianosis y el benceno se sabe que afecta a las células sanguíneas por absorción a través de la piel.

Los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas deben estar sometidos a exámenes médicos periódicos. Se deben mantener y revisar registros de los reconocimientos médicos para detectar cualquier cambio o deterioro en el estado de salud de los trabajadores y asegurarse de que se toman medidas eficaces para protegerlos.

11. Equipo de protección personal

Para ciertos riesgos profesionales graves, ni la prevención técnica ni las disposiciones administrativas pueden ofrecer un grado suficiente de protección. Por consiguiente, es necesario aplicar un tercer tipo de defensa, a saber, el equipo de protección personal. Este tipo de equipo está justificado en situaciones de emergencia, como un accidente grave, un escape o un incendio, o en circunstancias excepcionales como el trabajo en un lugar confinado. En los demás casos el suministro y el mantenimiento de tal equipo puede resultar costoso y algunos trabajadores es posible que se resistan a utilizarlo. Es aconsejable, por lo tanto, que representantes de la dirección y de los trabajadores examinen antes conjuntamente este asunto y recaben la opinión del comité de salud y seguridad, si lo hay.

Cuando no existe ningún otro medio eficaz de protección, la empresa debe proporcionar una cantidad suficiente de equipo de protección personal adecuado, instruir a los trabajadores sobre su utilización correcta y velar por que se utilice efectivamente. La elección del equipo se debe efectuar con ayuda de especialistas, puesto que es necesario conocer tanto lo que atañe a su eficacia como sus propiedades ergonómicas, es decir, su adaptación a las características físicas y funcionales del trabajador.

12. Ergonomía

No es posible abordar el concepto de ergonomía sin examinar adecuadamente los efectos de la higiene y la seguridad sobre la productividad. El término ergonomía abarca un campo que estos últimos años se ha ampliado extraordinariamente y que coincide con el de otras disciplinas en lo que respecta al estudio del trabajo y a sus consecuencias para los seres humanos. La ergonomía se ocupa de: a) el estudio del operario individual o del equipo de trabajo; y b) la facilitación de datos para el diseño. Los objetivos de la ergonomía son, por consiguiente, promover la **eficacia funcional**, al mismo tiempo que mantiene o mejora el

bienestar humano. Las medidas ergonómicas pueden también definirse como las que no se limitan a la simple protección de la integridad física de los trabajadores sino que procuran su bienestar mediante la creación de unas condiciones de trabajo apropiadas y la utilización más idónea de sus características físicas y de su capacidad fisiológica y psicológica. Por consiguiente, la ergonomía se centra en el ser humano. Aunque los ergonomistas siempre tienen presente a las **personas** que participan en el funcionamiento de cualquier sistema, otros profesionales pueden estar igualmente interesados en el **objeto** que se produce o utiliza (diseñadores industriales); el **método** de trabajo (profesionales del estudio del trabajo); las repercusiones en la **productividad** (ingeniero industrial) o los aspectos de **seguridad** (ingeniero especializado en cuestiones de seguridad).

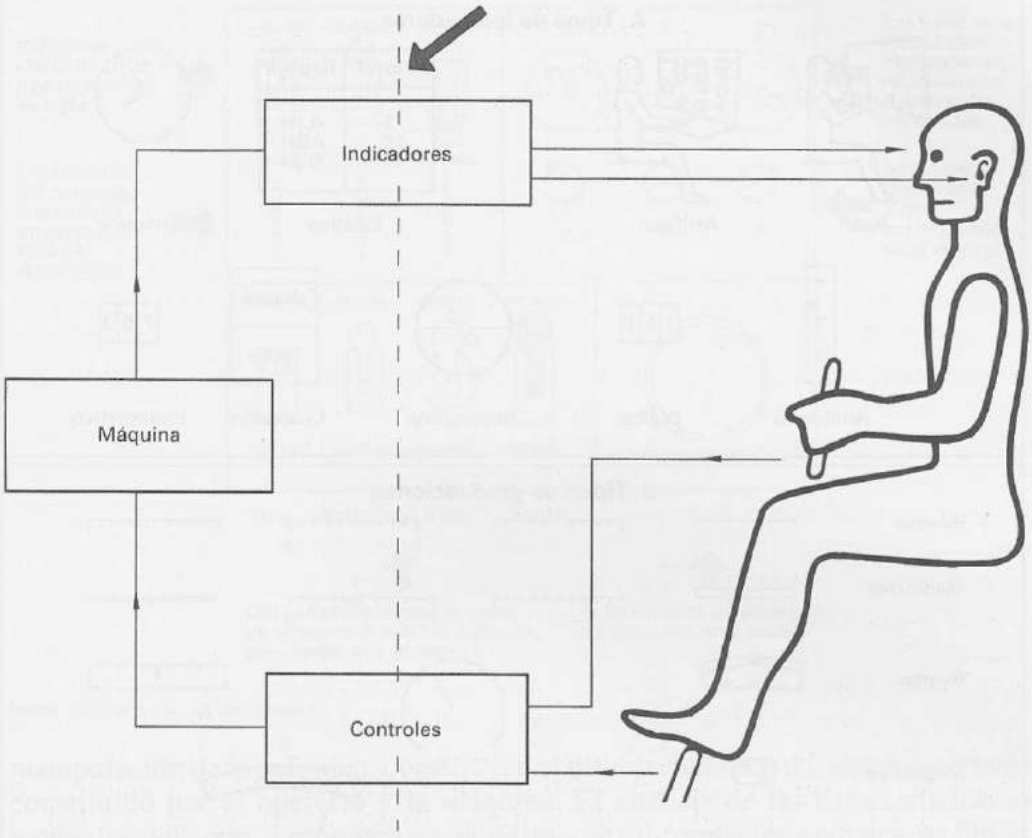
Para la ergonomía la tarea consiste, por lo tanto, en crear las condiciones más confortables para el trabajador en lo que respecta a iluminación, clima y nivel de ruido, reducir la carga física de trabajo (en particular en los ambientes cálidos), facilitar las funciones psicosensoriales relacionadas con la lectura de los dispositivos de representación de los instrumentos, facilitar el manejo de las palancas de las máquinas y los controles, mejorar la utilización de reacciones espontáneas y rutinarias, evitar esfuerzos innecesarios para recordar la información, etc.

La relación recíproca entre el operario y la máquina merece que se le preste particular atención, ya que es un aspecto importante del estudio del trabajo. La llamada «interfaz» entre el trabajador y la máquina está simbolizada en la figura 18 por una línea discontinua. Una característica destacada de cualquier máquina es la forma en que transmite información al operario. Esta información se proporciona por medio de indicadores. Existe una enorme variedad de indicadores visuales y auditivos (véase la figura 19). Muchos aspectos ergonómicos del diseño de estos dispositivos deben ser tomados en consideración por el especialista en el estudio del trabajo cuando analiza los métodos actuales de trabajo. Un elemento importante es que el objetivo principal de los indicadores es establecer una comunicación entre la máquina y el trabajador y que este proceso puede perfeccionarse o degradarse según la calidad de los indicadores elegidos. Si bien pueden proporcionar diversas formas de transmitir información, las nuevas tecnologías traen consigo nuevos problemas y plantean nuevas limitaciones en el uso de los indicadores. Para utilizar los indicadores electrónicos hacen falta directrices concretas relativas a su selección, instalación y aplicación. Singleton propone algunos principios generales con respecto a los indicadores, entre los cuales figuran los siguientes[7]:

- ☐ El diseño del indicador debe basarse en una definición clara de la tarea y en el conocimiento de la manera como lo utiliza el tipo particular de operario.
- ☐ Existen tres categorías de indicadores: gráficos, cualitativos y cuantitativos (figura 19). Los indicadores cuantitativos se utilizan únicamente cuando las cifras son esenciales para la tarea.

[7] Véase W. T. Singleton: *Introduction to ergonomics* (Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972), pág. 77.

Figura 18. Interfaz operario-máquina

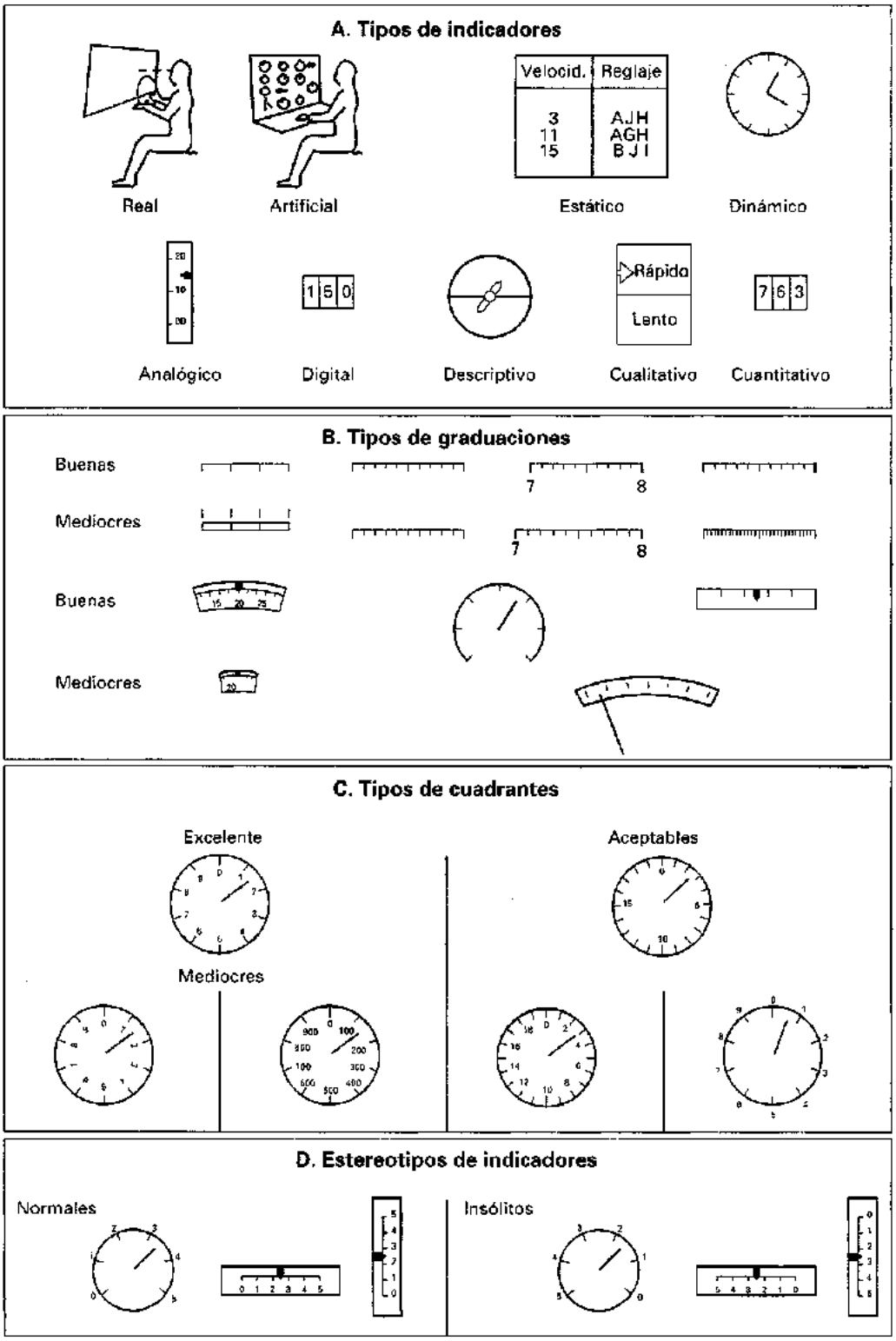


Fuente: Reproducido con autorización de W. T. Singleton: *Introduction to ergonomics* (Ginebra, OMS, 1972), pág. 87.

- ☐ En la mayor parte de los trabajos el operario recibe información de un proceso real de trabajo y de un indicador artificial que lo representa. El indicador artificial debe estar concebido de manera que sea compatible con el indicador real en términos de características esenciales y movimientos relativos.
- ☐ Cuando se ha evaluado, la información que se ha de presentar artificialmente debe distribuirse:
  - entre los tres cauces sensoriales: visual, auditivo y cinestético (percepción del movimiento); y
  - entre los indicadores dinámicos y estáticos.
- ☐ Al diseñar indicadores que requieran la máxima velocidad y una atención mínima, utilícese el cauce cinestético.
- ☐ Para atraer la máxima atención, empléese el cauce auditivo.
- ☐ Para obtener la máxima precisión y el acuerdo entre los operarios, recúrrase al cauce visual.

El otro aspecto importante de las máquinas guarda relación con la forma en que se manejan y controlan. Los controles e instrumentos que permiten la

Figura 19. Concepción ergonómica de indicadores



Fuente: Reproducido con autorización de Singleton, *op. cit.*, págs. 79-80.

Figura 20. Diseño ergonómico de controles



Fuente: Thurman y cols., *op. cit.*, figura 61.

manipulación de la máquina, constituyen el último elemento del sistema cerrado constituido por el operario y la máquina. El análisis de las características o requisitos del control proporciona asimismo una información sumamente útil al personal encargado del estudio del trabajo. Muchos errores de funcionamiento atribuidos al trabajador podrían, de hecho, deberse a un error de diseño del sistema causado por una elección inadecuada del tipo de control más idóneo en la etapa de diseño de la máquina.

La ergonomía guarda igualmente relación con la forma en que un trabajador puede controlar la marcha de las operaciones (véase la figura 20). Existen básicamente dos factores esenciales, el tiempo y el espacio: el tiempo que tarda un trabajador en controlar o reaccionar a un sistema fuera de control que podría equipararse a la pericia mecánica del trabajador; y el espacio de que se dispone para dar libertad de movimientos al ejercer el control. Los diseñadores del sistema a menudo calculan un espacio inferior al que se necesita, entre otras razones porque se puede partir de un enfoque estático al diseñar un sistema. Los especialistas en el estudio del trabajo frecuentemente se enfrentan con problemas de este tipo, en particular la falta muy frecuente de espacio disponible que obstaculiza el empleo de nuevos métodos de trabajo. Las necesidades de espacio para que un cuerpo ocupe una posición confortable y adecuada en el trabajo deben deducirse de las consideraciones antropométricas dinámicas que tienen en cuenta las variaciones en la estatura de los trabajadores[8].

[8] Para más detalles, véase Hans W. Jürgens y cols.: *International data on anthropometry*, Serie Seguridad e Higiene del Trabajo núm. 65 (Ginebra, OIT, 1990).

13. Tiempo de trabajo

La determinación del tiempo de trabajo es una consideración importante para los especialistas en el estudio del trabajo. Cualquier cálculo de la producción debe efectuarse teniendo debidamente en cuenta la duración de las operaciones y el tiempo de trabajo. El tiempo de trabajo ha pasado a ser últimamente un tema de considerable importancia e interés debido a las variaciones introducidas en los horarios normales de trabajo.

Jornada de trabajo

La extensión de la jornada de trabajo tiene suma importancia para los trabajadores y para los empleadores. Parece bastante evidente que cuando la jornada de trabajo es muy larga, una reducción de esa jornada produce sustanciales mejoras de la productividad. De hecho, el principal obstáculo a las reducciones del tiempo de trabajo en esos casos puede ser la ilusión de que los trabajadores pueden mantener un ritmo rápido de trabajo durante todo el turno. Los estudios de casos reales con controles meticulosos han mostrado casi siempre que la productividad media aumenta rápidamente al reducirse las horas excesivas. Una larga jornada de trabajo aumenta también el peligro de que se produzcan accidentes profesionales, que son costosos y causan pérdidas de productividad. Al mismo tiempo, el agotamiento debido a una larga jornada impide a los trabajadores participar en actividades no relacionadas con el trabajo y amenaza en última instancia su salud, en particular cuando el trabajo entraña una carga física o mental pesada o riesgos para la salud.

En 1962 la Conferencia Internacional del Trabajo aprobó la Recomendación sobre la reducción de la duración del trabajo (núm. 116), que promueve la reducción progresiva de las horas normales de trabajo y establece la norma de la semana de cuarenta horas. En realidad, las horas normales de trabajo se han ido reduciendo constantemente en los países industrializados y han alcanzado las treinta y cinco horas en algunos países e industrias. En muchos casos la negociación colectiva ha influido considerablemente en la legislación relativa a las horas normales de trabajo.

Horas extraordinarias

La cuestión de la reducción de los largos horarios de trabajo está directamente relacionada con los intentos de reducir las horas extraordinarias, que a su vez se basan en argumentos que se refieren a la promoción del empleo así como a razones sociales o sanitarias. La legislación varía considerablemente en lo que respecta al número de horas extraordinarias que pueden exceder de las horas normales de trabajo, y que se remuneran a una tasa superior a la de las horas normales de trabajo. La mayoría de los países tratan de reducir las horas extraordinarias al mínimo estrictamente necesario mediante el establecimiento de límites diarios, semanales, mensuales o anuales. Otras restricciones adoptan la forma de una autorización o de la presentación de informes, y la aplicación universal de una prima por las horas extraordinarias. La Recomendación de la OIT núm. 116 aconseja que se preste particular consideración a los jóvenes

menores de dieciocho años, las mujeres embarazadas y las madres lactantes, así como a los incapacitados.

Interrupciones y pausas

Actualmente se reconoce en general que las pausas para el descanso durante la jornada de trabajo evitan la acumulación de una fatiga excesiva y promueven, por consiguiente, la productividad. Aunque los últimos progresos tecnológicos han reducido, en general, la dureza de diversos tipos de trabajo físico, a menudo han aumentado la carga psicofísica del trabajo al acelerar el ritmo y al suprimir el tiempo de preparación del trabajo. Estos cambios han impuesto la necesidad de introducir pausas durante la jornada de trabajo para atenuar la fatiga y restablecer la energía física y nerviosa del trabajador. Las pausas breves y frecuentes son sumamente eficaces porque reducen la fatiga lentamente una vez que ha alcanzado niveles elevados. Durante esas pausas toda persona que realiza un trabajo físico duro debe poder suspender el trabajo, sentarse y, de ser posible, tumbarse; las personas que realizan un trabajo intelectual deben poder moverse y hasta hacer algunos ejercicios de gimnasia. Las interrupciones para las comidas o las debidas a accidentes no deben considerarse pausas. El tema de los permisos de descanso se analizará en la Cuarta parte, dedicada a la medición del trabajo.

Descanso diario y semanal

Por las mismas razones de productividad y de salud antes mencionadas, la mayoría de los países han establecido unos períodos mínimos de descanso diario y semanal. Estas constituyen dos de las formas más importantes de protección de los trabajadores. Aproximadamente las dos terceras partes de los países industrializados cuentan con disposiciones explícitas sobre períodos mínimos de descanso diario, comúnmente de once o doce horas. Las disposiciones relativas al descanso diario a menudo están vinculadas a restricciones del trabajo nocturno. Un período de descanso continuo de por lo menos veinticuatro horas – frecuentemente treinta y seis horas y a veces cuarenta y ocho horas – en cada período de siete días es un requisito establecido en la legislación de todos los países, con excepción de unos pocos.

Trabajo nocturno

Numerosos estudios han revelado que el trabajo nocturno puede ser nocivo para la salud de los trabajadores, especialmente los que se ajustan a él con dificultad. Se han puesto al descubierto dos riesgos importantes para la salud de los trabajadores que realizan turnos nocturnos: los efectos nocivos sobre el sueño y disturbios gastrointestinales y de otra índole relacionados con los cambios en los hábitos alimenticios. Además, el trabajo nocturno continuo o frecuente dificulta la participación de los trabajadores en la vida familiar y en actividades sociales. Por esta razón, en 1990 la OIT estableció dos instrumentos para la protección de los trabajadores nocturnos: el Convenio núm. 171 y la Recomendación núm. 178 sobre el trabajo nocturno. En estos instrumentos se pide que se adopten medidas concretas con respecto a los trabajadores nocturnos relativas a las horas de trabajo, los períodos de descanso, la compensación financiera, la seguridad y la salud y

los servicios sociales para proteger su salud, ayudarles a cumplir sus responsabilidades familiares y sociales, proporcionarles posibilidades para la promoción profesional e indemnizarles en la forma debida. También se prescriben disposiciones especiales relativas a las trabajadoras durante por lo menos dieciséis semanas antes y después del parto.

Los sistemas de horario flexible

Estos últimos años ha aumentado marcadamente el interés por medidas tradicionales y nuevas destinadas a programar las horas de trabajo de manera que resulten económicamente eficientes y que tengan en cuenta las diferentes necesidades y preferencias de los trabajadores individualmente considerados. Muchos factores han contribuido a ello, con inclusión de los cambios de actitud con respecto al trabajo y al ocio por parte de la población trabajadora en general, la incorporación de las mujeres al mercado de trabajo, los avances tecnológicos, el desempleo persistente, las reducciones de las horas de trabajo y la competencia internacional.

Los empleadores están particularmente interesados en ampliar las horas de funcionamiento de sus empresas más allá del horario normal de trabajo, a lo que se designa a menudo con el término de «desvinculación» o «desconexión» de las horas de trabajo con respecto a las horas de funcionamiento de la empresa. Un tiempo de funcionamiento más largo del equipo significa que los costos de capital fijo se pueden distribuir entre un mayor número de horas o unidades de producción, reduciendo de esa manera la parte representada por el capital fijo en el precio del producto acabado. Una utilización más flexible de las horas de trabajo permite también adaptar mejor el tiempo de trabajo a las fluctuaciones diarias, semanales o mensuales de la demanda.

Las actitudes de los trabajadores con respecto a los horarios flexibles son frecuentemente favorables, a condición de que a cambio se reduzcan las horas anuales de trabajo. Los sindicatos suelen hacer una clara distinción entre la flexibilidad del horario de trabajo, que puede presentar ventajas para los trabajadores, y la desregulación, a la que se oponen firmemente.

Las modalidades de los horarios de trabajo en la práctica

Las modalidades relativas a los horarios de trabajo están evolucionando muy rápidamente en la práctica. Muchas de las modalidades utilizadas pueden combinarse de manera innovadora.

Horario escalonado. Una manera sencilla de resolver alguno de los problemas de los horarios fijos consiste en escalonar las horas de llegada y de salida de los trabajadores. Este método contribuye a superar la congestión debida a las llegadas y salidas simultáneas de los trabajadores, y alarga el tiempo de explotación. El escalonamiento de los horarios es más fácil de organizar cuando diferentes partes de la empresa pueden actuar con independencia, por lo menos por períodos breves.

Horario flexible. Con arreglo a los sistemas de horario flexible, las horas de entrada y salida y la hora de la pausa para el almuerzo pueden ser decididas libremente por los empleados, a condición de que todos los empleados estén

presentes al mismo tiempo durante unas horas, que a menudo se reducen a dos aproximadamente por la mañana y dos por la tarde. A juicio de los empleados, el horario flexible contribuye a reducir la tensión resultante de las exigencias conflictivas del trabajo, la familia y la vida personal. Elimina la inquietud diaria acerca de la puntualidad, reduce el tiempo de traslado hasta el lugar de trabajo y los costos y permite una mayor participación durante el día en actividades no relacionadas con el trabajo. El horario flexible tiene también ventajas para los empleadores. Puede aumentar la productividad gracias a la mayor motivación y mejor moral de los empleados; reduce el absentismo al no tener los empleados que ocuparse de asuntos personales durante las horas de trabajo; disminuye los costos de horas extraordinarias, y además, facilita la contratación, ya que el horario flexible resulta atractivo para los posibles candidatos. Sin embargo, es posible que se planteen varios problemas de gestión con respecto a la comunicación interna y la coordinación. Puede resultar difícil disponer de una supervisión adecuada a todas las horas del día. Además, se pueden plantear problemas de dotación de personal en ciertas horas del día o de la semana. Habrá quizá también que invertir dinero en un equipo de control del tiempo.

Semana reducida de trabajo. Con arreglo al sistema de la semana reducida de trabajo, la jornada de trabajo es más larga, pero la semana más corta. Una semana de treinta y ocho horas, por ejemplo, puede trabajarse en cuatro días de nueve horas y media. Mediante la rotación de los días de trabajo, es posible alargar el tiempo de funcionamiento a una semana de cinco o seis días, sin que ningún empleado trabaje más de cuatro días a la semana, o es posible contratar trabajadores a tiempo parcial para que cubran el día o los dos días adicionales de la semana. Con unas jornadas de trabajo más largas, los empleadores ahorran gastos generales y en el tiempo de puesta en marcha. No obstante, una jornada larga de trabajo puede provocar una disminución del rendimiento en términos cualitativos y cuantitativos hacia el final del día, especialmente si el trabajo es monótono e intenso, y aumenta el peligro de accidentes. La programación de las horas extraordinarias resulta asimismo difícil con este sistema.

Trabajo por turnos. El trabajo por turnos es el medio más común de alargar las horas de explotación. Los principales tipos de sistemas de trabajo por turnos son el discontinuo (sólo un turno de mañana y uno de tarde, durante una semana de cinco o seis días), el semicontinuo (continuo durante la semana con una pausa en los fines de semana) y continuo. Para reducir el trabajo nocturno lo más posible, algunos sistemas semicontinuos eliminan el turno de noche del viernes. Unos pocos sistemas prevén turnos de mañana y de tarde más largos y turnos de noche más cortos, o aumentan en número de turnos por cada ciclo de veinticuatro horas.

Existen muchas posibilidades de organización de los sistemas de turnos continuos. El ejemplo clásico es el del sistema de tres turnos y cuatro equipos, en el que tres equipos trabajan ocho horas cada uno, mientras que el cuarto descansa, con una rotación a intervalos regulares a lo largo de un período de cuatro semanas. Con este sistema, resulta una semana media de trabajo de cuarenta y dos horas. En muchos países las horas de trabajo semanales normales son ahora muy inferiores a cuarenta y dos, y en algunos países los trabajadores por turnos continuos tienen derecho a reducciones especiales en horas; de ahí que frecuentemente se estén utilizando en la actualidad otros sistemas de turnos. Por

ejemplo, en varios países son ahora comunes los sistemas de cinco equipos. Estos dividen las ciento sesenta y ocho horas de la semana entre cinco equipos, cada uno de los cuales trabaja un turno de ocho horas según diversos sistemas de rotación. Tres equipos trabajan mientras que los otros dos descansan y, consecuentemente, la media de las horas de trabajo a lo largo del período de cinco semanas se reduce a 33,6.

La rotación de los turnos es particularmente importante en las operaciones continuas. Partiendo de la base de estudios relativamente recientes de los ritmos circadianos del cuerpo humano (que se producen aproximadamente una vez al día) y de la repercusión social de los diferentes sistemas de turnos, se suele recomendar una rotación de los turnos rápida, cada dos o tres días, y que el período más largo de descanso siga al turno nocturno.

Para los trabajadores, el trabajo en turno continuo es particularmente duro y perturbador de la vida familiar y social. Por este motivo, en muchos países se han establecido restricciones al trabajo por turno y nocturno. Además, se prevé cierta compensación. En varios países los trabajadores por turnos tienen derecho a una prima, una reducción de las horas de trabajo, días adicionales de licencia o una jubilación anticipada. Los sindicatos presionan frecuentemente para que mejoren aún más las condiciones de trabajo de los trabajadores por turnos, por ejemplo, mediante el suministro de comidas adecuadas e instalaciones para descansar durante la noche, y exigen que el número de trabajadores se reduzca a un mínimo por la noche y en los fines de semana.

Promedio de las horas de trabajo, horas anuales y sistemas conexos. Una forma innovadora de ocuparse de las fluctuaciones estacionales consiste en establecer unos sistemas de tiempo de trabajo que respeten las horas de trabajo normales convenidas como promedio, pero que exijan a los trabajadores trabajar más o menos horas en momentos determinados. Un sistema de horas anuales plenamente integrado puede incluir semanas de trabajo cortas, largas y normales unido a disposiciones relativas a la licencia anual y a las vacaciones. Mediante su programación es posible establecer semanas de vacaciones y semanas breves de trabajo en períodos de escasa demanda y dar la posibilidad de satisfacer las preferencias individuales en lo que respecta al tiempo de trabajo. Las ventajas económicas para los empleadores son sustanciales: una utilización más eficiente del tiempo de trabajo, ahorros en horas extraordinarias, un mejor servicio a los clientes, un plazo de entrega más corto, la reducción de las existencias, etc. Ese sistema tiene la ventaja adicional de utilizar a empleados permanentes. Estos suelen ser más competentes para la tarea, son más eficientes y están más motivados que los trabajadores temporales. Por otro lado, es preciso intensificar los esfuerzos en la administración del tiempo de trabajo y en la programación previa.

14. Instalaciones de bienestar social relacionadas con el trabajo

Las instalaciones de bienestar social relacionadas con el trabajo que existen en o por medio del lugar de trabajo pueden ser un factor importante para atraer, retener y motivar a los trabajadores y para prevenir o reducir la fatiga. Algunas

instalaciones o servicios son muy básicos, pero a menudo se ignoran, como el agua potable y los servicios de aseo. Otros pueden parecer menos necesarios, pero para los trabajadores son mucho más importantes que el costo que representan para la empresa[9].

Agua potable. El agua fresca y potable es esencial para todo tipo de trabajo, especialmente en un ambiente cálido. Sin ella la fatiga aumenta rápidamente y la productividad se reduce. Se debe proporcionar agua potable suficiente en puntos convenientes y en las instalaciones debe figurar claramente la indicación de «agua potable». Cuando es posible la instalación de agua corriente debe estar dotada de grifos; en caso contrario, debe mantenerse en vasijas adecuadas, y renovarse por lo menos una vez al día; han de tomarse igualmente todas las medidas prácticas necesarias para evitar la contaminación del agua y de las vasijas.

Instalaciones higiénicas. Todos los lugares de trabajo deben estar dotados de instalaciones higiénicas. Estas son particularmente importantes cuando se utilizan productos químicos u otras sustancias peligrosas. Se deben instalar en lugares adecuados instalaciones de aseo suficientes separadas para hombres y mujeres. Deben facilitarse vestuarios y roperos. En los vestuarios o cerca de ellos deben instalarse lavabos, con jabón y toallas, o duchas.

Instalaciones médicas y de primeros auxilios. Las instalaciones para prestar los primeros auxilios o cuidados médicos en el lugar de trabajo en caso de accidente o de enfermedad imprevista están directamente relacionadas con la salud y seguridad de los trabajadores. En lugares convenientes deben colocarse botiquines de primeros auxilios claramente marcados. Estos deben contener sólo lo necesario para los primeros auxilios de acuerdo con las normas prescritas y estar a cargo de una persona competente. Aparte de los botiquines, es también conveniente disponer de una camilla y de medios adecuados para transportar a las personas heridas a un centro en el que se les proporcione cuidados médicos.

Instalaciones de descanso. Las instalaciones para el descanso pueden incluir sillas, cuartos de descanso, salas de espera y cobertizos. Estas instalaciones ayudan a los trabajadores a recuperarse de la fatiga y a alejarse de un lugar de trabajo ruidoso, contaminado o aislado. Se debe proporcionar y mantener un número suficiente de sillas o bancos con respaldos adecuados, con inclusión de sillas para que los trabajadores que están obligados a trabajar de pie puedan reposar un rato. Las salas de descanso dan a los trabajadores la posibilidad de recuperarse durante las pausas para comer y descansar.

Comedores. Se admite ahora ampliamente que la salud y la capacidad de trabajo de los trabajadores dependen de una dieta adecuada y bien equilibrada. En consecuencia, se necesita algún tipo de instalación para que los trabajadores puedan comer algún refrigerio. Es necesario prever una comida completa en el lugar de trabajo cuando los trabajadores viven a cierta distancia y el horario de trabajo está organizado de manera que las pausas para comer sean breves. Una cantina, un bufé o unos carritos móviles pueden suministrar café y bebidas no

[9] Se pueden encontrar muchas ideas prácticas en J. E. Thurman y cols.: *Mayor productividad y un mejor lugar de trabajo: Guía para la acción* (Ginebra, OIT, 1988).

alcohólicas, así como comidas ligeras. Una cantina o restaurante puede dar a los trabajadores la posibilidad de adquirir una comida barata bien cocinada y nutritiva a un precio razonable y de comer en un lugar limpio y confortable alejado del lugar de trabajo.

Instalaciones para el cuidado de los niños. Muchos empleadores consideran que las madres que trabajan son trabajadoras especialmente leales y eficientes, pero que a menudo afrontan los problemas especiales del cuidado de sus hijos. Por este motivo se deben prever instalaciones para el cuidado de los niños, con inclusión de jardines de infancia y centros de atención diurna. Estos deben estar situados en locales seguros, aireados, limpios y bien iluminados. Los niños deben estar al cuidado de un personal calificado y deben recibir alimentos, bebidas, instrucción y juegos a un costo muy reducido.

Instalaciones recreativas. Las instalaciones recreativas dan a los trabajadores la posibilidad de pasar su tiempo libre en actividades que es probable aumenten su bienestar físico y mental. Pueden igualmente ayudarles a mejorar sus relaciones sociales con la empresa. Esas instalaciones pueden incluir salas de recreo y deportes en salas cubiertas o al aire libre, salas de lecturas y bibliotecas, y clubes para pasatiempos, meriendas y proyecciones cinematográficas. Se pueden igualmente organizar cursillos de enseñanza y capacitación profesional especiales.

SEGUNDA PARTE

Estudio de métodos

CAPITULO **6**

Estudio de métodos y selección de trabajos

1. Enfoque del estudio de métodos

El estudio de métodos ha sido definido ya en el capítulo 3, pero convendrá recordar aquí su definición.

> El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

Como también se ha mencionado en el capítulo 3, el enfoque básico del estudio de métodos consiste en el seguimiento de ocho etapas o pasos.

1 – *SELECCIONAR*	el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.
2 – *REGISTRAR*	por observación directa los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios.
3 – *EXAMINAR*	de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
4 – *ESTABLECER*	el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas concernidas.
5 – *EVALUAR*	las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método y el actual.
6 – *DEFINIR*	el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes pueda concernir (dirección, capataces y trabajadores).
7 – *IMPLANTAR*	el nuevo método como una práctica normal y formar a todas las personas que han de utilizarlo.
8 – *CONTROLAR*	la aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuados para evitar una vuelta al uso del método anterior.

Estas ocho etapas constituyen el desarrollo lógico que el especialista del estudio de métodos debe seguir normalmente. No obstante, en la práctica, las cosas no ocurren siempre de ese modo. Así, por ejemplo, al mensurar los resultados obtenidos con el nuevo método, puede advertirse que sus ventajas son poco importantes y que, por tanto, no vale la pena implantarlo. En este caso, es necesario recomenzar e idear otra solución.

Del mismo modo, en otros casos se podría advertir que el nuevo método plantea nuevos problemas y, por consiguiente, debe retrocederse en la secuencia de las etapas.

En los capítulos siguientes trataremos de cada uno de estos pasos o etapas. En este capítulo analizaremos la primera de ellas, la selección del trabajo.

2. Selección del trabajo para estudio

Cabe afirmar que prácticamente toda actividad efectuada en un entorno de trabajo puede ser objeto de una investigación con miras a mejorar la manera en que se realiza. Ese argumento colocaría sobre las espaldas del especialista en el estudio del trabajo una carga ilimitada, que en parte podría no resultar muy productiva. Sin embargo, concentrando la atención en algunas operaciones esenciales, un especialista en el estudio del trabajo puede conseguir resultados de gran alcance en un período relativamente breve de tiempo. Son tres los factores que se deben tener presentes al elegir una tarea:

1) consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos;
2) consideraciones técnicas;
3) consideraciones humanas.

1) **Consideraciones económicas:** constituye obviamente una pérdida de tiempo comenzar o proseguir una larga investigación si la importancia económica de un trabajo es reducida, o si no se espera que dure mucho tiempo. Es preciso hacerse siempre preguntas como las siguientes: «¿Compensará empezar un estudio de los métodos con respecto a este cometido?» o «¿Compensará continuar este estudio?».

Entre otras opciones evidentes del estudio cabe mencionar las siguientes:

A. Operaciones esenciales generadoras de beneficios o costosas, u operaciones con los máximos índices de desechos.

B. Estrangulamientos que están entorpeciendo las actividades de producción u operaciones largas que requieren mucho tiempo.

C. Actividades que entrañan un trabajo repetitivo con un gran empleo de mano de obra o actividades que es probable duren mucho tiempo.

D. Movimientos de materiales que recorren largas distancias entre los lugares de trabajo o que entrañan la utilización de una proporción relativamente grande de mano de obra o requieren una manipulación repetida del material.

Una de las técnicas más fáciles que se pueden emplear para poner al descubierto las actividades esenciales enumeradas en A *supra* es el análisis de Pareto (al que algunas veces se hace referencia como «el análisis ABC del análisis del valor»). El nombre de este análisis se deriva de un economista italiano que

Cuadro 6. Análisis de Pareto, fase 1: contribución de productos a los beneficios

Núm. de producto	Producción anual	Beneficio por unidad ($)	Beneficio total generado por el producto ($)
1	7 000	0,6	4 200
2	1 200	4	4 800
3	1 600	3	4 800
4	800	40	32 000
5	3 200	0,05	1 600
6	7 200	0,5	3 600
7	4 000	0,25	1 000
8	2 400	1	2 400
9	1 400	20	28 000
10	4 000	0,9	3 600
11	1 800	6	10 800
12	2 000	3	6 000
13	6 000	0,6	3 600
14	1 600	8	12 800
15	1 600	3	4 800
16	5 000	0,8	4 000
17	1 200	50	60 000
18	8 000	0,5	4 000
19	1 200	5	6 000
20	5 000	0,4	2 000
			200 000

advirtió que a menudo un pequeño número de partidas de un conjunto de productos representa el máximo valor. La misma observación se puede ampliar diciendo que entre todas las actividades que se realizan en una fábrica determinada, un pequeño número representa la mayor parte del costo o del beneficio, o el mayor porcentaje de desechos.

Para ilustrar este punto daremos el ejemplo siguiente:

Supongamos que una empresa produce 20 productos diferentes. Cada uno de esos productos genera cierto beneficio. Al enumerar la producción anual y la contribución al beneficio que se obtiene, los resultados son los que figuran en el cuadro 6.

La etapa siguiente consiste en reordenar esas partidas por orden descendente de importancia en función de los beneficios. El resultado sería el que aparece en el cuadro 7.

Del cuadro 7 cabe deducir que sólo tres productos, enumerados como «partidas A», representan el 60 por ciento de los beneficios. Estos son los más rentables y cualquier mejora en los métodos de producción de estos productos particulares se reflejaría marcadamente en los beneficios. Deberían constituir una prioridad para el estudio. Los productos enumerados en «B», que son siete, aportan el 25 por ciento de los beneficios. Pueden representar, por tanto, una segunda prioridad, mientras que los productos «C» vendrían en último lugar puesto que su contribución a los beneficios es mínima. El mismo tipo de análisis

Cuadro 7. Análisis de Pareto, fase 2: presentación de productos por orden descendente de su aportación a los beneficios

Núm. de producto	Beneficio total ($)	Análisis de Pareto o ABC
17	60 000	*Partidas «A»*
4	32 000	Tres productos aportan el
9	28 000	60% de los beneficios
		$120 000
14	12 800	*Partidas «B»*
11	10 800	Siete productos aportan el
12	6 000	25% de los beneficios
19	6 000	
2	4 800	
3	4 800	
15	4 800	
		50 000
1	4 200	*Partidas «C»*
16	4 000	Diez productos aportan el
18	4 000	15% de los beneficios
6	3 600	
10	3 600	
13	3 600	
8	2 400	
20	2 000	
5	1 600	
7	1 000	
		$30 000
	200 000	200 000

se puede llevar a cabo para determinar «los productos o procesos más costosos» o «los productos o procesos que producen los máximos desechos». Estos pasarían a ser una prioridad para la labor del especialista en el estudio del trabajo.

2) **Consideraciones técnicas o tecnológicas:** una de las consideraciones importantes es el deseo de la dirección de adquirir una tecnología más avanzada, sea en equipo o en procedimientos. En este sentido, es posible que la dirección desee computadorizar su trabajo de oficina o su sistema de inventarios, o introducir la automatización en las actividades de producción. Antes de adoptar esas medidas, el estudio de los métodos puede señalar las necesidades más importantes de la empresa a este respecto. Por ejemplo, si el trabajo burocrático deja mucho que desear y existen procedimientos o información en gran parte innecesarios o injustificados, la computadorización del mismo método de trabajo no mejorará mucho la eficiencia de la oficina. Una expresión común utilizada por los especialistas en sistemas de información en este caso es «la entrada de material inútil produce una salida de material inútil». Lo único que cambia en este caso como resultado de la computadorización es que la misma información innecesaria se producirá a un ritmo superior. Por otro lado, si la computadorización va precedida de un estudio de los métodos, el proceso se simplifica a priori. El tipo

de información necesaria se determina más claramente e incluso las decisiones sobre la elección del material físico y de los programas son más racionales. El estudio de los métodos actúa, por consiguiente, como una actividad de exploración antes de la introducción de una tecnología más avanzada. La introducción de nueva tecnología debería constituir, por lo tanto, un factor importante en la elección de los métodos de trabajo que se han de investigar.

3) **Consideraciones humanas:** ciertas actividades causan frecuentemente la insatisfacción de los trabajadores. Pueden provocar fatiga o monotonía o resultar poco seguras o desatinadas. El nivel de satisfacción debe apuntar a una necesidad del estudio de los métodos. Por ejemplo, una actividad que puede ser percibida como eficaz por la dirección puede crear, por otra parte, un gran resentimiento en los trabajadores. Si los especialistas en el estudio del trabajo analizan esas actividades como parte de un programa global de estudio del trabajo, las ventajas que éste aporta resultarán más patentes para los trabajadores.

Análogamente, la elección de un puesto particular para el estudio puede provocar inquietud o malestar. El consejo que se puede dar es mejor no tocarlo, por prometedor que pueda ser desde el punto de vista económico. Si se abordan otros puestos de trabajo con éxito y el consejo se puede considerar que resulta beneficioso para las personas que los ocupan, las opiniones cambiarán y será posible, con el tiempo, volver a la opción original.

3. Limitación del alcance del trabajo en estudio

Una de las primeras decisiones que ha de adoptar un especialista en el estudio del trabajo es la de definir exactamente el tipo de trabajo que se va a estudiar, fijar sus límites y señalar qué abarcará exactamente. Para dar un ejemplo, en la sección anterior utilizamos el análisis de Pareto para elegir los productos o procesos más rentables o más costosos o que originan más desechos. La siguiente cuestión lógica que se ha de decidir es la del alcance de nuestra investigación con respecto a cada producto o proceso. ¿Queremos examinar toda la secuencia de la operación que desemboca en ese producto o sólo algunas partes de ella y en este caso cuáles? ¿Sería más oportuno, por ejemplo, concentrarse únicamente en el movimiento de los materiales o de los operarios, o en la manipulación de los materiales?

Para poder adoptar con mayor facilidad esas decisiones, conviene entender cabalmente el problema que se plantea o la situación actual antes de examinar las soluciones o las mejoras. El conocimiento de la situación sea a través de la experiencia o mediante conversaciones con las diversas personas participantes proporcionará al especialista en el estudio del trabajo un indicio de los límites de su investigación, por lo menos en la etapa inicial. Una vez que se haya adoptado la decisión habrá que atenerse a ella. El especialista puede sentir la tentación de analizar con más detalle ciertas cuestiones. Es necesario resistirse a esa tentación, aunque esas indicaciones deben anotarse y abordarse por separado. En otras palabras, el especialista en el estudio del trabajo no debe dedicarse primero al pequeño cometido de un operario que puede requerir un estudio detallado de los movimientos del trabajador y producir un ahorro de unos pocos segundos por operación, a menos que el trabajo sea repetitivo. Tiene escasa utilidad juguetear

con fracciones de segundo y centímetros de movimientos cuando se está produciendo un enorme desecho de tiempo y esfuerzos como resultado de una mala disposición o de una manipulación inadecuada de los materiales pesados.

Como se verá claramente en los capítulos siguientes, la determinación de la índole del puesto de trabajo que se ha de elegir para el estudio y de su alcance predeterminarán el tipo de técnica de estudio del trabajo que se utilizará. Se podrán por ejemplo emplear ciertos tipos de diagrama para registrar la secuencia del trabajo, que podrían ser diferentes de los utilizados para registrar el movimiento de un trabajador, por ejemplo en una operación de montaje.

CAPITULO 7

Registrar, examinar e idear

1. Registrar los hechos

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a **registrar todos los hechos** relativos al método existente. El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas.

El registro constituye esencialmente una base para efectuar el análisis y el examen subsiguientes; no es un fin en sí mismo. Puede hacerse en dos etapas: primero, un croquis o un gráfico rudimentarios, para determinar si los datos reunidos son útiles; después un diagrama o un gráfico más elaborados y precisos que podrán servir para un informe o una presentación.

La forma corriente de registrar los hechos consiste en anotarlos por escrito, pero, desgraciadamente, este método no se presta para registrar las técnicas complicadas que son tan frecuentes en la industria moderna. Así es, especialmente, cuando tiene que constar fielmente cada detalle ínfimo de un proceso u operación. Para describir exactamente todo lo que se hace, incluso en un trabajo muy sencillo que tal vez se cumpla en unos minutos, probablemente se necesitarían varias páginas de escritura menuda, que requerirían atentos estudios antes de que el lector pueda tener total seguridad de que asimiló todos los detalles.

Para evitar esa dificultad se idearon otras técnicas o «instrumentos» de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados las comprendan de inmediato, aunque trabajen en fábricas o países muy distintos.

Entre tales técnicas, las más corrientes son los **gráficos** y **diagramas**, de los cuales hay varios tipos uniformes, cada uno con su respectivo propósito, que se describirán sucesivamente en este capítulo y en los siguientes. Por ahora basta con señalar que los gráficos utilizados se dividen en dos categorías:

- ☐ los que sirven para consignar una **sucesión** de hechos o acontecimientos **en el orden en que ocurren**, pero sin reproducirlos a escala;
- ☐ los que registran los **sucesos**, también en el orden en que ocurren, pero indicando su **escala en el tiempo**, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

Cuadro 8. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio de métodos

A. GRAFICOS	Que indican la SUCESION de los hechos
	Cursograma sinóptico del proceso
	Cursograma analítico del operario
	Cursograma analítico del material
	Cursograma analítico del equipo o maquinaria
	Diagrama bimanual
	Cursograma administrativo
B. GRAFICOS	Con ESCALA DE TIEMPO
	Diagrama de actividades múltiples
	Simograma
C. DIAGRAMAS	Que indican MOVIMIENTO
	Diagrama de recorrido o de circuito
	Diagrama de hilos
	Ciclograma
	Cronociclograma
	Gráfico de trayectoria

Los nombres de los diversos gráficos figuran en el cuadro 8, divididos según las dos categorías citadas y acompañados por una lista de los diagramas de uso más corriente.

Los diagramas sirven para indicar el movimiento y/o las interrelaciones de movimientos con más claridad que los gráficos. Por lo general no llevan tantas indicaciones como éstos, y sirven más bien para completarlos que para reemplazarlos.

Símbolos empleados en los cursogramas

Para hacer constar en un cursograma todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho más fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes[1] que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Constituyen, pues, una clave muy cómoda, que ahorra mucha escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza.

Las dos actividades principales de un proceso son la **operación** y la **inspección**, que se representan con los símbolos siguientes:



OPERACION

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

[1] Los símbolos utilizados en esta obra son los recomendados por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos y adoptados en BSI: *Glossary of terms used in management services*, BSI 3138 (Londres, 1991).

Se verá después que también se emplea el símbolo de la operación cuando se consigna un procedimiento, por ejemplo, un trámite corriente de oficina. Se dice que hay «operación» cuando se da o se recibe información o cuando se hacen planes o cálculos.



INSPECCION

Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.

La distinción entre esas dos actividades es evidente:

La **operación** hace avanzar al material, elemento o servicio un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma (como en el caso de una pieza que se labra) o su composición química (tratándose de un proceso químico) o bien al añadir o quitar elementos (si se hace un montaje). La operación también puede consistir en preparar cualquier actividad que favorezca la terminación del producto.

La **inspección** no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad. Si los seres humanos fueran infalibles, la mayoría de las inspecciones serían innecesarias.

Con frecuencia se precisa mayor detalle gráfico del que pueden dar esos dos símbolos, y entonces se utilizan estos otros tres:



TRANSPORTE

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

Hay **transporte**, pues, cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección. En esta obra aparecerá el símbolo del transporte siempre que se manipulen materiales para ponerlos o quitarlos de camiones, bancos, depósitos, etc.



DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA

Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

Es el caso del trabajo amontonado en el suelo del taller entre dos operaciones, de los cajones por abrir, de las piezas por colocar en sus casilleros o de las cartas por firmar.



ALMACENAMIENTO PERMANENTE

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Hay, pues, **almacenamiento permanente** cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización. La diferencia entre «almacenamiento permanente» y «depósito provisional o espera» es que, generalmente, se necesita un pedido de entrega, un vale u otra prueba de autorización para sacar los objetos dejados en almacenamiento permanente, pero no para los depositados en forma provisional.

En este libro, para abreviar, diremos sencillamente «espera» y «almacenamiento» al hablar de los respectivos casos.



Actividades combinadas. Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación e inspección. En la figura 21 se presenta un ejemplo del uso de estos símbolos.

El cursograma sinóptico del proceso

Con frecuencia es útil ver de una sola ojeada la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado, y para eso, precisamente, sirve el cursograma sinóptico.

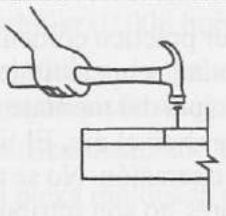
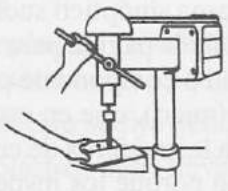
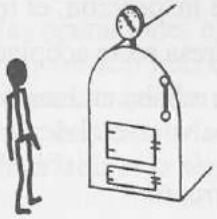
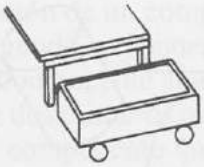
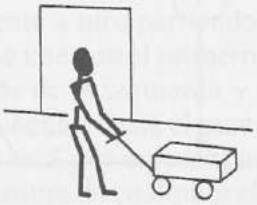
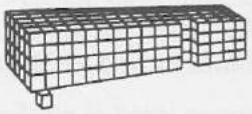
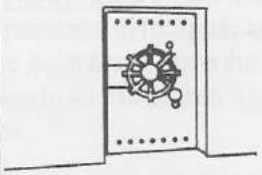
El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

Sólo se anotan, pues, las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni dónde se llevan a cabo. Para preparar ese cursograma se necesitan solamente los dos símbolos correspondientes a «operación» y a «inspección».

A la información que dan de por sí los símbolos y su sucesión se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando se conoce, el tiempo que se le fija.

Puede verse un ejemplo en la figura 23. Para mostrar más claramente los principios que se aplican, en la figura 22 se presenta un croquis del rotor de interruptor a cuyo montaje corresponde el cursograma, y a continuación de este último se enumeran las operaciones detalladamente.

Figura 21. Símbolos del estudio de métodos

Actividad	Ejemplo		
OPERACION ○	 Clavar	 Agujerear	 Mecanografiar
TRANSPORTE ⇨	 Por carro	 Por aparejo	 A mano
INSPECCION □	 Control de cantidad y/o de calidad	 Lectura de indicador	 Lectura de un documento
ESPERA D	 Material en espera de ser procesado	 Trabajador en espera de ascensor	 Documentos en espera de clasificación
Almacena-miento ▽	 Almacenamiento a granel	 Depósito de productos terminados	 Archivo

Fuente: Ralph M. Barnes: *Motion and time study* (Nueva York, © John Wiley, 7.ª ed., 1980), pág. 29. Reproducido con la autorización de John Wiley & Sons, Inc.

Ejemplo de cursograma sinóptico: montaje de un rotor de interruptor[2]

El croquis del montaje (figura 22) muestra el rotor para un interruptor de acción lenta.

Al hacer un cursograma sinóptico suele ser práctico comenzar trazando una línea vertical a la derecha de la página para anotar las operaciones e inspecciones de que sea objeto la unidad o componente principal del montaje (o compuesto, si se trata de un proceso químico), que en este caso es el eje. El tiempo fijado por pieza se indica, en horas, a la izquierda de cada operación. No se asigna un tiempo dado para cada inspección porque los inspectores no son retribuidos por tarea.

Para no recargar la figura se han omitido las notas que se añaden normalmente al lado de cada símbolo.

He aquí las operaciones e inspecciones de que es objeto el eje, que se hace con una varilla de acero de 10 mm de diámetro:

Operación 1: Cepillar, tornear, muescar y cortar en torno revólver (0,025 horas).

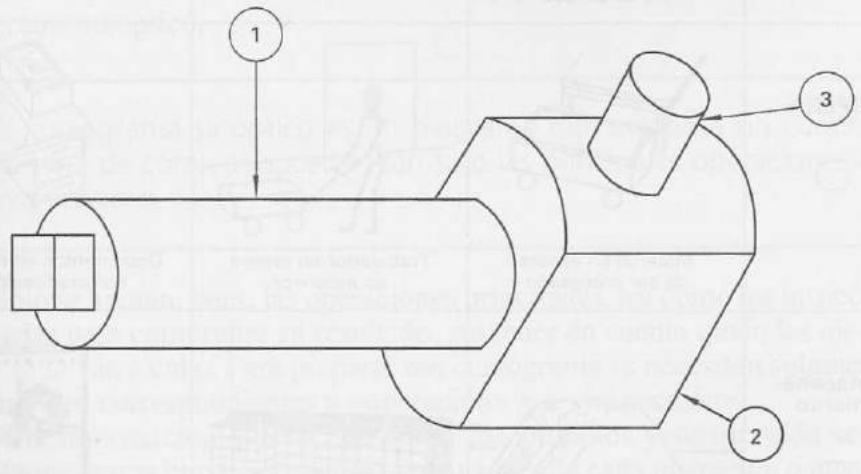
Operación 2: Cepillar el extremo opuesto en la misma máquina (0,010 horas). El trabajo pasa entonces al departamento de inspección para ser sometido a:

Inspección 1: Verificar dimensiones y acabado. (No se fija tiempo.) Del departamento de inspección, el trabajo pasa a la sección de fresado.

Operación 3: Aplicar fresa recta acoplada en fresadora horizontal (0,070 horas).

Operación 4: Eliminar rebaba en banco de desbarbado (0,020 horas). El trabajo vuelve al departamento de inspección.

Figura 22. Rotor de interruptor



Consta de un eje (1); una pieza moldeada de plástico (2); un pernete de tope (3).

[2] Este ejemplo está adaptado de W. Rodgers: *Methods engineering chart and glossary* (Nottingham – Reino Unido –, School of Management Studies Ltd.).

Inspección 2: Verificar resultado final del fresado. (No se fija tiempo.)

El trabajo pasa luego al taller de galvanoplastia.

Operación 5: Desengrasar (0,0015 horas).

Operación 6: Cadmiar (0,008 horas).

Del taller de galvanoplastia el trabajo pasa nuevamente al departamento de inspección.

Inspección 3: Verificar resultado final. (No se fija tiempo.)

La pieza moldeada de plástico debe llevar un orificio concéntrico al eje longitudinal.

Operación 7: Cepillar por ambos lados, taladrar y ajustar al diámetro deseado en torno revólver (0,080 horas).

Operación 8: Hacer un orificio transversal (para el pernete de tope) y desbarbar en taladradora de doble huso (0,022 horas).

El trabajo pasa al departamento de inspección.

Inspección 4: Verificar definitivamente dimensiones y acabado. (No se fija tiempo.)

Pasa al almacén de piezas terminadas hasta que se necesite para el montaje.

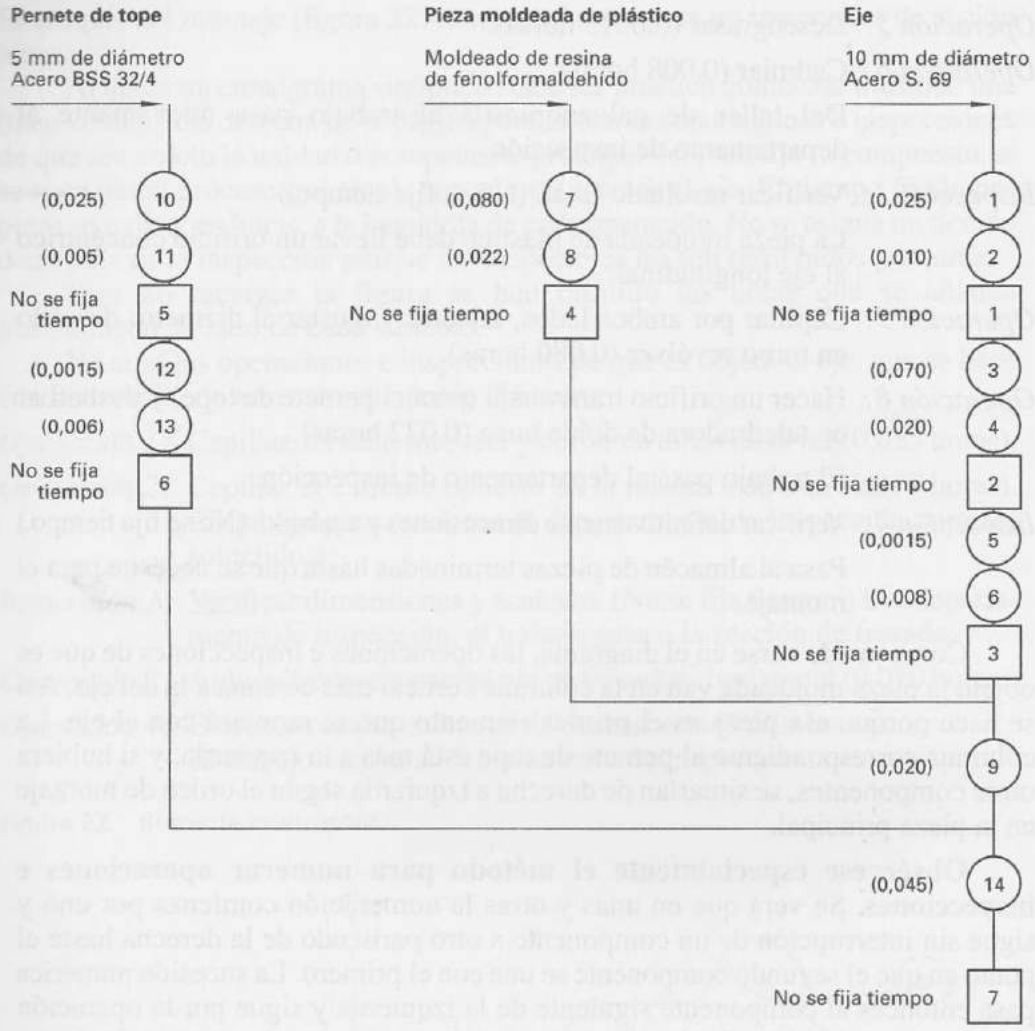
Como puede verse en el diagrama, las operaciones e inspecciones de que es objeto la pieza moldeada van en la columna vertical más cercana a la del eje. Así se hace porque esa pieza es el primer elemento que se montará con el eje. La columna correspondiente al pernete de tope está más a la izquierda, y si hubiera otros componentes, se situarían de derecha a izquierda según el orden de montaje en la pieza principal.

Obsérvese especialmente el método para numerar operaciones e inspecciones. Se verá que en unas y otras la numeración comienza por uno y sigue sin interrupción de un componente a otro partiendo de la derecha hasta el punto en que el segundo componente se une con el primero. La sucesión numérica pasa entonces al componente siguiente de la izquierda y sigue por la operación en que se unen los dos primeros componentes hasta el punto de montaje siguiente, de donde salta al componente que se está por ensamblar. En la figura 23 se ve perfectamente el trayecto. La ensambladura de cualquier elemento al componente o montaje principal se indica con una línea horizontal que va de la línea vertical de ese elemento secundario al lugar que corresponde en la sucesión de operaciones de la línea principal. (Por supuesto, es posible efectuar montajes parciales con cualquier número de componentes antes de unirlos al componente principal; en tal caso, la línea horizontal se une a la vertical adecuada, que estará a la derecha.) En la figura se ve claramente el punto en que la pieza moldeada se ensambla con el eje y al que sigue el símbolo «operación» con su número.

Operación 9: Montar la pieza moldeada en la parte pequeña del eje y taladrar de lado a lado el agujero para el pernete de tope (0,020 horas).

La pieza ensamblada está ahora para insertarle el pernete de tope, fabricado con una varilla de acero de 5 mm de diámetro de la manera siguiente:

Figura 23. Cursograma sinóptico: montaje de un rotor de interruptor



Operación 10: Tornear una espiga de 2 mm de diámetro, biselar el extremo y cortar en un torno revólver (0,025 horas).

Operación 11: Quitar las rebabas con una pulidora (0,005 horas).

El trabajo pasa luego al departamento de inspección.

Inspección 5: Verificar dimensiones y acabado. (No se fija tiempo.)

El trabajo pasa al taller de galvanoplastia.

Operación 12: Desengrasar (0,0015 horas).

Operación 13: Cadmiar (0,006 horas).

El trabajo vuelve ahora al departamento de inspección.

Inspección 6: Verificar resultado final. (No se fija tiempo.)

Pasa al almacén de piezas terminadas, de donde sale para:

Operación 14: Fijar el pernete de tope al montaje, remachándolo ligeramente para afianzarlo (0,045 horas).

Inspección 7: Verificar por última vez el montaje terminado. (No se fija tiempo.)

Vuelve luego al almacén de piezas terminadas.

En la vida real, a la derecha de cada símbolo del diagrama se habría añadido una explicación abreviada de la respectiva operación o inspección, pero en la figura 23 se omitieron esas anotaciones para que se destacara mejor el hilo conductor del diseño.

La figura 24 ilustra algunas de las convenciones que se aplican al trazar cursogramas sinópticos. En este ejemplo, el elemento secundario empalma con el principal después de la inspección 3 y es montado durante la operación 7. La pieza ensamblada pasa por dos operaciones más, la 8 y la 9, que se efectúan, cada una, cuatro veces en total, como lo indica la nota «Repetir 3 veces más». Obsérvese que la primera operación después de las repeticiones lleva el número 16, y no el 10.

Como se explicó al definir el cursograma sinóptico, éste sirve para ver de la primera ojeada las actividades de que se trata, con objeto de eliminar las innecesarias o de combinar las que puedan hacerse juntas. Por lo general no basta el grado de detalle que da esa sinopsis y hay que recurrir a lo que llamaremos cursograma analítico. En las páginas que siguen se indica en qué consiste y cómo se utiliza para mejorar los métodos de trabajo.

El cursograma analítico

Una vez trazado el cuadro general de un proceso se puede entrar en mayores detalles. La primera etapa consiste en hacer el **cursograma analítico.**

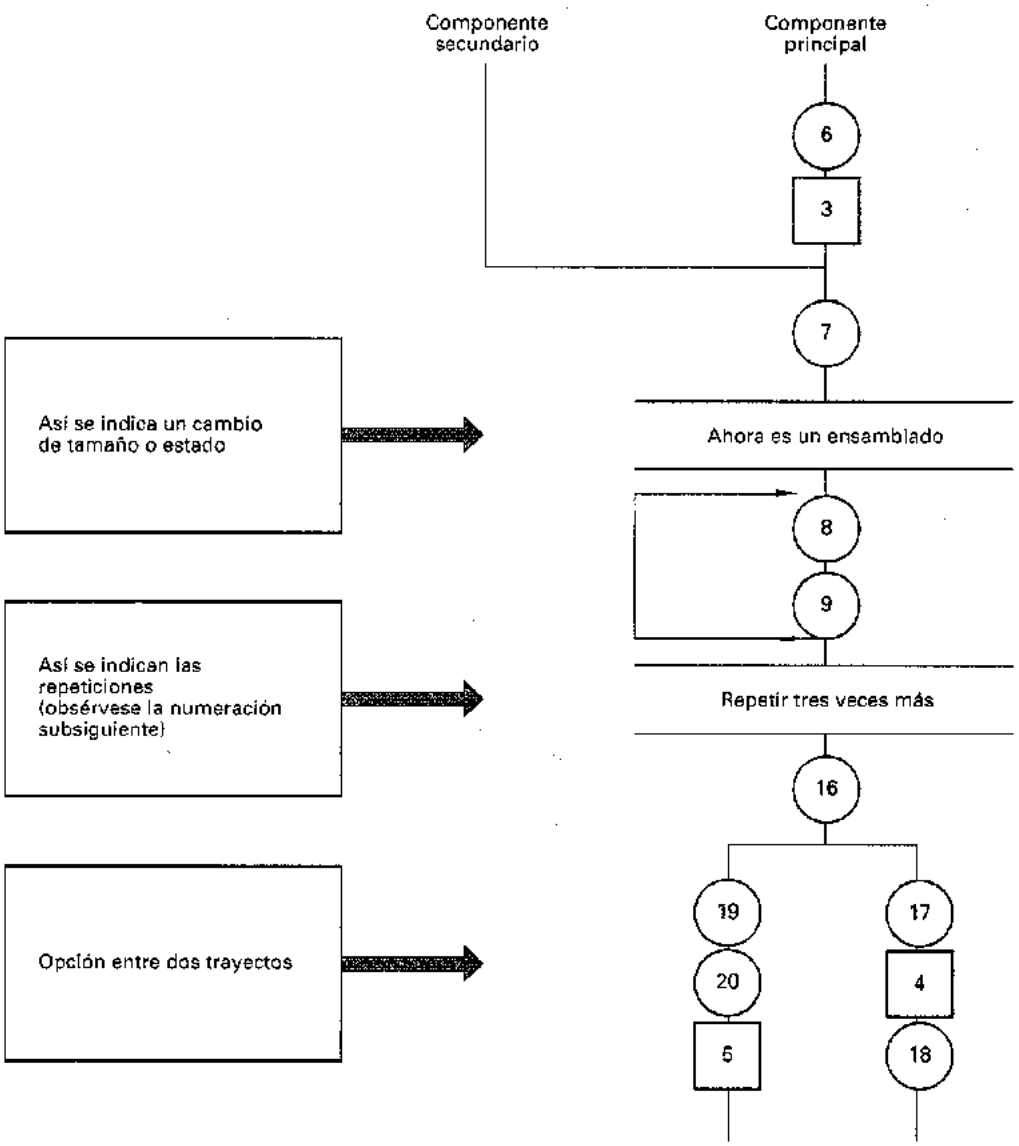
El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

- ☐ Cursograma de operario: Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- ☐ Cursograma de material: Diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.
- ☐ Cursograma de equipo: Diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de «operación» e «inspección», los de «transporte», «espera» y «almacenamiento».

Sea cual sea la base del cursograma que se establezca, siempre se utilizan los mismos símbolos y se aplican procedimientos similares. (Es preferible acostumbrarse a emplear los verbos en la voz activa cuando la base del

Figura 24. Representaciones convencionales



cursograma es el operario, y en la voz pasiva cuando la base es el material o las máquinas y herramientas. Esta distinción se explica más a fondo en el capítulo 8, sección 3.) En realidad sólo suele haber un formulario impreso único para los tres tipos, con un encabezamiento donde figura la inscripción «Operario/material/equipo», y se tachan las dos que no corresponden.

Como es mucho más detallado, el cursograma analítico no abarca, por lo general tantas operaciones por hoja como puede hacerlo el sinóptico, de modo que se acostumbra establecer un cursograma aparte para cada pieza importante de un ensamblado, a fin de poder estudiar por separado las manipulaciones, esperas y almacenamientos de que es objeto cada una. Por eso, el cursograma analítico suele consistir en una sola línea.

Puede verse en la figura 25 un ejemplo de cursograma analítico basado en el material y establecido para estudiar lo que ocurría cuando se desmontaba, desengrasaba y limpiaba un motor de autobús que debía ser inspeccionado. Se trata de un caso real tomado en un taller de una empresa de transportes de un país en desarrollo. Después de estudiar a continuación los principios en que se basa el trazado de cursogramas analíticos y las maneras de utilizarlos, examinaremos más detalladamente el citado ejemplo. Los diagramas basados en el operario se tratan en el capítulo 8.

Cuando se utilizan regularmente diagramas de esta índole resulta más práctico emplear hojas impresas o mimeografiadas como la ilustrada en la figura 26. (En esos diagramas, los cinco símbolos suelen repetirse a lo largo de toda la columna, pero en esta obra pareció preferible simplificar la presentación para darle mayor claridad.) Con ello se evita también que el especialista en estudio del trabajo omita algún dato fundamental. En la figura 26 se expone nuevamente la operación que acaba de describirse en la figura 25.

Antes de examinar todas las aplicaciones posibles del cursograma analítico como medio de mirar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados, vale la pena señalar ciertos aspectos que nunca se deben olvidar durante la preparación de los diagramas. Son importantes porque se trata del instrumento más eficaz para perfeccionar los métodos: sea cual fuere la técnica que se utilice más adelante, la preparación del diagrama es siempre el primer paso.

1) Con la representación gráfica de los hechos se obtiene una visión general de lo que sucede y se entienden más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.

2) Los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo. Aun cuando los capataces y los obreros no estén al tanto de las técnicas de registro, pueden comprender que un gráfico o diagrama con muchos símbolos de «espera» o «transporte» indica la necesidad de introducir modificaciones en los métodos de trabajo.

3) Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por **observación directa**. Una vez inscritos, puede uno despreocuparse de recordarlos, pero ahí quedan para consultarlos, o para utilizarlos como ejemplo al dar explicaciones a terceros. Los cursogramas no deberán hacerse de memoria, sino **a medida que se observa el trabajo** (salvo, evidentemente, cuando se trate de ilustrar un proyecto para el futuro). Deben confirmarse con el

Figura 25. Cursograma analítico: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor

Diagrama núm. *1* Hoja núm. *1* de *1* — Método: *Original*
Producto: *Motores de autobús* — Operario(s):
Lugar: *Taller de desengrase*
Proceso: *Desmontar, desengrasar y limpiar motores usados* — Compuesto por:
Aprobado por: — Fecha:

Distancia (metros)	Símbolo	Actividad	Tipo de actividad
	▽	*En almacén de motores usados*	
	1 ⇨	*Motor izado con grúa (eléctrica)*	*No productiva*
24	2 ⇨	*Transportado hasta grúa siguiente*	»
	3 ⇨	*Descargado en tierra*	»
	4 ⇨	*Recogido con segunda grúa (eléctrica)*	»
30	5 ⇨	*Transportado hasta taller de desmontaje*	»
	6 ⇨	*Descargado en tierra*	»
	①	*Desmontado*	*Productiva*
	②	*Principales componentes limpiados y extendidos*	»
	1 □	*Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado*	*No productiva*
3	7 ⇨	*Piezas llevadas a jaula de desengrase*	»
	8 ⇨	*Cargadas con grúa de mano para llevar a desengrasar*	»
1,5	9 ⇨	*Transportadas hasta desengrasadora*	»
	10 ⇨	*Descargadas en desengrasadora*	»
	③	*Desengrasadas*	*Productiva*
	11 ⇨	*Sacadas con grúa de desengrasadora*	*No productiva*
6	12 ⇨	*Transportadas desde desengrasadora*	»
	13 ⇨	*Descargado en tierra*	»
	1 D	*Dejadas enfriar*	»
12	14 ⇨	*Transportadas hasta bancos de limpieza*	»
	④	*Limpiadas a fondo*	*Productiva*
9	15 ⇨	*Colocadas ya limpias en una caja*	*No productiva*
	2 D	*Esperar transporte*	»
	16 ⇨	*Cargadas en un carrillo todas las piezas salvo bloque y culatas de cilindros*	»
76	17 ⇨	*Transportadas hasta departamento de inspección de motores*	»
	18 ⇨	*Descargadas y extendidas en mesa de inspección*	»
	19 ⇨	*Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo*	»
76	20 ⇨	*Transportados hasta departamento de inspección de motores*	»
	21 ⇨	*Descargados en tierra*	»
237,5	3 D	*Depositados provisionalmente en espera de inspección*	»

(Adaptación de un ejemplo real.)

Figura 26. Cursograma analítico basado en el material: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método original)

Cursograma analítico	~~Operario~~/Material/~~Equipo~~
Diagrama núm. *1* Hoja núm. *1* de *1*	Resumen
Objeto: *Motores de autobús usados*	Actividad / Actual / Propuesta / Economía
Actividad: *Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección*	Operación ○ *4* Transporte ⇨ *21* Espera D *3* Inspección □ *1* Almacenamiento ▽ *1*
Método: Actual/~~Propuesto~~	Distancia (m) *237,5*
Lugar: *Taller de desengrase*	Tiempo (min.-hombre) — / — / —
Operario(s): Ficha núm. *1234 571*	Costo —
	Mano de obra —
Compuesto: Fecha:	Material —
Aprobado por: Fecha:	Total — / — / —

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	○	⇨	D	□	▽	Observaciones
En almacén de motores usados	*1*	—	—						
Motor recogido									*Con grúa eléctrica*
Transportado hasta grúa siguiente		*24*							*Con grúa eléctrica*
Descargado en tierra									
Recogido									*Con grúa eléctrica*
Transportado hasta taller de desmontaje		*30*							*Con grúa eléctrica*
Descargado en tierra									
Desmontado									
Piezas principales limpiadas y extendidas									
Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado									
Piezas llevadas a jaula de desengrase		*3*							
Cargadas para llevar a desengrasar									
Transportadas hasta desengrasadora		*1,5*							*Con grúa de mano*
Descargadas en desengrasadora									
Desengrasadas									
Sacadas de desengrasadora									*Con grúa de mano*
Transportadas desde desengrasadora		*6*							*Con grúa de mano*
Descargadas en tierra									
Dejadas enfriar									
Transportadas hasta bancos de limpieza		*12*							*A mano*
Limpiadas a fondo									
Colocadas ya limpias en una caja		*9*							*A mano*
Esperar transporte									
Cargadas en carrillo las piezas salvo bloque y culatas de cilindros									
Transportadas hasta departamento de inspección de motores		*76*							*En carrillo*
Descargadas y extendidas en mesa de inspección									
Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo									
Transportados hasta departamento de inspección de motores		*76*							*En carrillo*
Descargados en tierra									
Depositados provisionalmente en espera de inspección									
Total		*237,5*		*4*	*21*	*3*	*1*	*1*	

(Adaptación de un ejemplo real.)

capataz los detalles registrados en el gráfico. Esta confirmación responde a dos propósitos: verificar la corrección de los datos y poner de relieve la importancia de la contribución del capataz.

4) Los cursogramas basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud, puesto que las copias se utilizarán para explicar proyectos de normalización del trabajo o de mejora de los métodos, y un diagrama chapuceado siempre hace mala impresión y puede causar errores.

5) Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberían llevar como encabezamiento espacios donde apuntar (véase figura 26):
   a) El nombre del producto, material o equipo representado, con el número del dibujo o número de clave.
   b) El trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término y si el método es el utilizado o el proyectado.
   c) El lugar en que se efectúa la operación (departamento, fábrica, local, etc.).
   d) El número de referencia del diagrama y de la hoja y el número de hojas.
   e) El nombre del observador y, en caso oportuno, el de la persona que aprueba el diagrama.
   f) La fecha del estudio.
   g) La clave de los símbolos empleados, por si acaso utilizan el diagrama posteriormente personas habituadas a símbolos distintos. Resulta práctico exponerlos como parte de un cuadro que resuma las actividades según los métodos actuales y según los propuestos (véase figura 26).
   h) Un resumen de la distancia, tiempo y, si se juzga conveniente, costo de la mano de obra y de los materiales, para poder comparar los métodos antiguos con los nuevos.

6) Antes de dar por terminado el diagrama, se debe verificar lo siguiente:
   a) ¿Se han registrado los hechos correctamente?
   b) ¿Se han hecho demasiadas suposiciones y es la investigación tan incompleta que quizá sea inexacta?
   c) ¿Se han registrado todos los hechos que constituyen el proceso?

Después de haber tratado lo relativo al registro de los hechos, corresponde ahora ver cómo se procede para **examinar con espíritu crítico** los hechos registrados.

2. Examinar con espíritu crítico: la técnica del interrogatorio

> La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Las cinco clases de actividades registradas en el diagrama pueden clasificarse en dos grandes categorías:

- ☐ aquellas en que le sucede efectivamente algo a la materia o pieza objeto del estudio, es decir, se la trabaja, traslada o examina;
- ☐ aquellas en que no se la toca y está, o bien almacenada o bien detenida en una espera.

La primera categoría puede subdividirse en tres grupos:

- ☐ **Actividades de «preparación»** para que la pieza o materia quede lista y en posición para ser trabajada. En el ejemplo de la figura 25 pertenecen a este grupo la carga y transporte del motor al taller de desengrase, su transporte a los bancos de limpieza, etc.
- ☐ **Operaciones «activas»**, que modifican la forma, composición química o condición física del producto. En el ejemplo, son las operaciones de desmontar, limpiar y desengrasar. Algunas de estas operaciones son «claves». Sin embargo, el desbarbado de una pieza fabricada constituye una operación «activa» pero no «clave», ya que no se efectuaría si no hubiera fabricación.
- ☐ **Actividades de «salida»**, como sacar el trabajo de la máquina o del taller. Lo que es «salida» para una operación puede ser «preparación» para la siguiente, como, por ejemplo, el transporte entre operaciones desde la desengrasadora hasta los bancos de limpieza. Otros ejemplos: colocar piezas en un almacén o cartas en una bandeja de «salida»; inspeccionar artículos acabados.

Como puede verse, a las actividades de «preparación» y «salida» pueden corresponder los símbolos de «transporte» e «inspección», pero las operaciones «activas» pueden representarse únicamente con el símbolo de «operación».

Es evidente que el ideal consiste en lograr la mayor proporción posible de operaciones «activas», puesto que son las únicas que hacen evolucionar el producto de su estado de materia prima al de artículo acabado. (Cuando no se trata de fábricas, son operaciones «activas» las que se ejecutan para cumplir la finalidad propia de la empresa, como vender en una tienda o escribir a máquina en una oficina.) Esas son las actividades «productivas»; todas las demás, por necesarias que sean, pueden considerarse «no productivas», entre las cuales los almacenamientos y esperas, que de hecho inmovilizan un capital cuya inversión en otra cosa podría ser provechosa.

Otra posibilidad consiste en examinar, en primer lugar, la necesidad de las operaciones «claves». Si algunas de éstas pueden eliminarse, las operaciones «activas» (pero no «claves») y las «no productivas» que están asociadas con ellas serán eliminadas automáticamente.

Las preguntas preliminares

Las preguntas se hacen en un orden bien determinado, para averiguar:

el *PROPOSITO*	con que	se emprenden las actividades
el *LUGAR*	donde	
la *SUCESION*	en que	
la *PERSONA*	por la que	
los *MEDIOS*	por los que	

con objeto de { *ELIMINAR* / *COMBINAR* / *ORDENAR DE NUEVO* / o / *SIMPLIFICAR* } dichas actividades.

En la primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

Las preguntas preliminares serán, pues:

PROPOSITO:	¿**Qué** se hace en realidad?[3] / ¿**Por qué** hay que hacerlo?	*ELIMINAR* partes innecesarias del trabajo.
LUGAR:	¿**Dónde** se hace? ¿**Por qué** se hace allí?	*COMBINAR* siempre que sea posible u *ORDENAR* de nuevo la sucesión de las operaciones para mejores obtener resultados.
SUCESION:	¿**Cuándo** se hace? ¿**Por qué** se hace en ese momento?	
PERSONA:	¿**Quién lo** hace? ¿**Por qué** lo hace esa persona?	
MEDIOS:	¿**Cómo** se hace? ¿**Por qué** se hace de ese modo?	*SIMPLIFICAR* la operación.

Las preguntas de fondo

> Las preguntas de fondo son la segunda fase del interrogatorio: prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona y/o los medios.

En esta segunda fase del interrogatorio (después de haber preguntado ya, a propósito de cada actividad registrada, qué se hace y por qué se hace), el investigador pasa a averiguar **qué** más **podría** hacerse, y por tanto, qué se **debería** hacer. En esa forma se profundizan las respuestas que se habían obtenido sobre el lugar, la sucesión, la persona y los medios.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones, es decir:

[3] Muchos investigadores aplican la pregunta: ¿Qué se obtiene en realidad?

PROPOSITO: ¿**Qué** se hace?
¿**Por qué** se hace?
¿Qué **otra cosa** podría hacerse?
¿Qué **debería** hacerse?

LUGAR: ¿**Dónde** se hace?
¿Por qué se hace **allí**?
¿En qué **otro lugar** podría hacerse?
¿Dónde **debería** hacerse?

SUCESION: ¿**Cuándo** se hace?
¿Por qué se hace **entonces**?
¿Cuándo **podría** hacerse?
¿Cuándo **debería** hacerse?

PERSONA: ¿**Quién** lo hace?
¿Por qué lo hace **esa** persona?
¿Qué **otra** persona podría hacerlo?
¿Quién **debería** hacerlo?

MEDIOS: ¿**Cómo** se hace?
¿Por qué se hace de **ese** modo?
¿De qué **otro** modo podría hacerse?
¿Cómo **debería** hacerse?

Esas preguntas, en ese orden, deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

Ejemplo: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor

Consideremos ahora cómo procedieron los especialistas en estudio del trabajo que prepararon el cursograma analítico de la figura 25 al examinar los hechos registrados con el fin de idear un método mejor. Traslademos antes dichos datos a un formulario corriente de cursograma analítico (figura 26), completándolo con la información necesaria sobre la operación, lugar, etc.

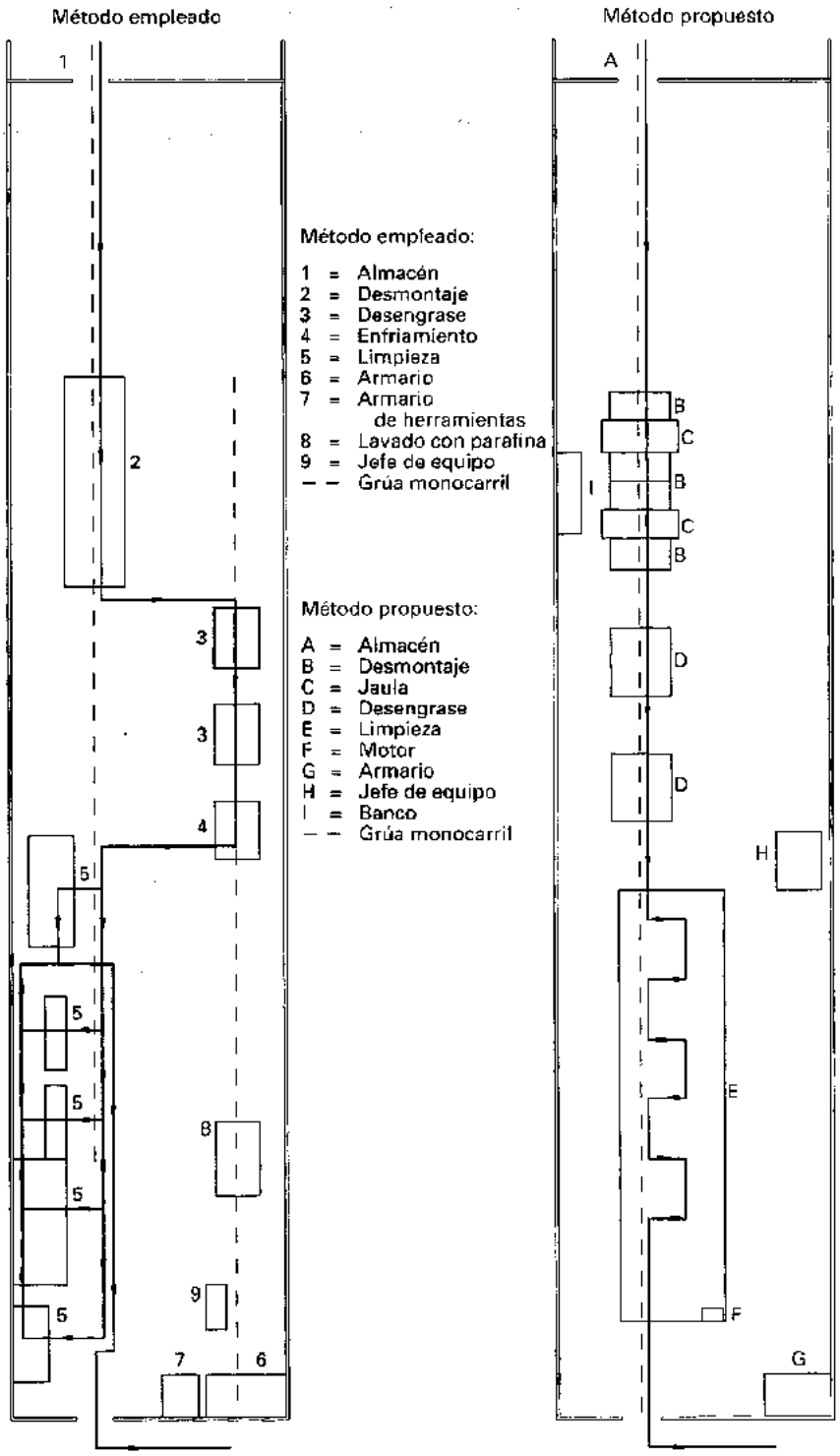
Para que el lector pueda representarse mejor la operación, en la figura 27 se da un plano del taller de desengrase con el recorrido del motor desde el almacén de motores usados hasta el departamento de inspección. Puede verse claramente que el motor y sus piezas siguen un camino innecesariamente complicado.

Al examinar el cursograma analítico se ve que hay un porcentaje muy alto de actividades «no productivas». Efectivamente, sólo hay cuatro operaciones y una inspección, mientras que se registran veintiún transportes y tres esperas. De un total de veintinueve operaciones, con exclusión del almacenamiento original, solamente cinco pueden considerarse «productivas».

El examen detallado del diagrama lleva a hacerse varias preguntas; por ejemplo, se observará que al transportar el motor desde el almacén de motores usados es preciso cambiar de grúa a mitad de camino. Apliquemos a esa parte del recorrido la técnica del interrogatorio:

P. ¿**Qué** se hace?
R. Se transporta el motor hasta el taller de desmontaje.

Figura 27. Diagrama de recorrido: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor



P. ¿**Cómo** se hace?

R. Con una grúa eléctrica. Luego se coloca el motor en tierra y otra grúa lo iza y lo transporta hasta el taller de desmontaje.

P. ¿**Por qué** se hace?

R. Porque los motores están almacenados de tal modo que no los puede recoger directamente la grúa monocarril que pasa por los almacenes y el taller de desengrase.

P. ¿Qué **otra cosa** podría hacerse?

R. Los motores podrían almacenarse de modo que la grúa monocarril pudiera llegar hasta ellos, recogerlos y llevarlos entonces directamente hasta el taller de desmontaje.

P. ¿Qué **debería** hacerse?

R. Debería seguirse la propuesta indicada.

La propuesta en cuestión fue aceptada, y de ese modo se suprimieron tres «transportes» (véase figura 28).

Continuemos con la serie de preguntas:

P. ¿**Por qué** limpiar las piezas del motor antes de desengrasarlas para limpiarlas otra vez después de quitarles la grasa?

R. Nadie recuerda por qué se implantó esa limpieza previa.

P. ¿**Por qué** se inspeccionan en esta fase piezas grasientas, cuando debe de ser difícil hacerlo debidamente y se sabe que serán examinadas nuevamente en el departamento de inspección de motores?

R. Nadie recuerda por qué se implantó esa inspección.

Es frecuente oír esas contestaciones cuando se aplica la técnica de las preguntas. Muchas veces se llevan a cabo actividades por motivos que fueron importantes en su día (como medidas transitorias para que un taller empiece a producir sin tener que esperar las instalaciones y el equipo adecuados), pero siguen en pie mucho tiempo después de haber desaparecido el motivo. Cuando no se les halle justificación, las actividades innecesarias se deben suprimir sin contemplaciones.

A continuación corresponde estudiar la colocación de las piezas en la desengrasadora. Aparentemente había que llevarlas a una distancia de 3 metros para colocarlas en la jaula de desengrase. ¿**Por qué** no poner la jaula más cerca? ¿No sería posible ir metiendo las piezas en la jaula a medida que se desmonta el motor?

Las preguntas y respuestas que anteceden bastan para comprender cómo puede aplicarse esta técnica; quizá parezcan a veces un tanto infantiles en la forma expuesta, pero no lo son cuando se suceden a ritmo acelerado, como ocurre con un investigador experto, y tampoco está de más respetar fielmente el orden en que están, para tener la seguridad de no omitir nada. Naturalmente, al empezar por la razón de ser de la operación en sí, preguntándose:

¿**Qué** se hace? y ¿**por qué** es necesario?

se evita perder el tiempo en detalles, si la operación íntegra es innecesaria o su propósito fundamental se puede conseguir de otra manera mejor.

Figura 28. Cursograma analítico basado en el material: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método perfeccionado)

Cursograma analítico	~~**Operario**~~**/Material/**~~**Equipo**~~
Diagrama núm. *2* Hoja núm. *1* de *1*	
Objeto: *Motores de autobús usados*	
Actividad: *Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección*	
Método: ~~Actual~~/Propuesto	
Lugar: *Taller de desengrase*	
Operario(s): Ficha núm. *1234 571*	
Compuesto por: Fecha:	
Aprobado por: Fecha:	

Resumen

Actividad		Actual	Propuesta	Economía
Operación	○	*4*	*3*	*1*
Transporte	⇨	*21*	*15*	*6*
Espera	D	*3*	*2*	*1*
Inspección	□	*1*	—	*1*
Almacenamiento	▽	*1*	*1*	*1*
Distancia (m)		*237,5*	*150,0*	*87,5*
Tiempo (min.-hombre)		—	—	—
Costo				
Mano de obra				
Material				
Total		—	—	—

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo ○	⇨	D	□	▽	Observaciones
Almacenamiento en local de motores usados		–	–						
Motor recogido									*Grúa*
Transportado hasta taller de desmontaje		*55*							*eléctrica*
Descargado									*monocarril*
Desmontado									
Transportado hasta jaula de desengrase		*1*							*A mano*
Colocado en jaula									*Grúa*
Transportado hasta desengrasadora		*1,5*							*Grúa*
Colocado en desengrasadora									*Grúa*
Desengrase									
Sacado de desengrasadora									*Grúa*
Transportado desde desengrasadora		*4,5*							*Grúa*
Descargado en tierra									
Dejado enfriar									
Transportado hasta bancos de limpieza		*6*							*Grúa*
Limpiadas todas las piezas									
Recogidas todas las piezas en bandejas especiales		*6*							
Esperar transporte									
Bandejas y bloque de cilindros cargados en carrillo									
Transportados hasta el departamento de inspección de motores		*76*							*En carrillo*
Bandejas deslizadas hasta bancos de inspección y bloques hasta plataforma									
Total		*150*		*3*	*15*	*2*	*–*	*1*	

(Adaptación de un ejemplo real.)

En el resumen del gráfico de la figura 28 puede verse que con el nuevo método se ha reducido considerablemente el número de actividades no productivas. La cantidad de operaciones ha disminuido de 4 a 3, por eliminación de la limpieza, que era innecesaria, y la inspección subsiguiente se ha eliminado también. Los transportes se han reducido de 21 a 15, y las distancias recorridas han pasado de 237,5 a 150 metros, o sea una economía de 37 por ciento en el desplazamiento de cada motor. Con el propósito de no complicar el ejemplo, no se han indicado los tiempos de cada actividad, pero el análisis de los dos cursogramas permite advertir que se ha hecho una gran economía de tiempo por motor.

En el ejemplo siguiente, trataremos de mostrar cómo indicar los tiempos en un cursograma de proceso que, en este caso, está combinado con un diagrama de recorrido. Como en el caso precedente, las respuestas son simples y sólo sirven para ilustrar el uso del método de preguntas. En la práctica, es poco frecuente que se llegue directamente a una respuesta correcta. En general, hay numerosas opciones que deberán examinarse antes de poder determinar cuál es la mejor de ellas.

Ejemplo del uso del diagrama de recorrido con el cursograma de proceso: recepción e inspección de piezas de avión[4]

El diagrama de recorrido de la figura 29 indica la distribución originaria de la sección de recepción en una fábrica de aviones. La línea de trazo lleno representa el trayecto que siguen las piezas, desde el punto de llegada hasta los estantes del depósito. Como puede observarse, los símbolos de las diversas actividades se han indicado en el lugar adecuado, de tal modo que el lector del diagrama puede tener en cuenta con más facilidad las operaciones efectuadas.

□ *REGISTRAR*

La operación consiste en descargar de un camión de reparto las cajas que contienen piezas de avión, empaquetadas en cartones individuales, y en verificar, inspeccionar y marcar dichas cajas antes de colocarlas en depósito. Se hace deslizar las cajas por un plano inclinado acoplado a la parte trasera del camión, y luego se las empuja hasta el lugar de desembalaje, en donde se las apila a la espera de que sean abiertas. Luego se las coloca en el suelo y se las abre. Se retira la hoja de entrega, se carga cada una de las cajas en una carretilla y se las transporta a mano hasta el banco de recepción; allí se las deposita en el suelo, junto al banco. Más tarde se desembala cada caja, se retira cada pieza de su cartón, se indica la verificación en la hoja o planilla de entrega y se la vuelve a colocar en el cartón; a su vez, se colocan los cartones en la caja y se deposita a ésta junto al otro lado del banco de recepción, en espera de ser transportada al banco de inspección. Allí, se deposita otra vez la caja en el suelo hasta el momento en que se la habrá de inspeccionar. Se desembala, inspecciona y calibra cada pieza y se la coloca en su cartón. Luego de una breve espera, se transporta la caja al banco de marcado. Allí se repite el desembalaje, numeración y embalaje de las piezas en cartones y éstos se colocan en las cajas que, luego de un momento de espera,

[4] Este ejemplo, con algunas modificaciones, proviene de *La simplification du travail* (versión en francés de un manual redactado por la North American Aviation, Inc., Texas Division) (París, Editions Hommes et Techniques, 2.ª ed., 1950).

es transportada en un carrito hasta los estantes del almacén, en donde permanece a la espera de la entrega a los talleres de montaje. El proceso completo está registrado en el cursograma analítico de la figura 30.

☐ *EXAMINAR críticamente*

La lectura del diagrama de recorrido indica inmediatamente que el camino seguido por las cajas es largo y complicado. Este hecho podría no haber sido advertido con el uso exclusivo de un cursograma analítico. En cambio, el cursograma permite registrar y resumir las diversas actividades mucho mejor que el diagrama.

Basta examinar en forma conjunta las dos hojas y utilizar el método de preguntas para advertir que numerosos aspectos requieren explicación, por ejemplo:

P. ¿**Por qué** se apilan las cajas en espera de ser desembaladas, puesto que diez minutos más tarde se las vuelve a colocar en el suelo?

R. Porque no se retiran tan pronto como se las descarga del camión.

P. ¿Qué **podría** hacerse?

R. Se podrían retirar las cajas más rápidamente.

P. ¿**Por qué** los puntos de recepción, inspección y marcado están tan alejados entre sí?

R. Porque en determinado momento así se los dispuso.

P. ¿En qué **otro lugar** se los podría instalar?

R. Se los podría agrupar en un mismo lugar.

P. ¿En dónde se los **debería** situar?

R. Se los debería agrupar en el punto de recepción actual.

P. ¿**Por qué** las cajas deben recorrer toda la planta hasta llegar al almacén?

R. Porque la puerta del almacén y el punto de llegada de las cajas están situados en las extremidades opuestas del local.

Los lectores que examinen con atención el diagrama de recorrido y el cursograma descubrirán sin duda muchas otras preguntas que podrían plantearse. Es evidente que las operaciones en conjunto dejan mucho que desear. Este es un ejemplo real de lo que sucede cuando se emprende una serie de actividades sin habérsela concebido ni organizado de forma conveniente. En todo el mundo hay ejemplos de fábricas en las que se desperdician tiempo y esfuerzos.

☐ *CONCEPCION del método perfeccionado*

En las figuras 31 y 32 se presenta gráficamente la solución adoptada por los especialistas del estudio del trabajo. Las preguntas que hemos planteado antes figuran entre las que se han formulado ya que, como puede constatarse, ahora se coloca inmediatamente sobre una carretilla cada caja descargada del camión y deslizada por el plano inclinado. Se transporta la caja directamente al lugar de desembalaje, en donde un obrero la abre y retira la planilla de entrega, sin sacarla de la carretilla. Luego se la transporta al banco de recepción, en donde, tras breve espera, se la desembala y se colocan las piezas sobre la mesa, se las cuenta y se las tilda en la planilla de entrega. Los bancos de control y de marcado están situados ahora junto al banco de recepción, de modo que las piezas puedan pasar

Figura 29. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método original)

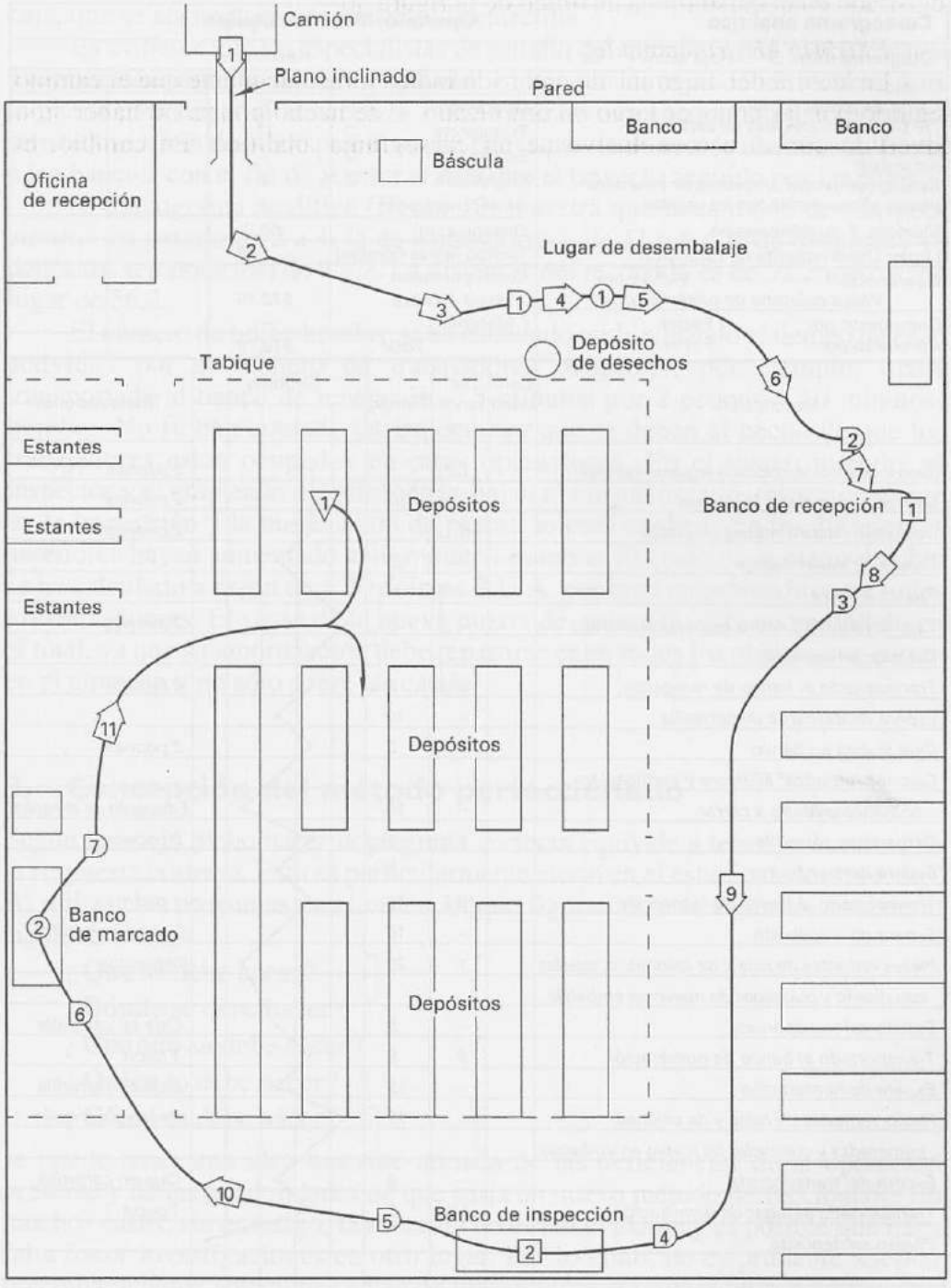


Figura 30. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método original)

Cursograma analítico	~~**Operario**~~/**Material**/~~**Equipo**~~
Diagrama núm. *3* Hoja núm. *1* de *1*	
Objeto: *Cajón de piezas BX 487* *(10 por cajón, en cajas de cartón)*	
Actividad: *Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones*	
Método: Actual/~~Propuesto~~	
Lugar: Departamento de recepción	
Operario(s): Ficha núm. *Véase columna de observaciones*	
Compuesto por: Fecha: Aprobado por: Fecha:	

Resumen

Actividad		Actual	Propuesta	Economía
Operación	○	*2*		
Transporte	⇨	*11*		
Espera	D	*7*		
Inspección	□	*2*		
Almacenamiento	▽	*1*		
Distancia (m)		*56,2*		
Tiempo (horas-hombre)		*1,96*		
Costo por cajón Mano de obra		*$10,19*		
Material		—		
Total		*$10,19*		

Descripción	Cantidad *1 caja*	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo ○	⇨	D	□	▽	Observaciones
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		*1,2*							*2 peones*
Deslizado por plano inclinado		*6*	*10*						*2 peones*
Deslizado hasta almacén y apilado		*6*							*2 peones*
Espera de desembalaje		–	*30*						
Puesto a tierra		–							
Tapa levantada y retiro de hoja de entrega		–	*5*						*2 peones*
Cargado en carretilla		*1*							
Transportado al banco de recepción		*9*	*5*						*2 peones*
Espera de descarga de carretilla		–	*10*						
Caja puesta en banco		*1*	*2*						*2 peones*
Cajones retirados: apertura y verificación									
contenido; vuelto a cerrar		–	*15*						*Empleado de almacén*
Cargado en carretilla		*1*	*2*						*2 peones*
Espera del transporte		–	*5*						
Transportado al banco de inspección		*16,5*	*10*						*1 peón*
Espera de inspección		–	*10*						*Caja en carretilla*
Piezas retiradas de caja y de cajones: cotejadas		*1*	*20*						*Inspector*
con diseño y colocadas de nuevo en embalaje									
Espera del transportista		–	*5*						*Caja en carretilla*
Transportado al banco de numeración		*9*	*5*						*1 peón*
Espera de numeración		–	*15*						*Caja en carretilla*
Piezas retiradas de cajas y de cajones,		–	*15*						*Peón de almacén*
numeradas y colocadas de nuevo en embalaje									
Espera del transportista		–	*5*						*Caja en carretilla*
Transportado al lugar de distribución		*4,5*	*5*						*1 peón*
Puesto en depósito									
Total		*56,2*	*174*	*2*	*11*	*7*	*2*	*1*	

por las operaciones sucesivas de control, calibrado y numeración. A continuación, se las vuelve a colocar en sus respectivos cartones y a éstos se los deposita en la caja, que se encuentra siempre sobre la carretilla.

Es evidente que los especialistas de estudio del trabajo se han visto llevados a formular la pregunta que hemos citado: «¿Por qué las cajas deben recorrer toda la planta para llegar al almacén?» Puesto que no han encontrado una respuesta satisfactoria, han decidido practicar una nueva puerta de acceso al almacén, frente a los bancos, con el fin de acortar al máximo el trayecto seguido por las cajas.

El cursograma analítico (figura 32) muestra que la cantidad de «inspecciones» ha pasado de 2 a 1, la de «transportes» de 11 a 6 y la de «esperas» (o depósitos temporarios) de 7 a 2. La distancia del recorrido es de 32,2 metros, en lugar de 56,2.

El número de horas-hombre se ha calculado multiplicando el tiempo de cada actividad por el número de trabajadores ocupados; por ejemplo, «caja transportada al banco de recepción»: 5 minutos por 2 peones = 10 minutos-hombre. No se han contado las esperas, ya que se deben al hecho de que los trabajadores están ocupados en otras operaciones. En el nuevo método, el inspector y el empleado del almacén trabajan al mismo tiempo, respectivamente en la inspección y la numeración de piezas, lo cual explica que los 20 minutos anteriores hayan aumentado a 40 minutos-hombre. El costo de la mano de obra se ha calculado a razón de 5,20 dólares E.U.A. por hora en promedio para todos los trabajadores. El costo de la nueva puerta de acceso no está comprendido en el total, ya que su amortización debe repartirse entre todos los objetos que entran en el almacén y no sólo sobre las cajas.

3. Concepción del método perfeccionado

Según un viejo dicho hacer la pregunta correcta equivale a tener ya la mitad de la respuesta correcta. Esto es particularmente cierto en el estudio de los métodos. Al utilizar las preguntas en el orden en que figuran en este capítulo, a saber, el siguiente:

¿**Qué** se debe hacer?
¿**Dónde** se debe hacer?
¿**Cuándo** se debe hacer?
¿**Quién** lo debe hacer?
¿**Cómo** se debe hacer?

se puede tener una idea bastante atinada de las deficiencias de la operación presente y de las posibilidades de que surja un nuevo método perfeccionado. En muchos casos, sin embargo, la solución no es tan evidente y es posible que haga falta hacer investigaciones en otro lugar. Por lo tanto, no es prudente adoptar precipitadamente soluciones antes de investigar esas otras esferas conexas. Por ejemplo, una simplificación del diseño del producto o la utilización adecuada de las materias primas puede ahorrar considerable tiempo en las operaciones. Otras cuestiones relacionadas con la disposición o con la manipulación apropiada de los materiales pueden producir igualmente el mismo efecto. Por este motivo, los

Figura 31. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado)

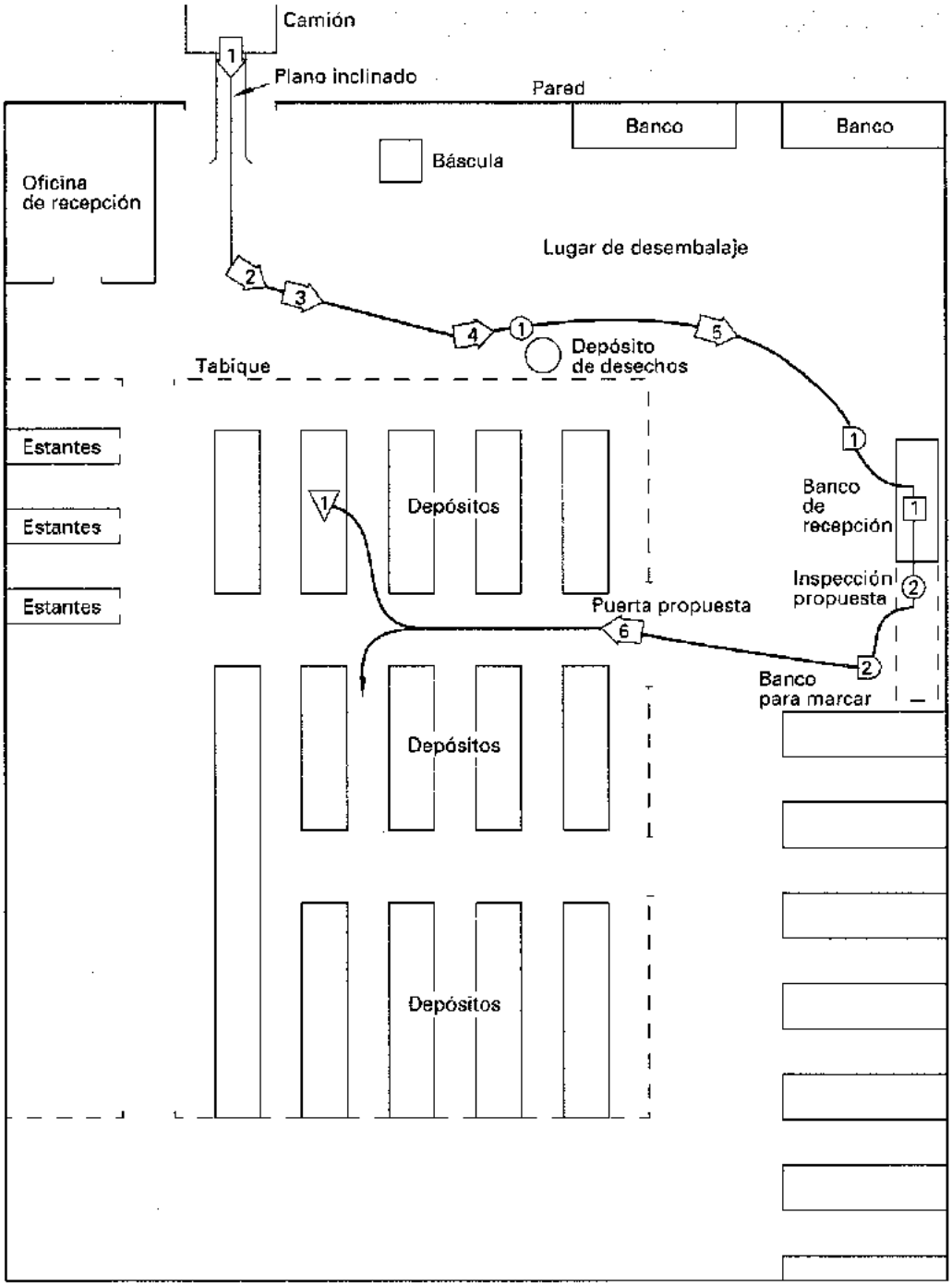


Figura 32. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado)

Cursograma analítico	~~Operario~~/Material/~~Equipo~~
Diagrama núm *4* Hoja núm. *1* de *1*	
Objeto: *Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)*	
Actividad: *Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones*	
Método: ~~Actual~~/Propuesto	
Lugar: *Departamento de recepción*	
Operario(s): Ficha núm. *Véase columna de observaciones*	
Compuesto por: Fecha:	
Aprobado por: Fecha:	

Resumen				
Actividad		Actual	Propuesta	Economía
Operación	○	*2*	*2*	–
Transporte	⇨	*11*	*6*	*5*
Espera	D	*7*	*2*	*5*
Inspección	□	*2*	*1*	*1*
Almacenamiento	▽	*1*	*1*	–
Distancia (m)		*56,2*	*32,2*	*24*
Tiempo (horas-hombre)		*1,96*	*1,16*	*0,80*
Costo por cajón				
Mano de obra		*$10,19*	*$6,03*	*$4,16*
Material		–	–	–
Total		*$10,19*	*$6,03*	*$4,16*

Descripción	Cantidad *1 caja*	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo ○	⇨	D	□	▽	Observaciones
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		*1,2*							*2 peones*
Deslizado por plano inclinado		*6*	*5*						*2 peones*
Colocado en carretilla		*1*							*2 peones*
Acarreado hasta lugar de desembalaje		*6*	*5*						*1 peón*
Destapado		–	*5*						*1 peón*
Acarreado hasta banco de recepción		*9*	*5*						*1 peón*
Espera hasta descarga		–	*5*						
Cajas cartón extraídas y abiertas:									
colocadas sobre banco,		–	*20*						*Inspector*
contadas y cotejadas con diseño									
Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón									*Peón de almacén*
Espera del carretillero		–	*5*						
Cajón llevado al lugar de distribución		*9*	*5*						*1 peón*
Puesto en depósito		–	–						
Total		*32,2*	*55*	*2*	*6*	*2*	*1*	*1*	

especialistas en el estudio del trabajo deben conocer todo el conjunto de técnicas disponibles para crear un nuevo método perfeccionado. A estas cuestiones se hace referencia en la tercera parte de este libro.

Con el tiempo, y con la práctica en el empleo de la técnica del cuestionario, el especialista en el estudio del trabajo adopta una actitud inquisitiva en busca constante de la eficiencia.

Una vez concluida la fase de creación de un nuevo método, se registra en un diagrama correspondiente. En nuestros dos ejemplos anteriores esta figura adoptaría la forma de un cursograma analítico, para que se pueda comparar con el método original y verificar con el fin de asegurarse de que no se ha omitido nada. Esto permitirá incorporar entradas al «resumen» del número total de actividades que se realizan con ambos métodos, los ahorros de distancia y tiempo que cabe esperar conseguir con el cambio y los posibles ahorros de costos resultantes (figuras 28 y 32).

CAPITULO **8**

Desplazamiento de los trabajadores en la zona de trabajo

1. Desplazamiento de los trabajadores y del material

Hay muchas clases de actividades, en la industria, el comercio e incluso el hogar, en que los trabajadores se desplazan a intervalos irregulares entre varios puntos de la zona de trabajo, con o sin material. En las industrias manufactureras suelen moverse cuando:

- ☐ introducen o retiran material a granel de un proceso continuo y lo depositan a proximidad;
- ☐ uno de ellos atiende varias máquinas;
- ☐ llevan material hasta las máquinas o a los lugares de trabajo o retiran objetos trabajados.

Además de esos desplazamientos en las fábricas, puede haberlos, por ejemplo, en:

- ☐ tiendas y almacenes donde se ponen o se sacan de estantes o depósitos materiales de todas clases;
- ☐ cocinas de restaurantes y cantinas cuando se preparan las comidas;
- ☐ laboratorios de control donde se realizan ensayos a intervalos frecuentes.

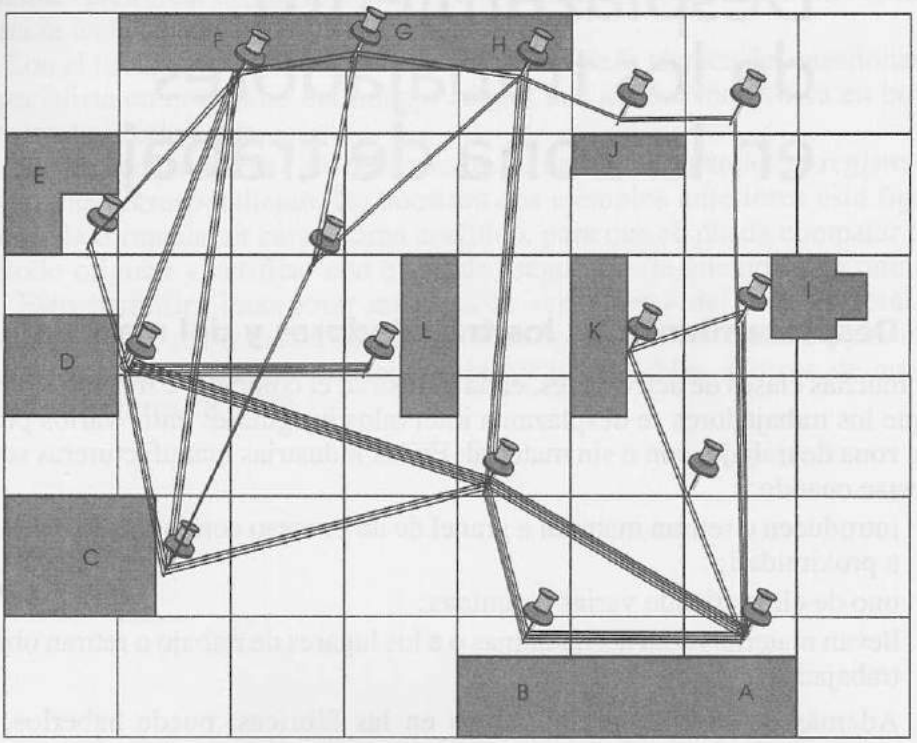
2. Diagrama de hilos

Para registrar y examinar este género de actividades se utiliza el diagrama de hilos, una de las técnicas más sencillas, pero más eficaces, del estudio de métodos.

> El diagrama de hilos es un plano o modelo a escala en que se sigue y mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos.

El diagrama de hilos (figura 33) es un diagrama de recorrido especial, que sirve para medir las distancias con ayuda de un hilo. Por eso tiene que estar dibujado exactamente a escala, y no como el diagrama de recorrido común, que puede ser aproximado con tal que lleve anotadas las distancias que interesan. El diagrama de hilos se empieza en la misma forma que todos los demás estudios de métodos: registrando todos los hechos pertinentes a partir de observaciones

Figura 33. Diagrama de hilos



de primera mano. Al igual que el diagrama de recorrido, se utiliza las más de las veces para completar un cursograma, de modo que los dos juntos den la idea más clara posible de lo que se está haciendo en realidad. Como siempre, el cursograma se examinará con espíritu crítico para cerciorarse de que se suprimieron todas las actividades innecesarias antes de idear un nuevo método.

Se puede emplear el diagrama de hilos para seguir los movimientos de materias u objetos, y a veces se lo emplea con ese fin, sobre todo si un especialista en estudio del trabajo quiere averiguar fácilmente cuánta distancia recorren las cosas. Por ejemplo, se hubieran podido hacer diagramas de hilos para los diversos ejemplos del capítulo anterior, pero no se precisaban porque el diagrama de recorrido común bastaba para dar todos los datos necesarios y, en los casos ilustrados, era más fácil de dibujar. Lo corriente, sin embargo, es que el diagrama de hilos se utilice para establecer los movimientos de trabajadores, y ésa es la aplicación que estudiaremos en los ejemplos del presente capítulo.

El especialista en estudio del trabajo va siguiendo al operario objeto del examen a medida que va y viene con motivo de su trabajo. (Si la zona en que se desplaza es relativamente reducida y se puede abarcar con la mirada desde un punto fijo, no hay necesidad de seguirlo.) El especialista anota metódicamente todos los puntos a los que va el trabajador, y cuando el trecho es relativamente largo, también la hora de salida y de llegada. Se ahorrará muchas anotaciones si emplea números, letras, etc., para designar las máquinas, depósitos u otros puntos del recorrido.

Figura 34. Hoja de análisis de los movimientos del operario

Hoja de análisis de movimientos

Diagrama núm. *1* Hoja núm. *1* de *2*	Operario(s):
Operación: *Transportar baldosas desde*	
inspección hasta depósitos y descargarlas	Compuesto por:
	Fecha:
Sitio: Almacén de baldosas	Referencia: *Diagrama de hilos 1 y 2*

1 Hora partida	2 Hora llegada	3 Tiempo transcurrido	4 Traslado a	5 Notas
			Banco de inspección (I)	
			a depósito 4	
			I 13	
			I 5	
			I 32	
			I 18	

El tipo de hoja de observaciones que se necesita es muy sencillo; la figura 34 contiene un modelo con los epígrafes necesarios. Si hacen falta más hojas, bastará con que tengan las columnas 1 a 5, sin el encabezamiento.

El especialista en estudio del trabajo seguirá anotando mientras lo estime necesario para obtener un cuadro representativo de los movimientos del trabajador, cosa que puede exigir unas horas, un día o incluso más. Tendrá que estar seguro de haber registrado **todos** los desplazamientos del operario y de haberlos visto hacer suficientes veces como para estar seguro de su frecuencia relativa. En caso contrario puede formarse una idea equivocada, puesto que quizá haya observado al trabajador únicamente durante una parte del ciclo completo de actividades, cuando recorría sólo algunos de sus trayectos habituales. Es posible que después no los haga más y utilice mucho, en cambio, otros caminos. Una vez que el especialista crea que llegó a un cuadro fiel, verificará con el obrero si no pasó por alto algún movimiento corriente, y entonces sí podrá establecer el diagrama de hilos.

Deberá hacerse un plano a escala de la zona de trabajo semejante al del diagrama de recorrido (puede utilizarse el mismo plano con tal que esté dibujado a escala). Se dibujarán también a escala las máquinas, bancos, depósitos y todos los puntos del recorrido, así como las puertas, columnas y tabiques que influyan

en el trayecto seguido. Una vez terminado, el plano se fija en una madera blanda o en un tablero y se hincan alfileres firmemente en cada punto de parada, de modo que la cabeza sobresalga más o menos 1 cm. También se fijan alfileres en todos los puntos de cambio de dirección. Se toma un hilo de longitud conocida y se ata al alfiler que señala el punto de partida del trayecto (banco de inspección I en la figura 33). Luego se pasa el hilo por los alfileres que marcan los demás puntos del recorrido, siguiendo el orden de la hoja de registro, hasta que estén representados todos los movimientos.

De esa forma se obtiene el cuadro de los movimientos del operario, que lleva más hilos en los trechos donde más veces transitó, como puede verse en la figura 33.

En este ejemplo se ve que ciertos trayectos, sobre todo entre A y D, A y H y D y L, se recorren con mayor frecuencia que otros. Como la mayoría de esos puntos están bastante lejos unos de otros, el diagrama nos indica que conviene efectuar un análisis crítico para acercar entre ellos los correspondientes lugares de trabajo.

Como se recordará, el hilo se había medido antes de hacer el diagrama; si medimos ahora el que sobró y lo restamos del total, sabremos cuánto se utilizó. Esa es, a escala, la distancia recorrida por el trabajador. Si se observa a dos o más operarios en la misma zona de trabajo, es conveniente usar hilos de diferente color para distinguirlos.

Ahora se puede pasar a **examinar** el diagrama y a **idear** la nueva disposición, como se hizo con el diagrama de recorrido, utilizando plantillas y probando diversas maneras de colocar tanto las plantillas como los alfileres hasta encontrar la disposición que permite hacer las mismas operaciones con el mínimo de recorrido. Para averiguar si es así, se pasa el hilo por los alfileres colocados en la nueva disposición, pero partiendo del mismo punto y siguiendo el mismo orden que antes, y al final se mide cuánto hilo sobró. La diferencia entre lo que sobró la primera vez y lo que sobra ahora representa la reducción del recorrido obtenida con la mejora de la disposición. Quizá sea necesario repetir varias veces la prueba antes de acertar con la disposición que más acorta el trayecto (o sea, con la que menos hilo se usa).

El diagrama de hilos es de gran ayuda para explicar a los directores, gerentes, jefes intermedios y trabajadores los cambios propuestos. Si se hacen dos diagramas, uno con la disposición original y otro con la perfeccionada, el contraste será tan patente, sobre todo si se utilizan hilos de colores vivos, que no será difícil convencer a todos de las ventajas del cambio. A los obreros, en particular, les interesará el resultado de esos estudios para enterarse de la distancia que tienen que andar, y es sabido que a todos nos atrae la perspectiva de un trabajo más aliviado.

El ejemplo siguiente expone esta técnica aplicada a los movimientos de los trabajadores que llevan baldosas de la inspección al depósito.

Ejemplo de diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas después de su inspección

☐ *REGISTRAR*

En la operación que se analiza en este ejemplo se descargan baldosas no vidriadas que vienen del horno en vagonetas y se depositan en el banco para ser examinadas. Después de la inspección se colocan en plataformas según su clase y tamaño. Así cargadas en las plataformas, éstas se transportan en elevadoras de horquilla hasta los depósitos de hormigón, donde quedan hasta que pasen al vidriado. La figura 35 muestra la disposición original del almacén.

Se decidió hacer un estudio utilizando el diagrama de hilos para determinar si la disposición existente, que parecía lógica, era efectivamente la que necesitaba menos transporte. Se efectuaron observaciones con las baldosas traídas en varias cargas, ya que se habían juntado tipos de baldosas algo diferentes en cada vagoneta, aunque predominaban de lejos las corrientes de 10 × 10 y de 15 × 15 cm.

Para anotar la información se utilizó un formulario como el de la figura 39, que sólo se reproduce parcialmente porque es evidente lo que se quería anotar. (Los números de los depósitos son los que se indican en la figura 35.)

Como puede verse, en este caso no se anotaron los tiempos. Es más útil anotarlos cuando se trata de distancias grandes, como en el acarreo entre los departamentos de una fábrica.

Se estableció entonces el diagrama de hilos del modo expuesto en la figura 35: la anchura de la franja sombreada indica el número de veces que el hilo pasa entre dos puntos y, por consiguiente, el relativo tránsito entre ellos.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

Con sólo mirar el diagrama se ve que el tránsito llega al máximo por las hileras de depósitos para baldosas de 10 × 10 y de 15 × 15 cm: los obreros descargan las baldosas en los depósitos que encuentran vacíos, puesto que constantemente se sacan baldosas para llevarlas a vidriar. Por tanto, tratándose de las baldosas más corrientes, el movimiento se produce en cualquiera de los dos sentidos: para arriba o para abajo de las hileras.

También es evidente que cuando se trata de baldosas especiales, que se usan para fines decorativos y en cantidades más reducidas, el movimiento es escaso; los inspectores las colocan por lo general en una sola vagoneta que las distribuye por varios depósitos en un solo viaje. Los demás modelos se reparten con viajes más o menos iguales entre sí.

☐ *IDEAR la nueva disposición*

Lo primero que debe hacerse al determinar la nueva disposición es situar los depósitos de las baldosas que más se manipulan lo más cerca posible del banco de inspección, y los de las baldosas especiales lo más lejos posible. Claro está que ya no habrá una clasificación tan ordenada y que será más difícil, por algún tiempo, localizar tal o cual serie de baldosas, pero los depósitos están separados por tabiques de hormigón de 1 metro de altura, donde se pueden colocar letreros que se vean desde lejos, y los obreros pronto se familiarizarán con la nueva disposición. Después de probar varias disposiciones, se comprobó que la expuesta en la figura 36 era la que ahorraba más tiempo de transporte. La distancia recorrida se redujo de 520 a 340 metros, o sea una economía del 35 por ciento.

Figura 35. Diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas (método original)

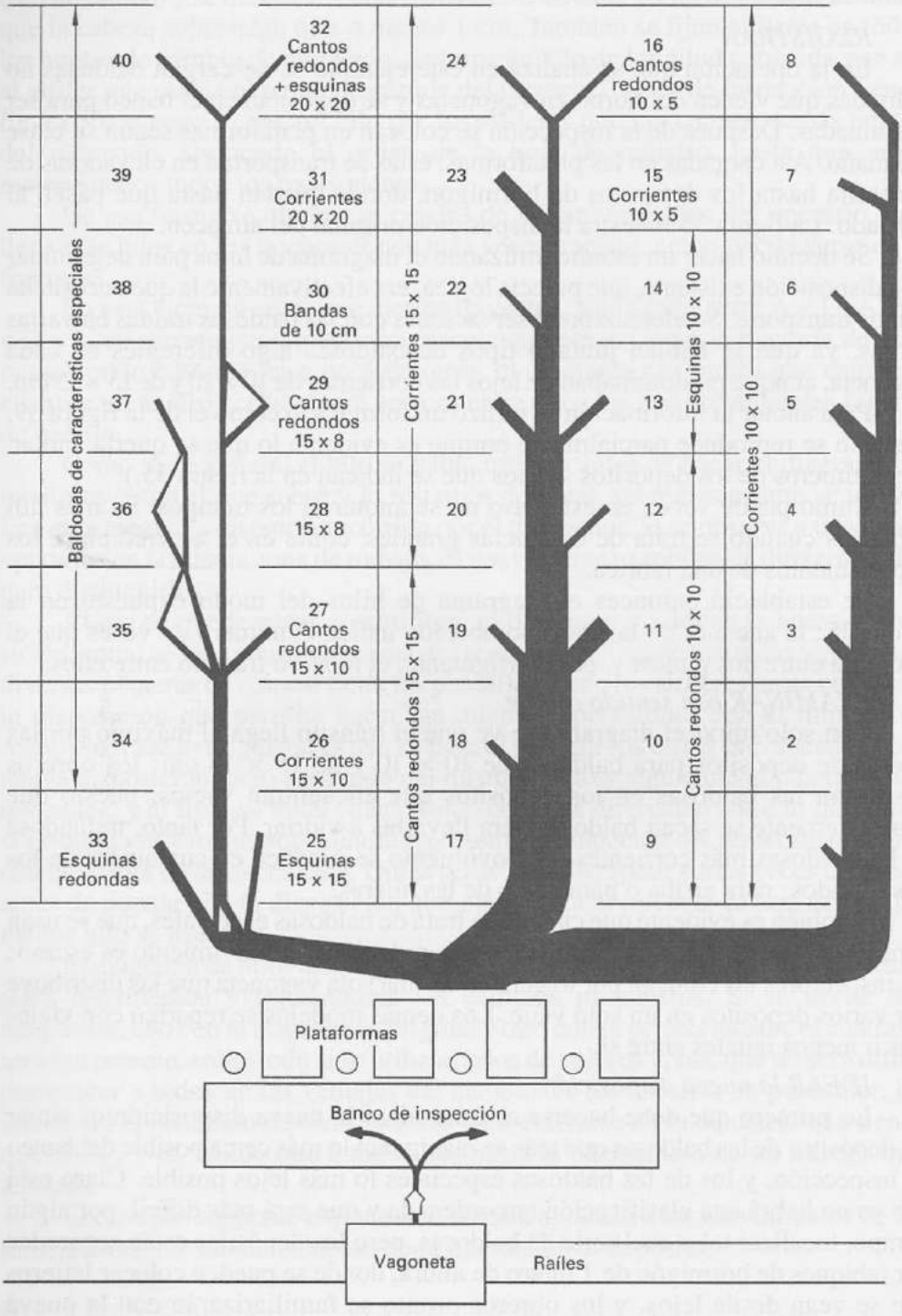
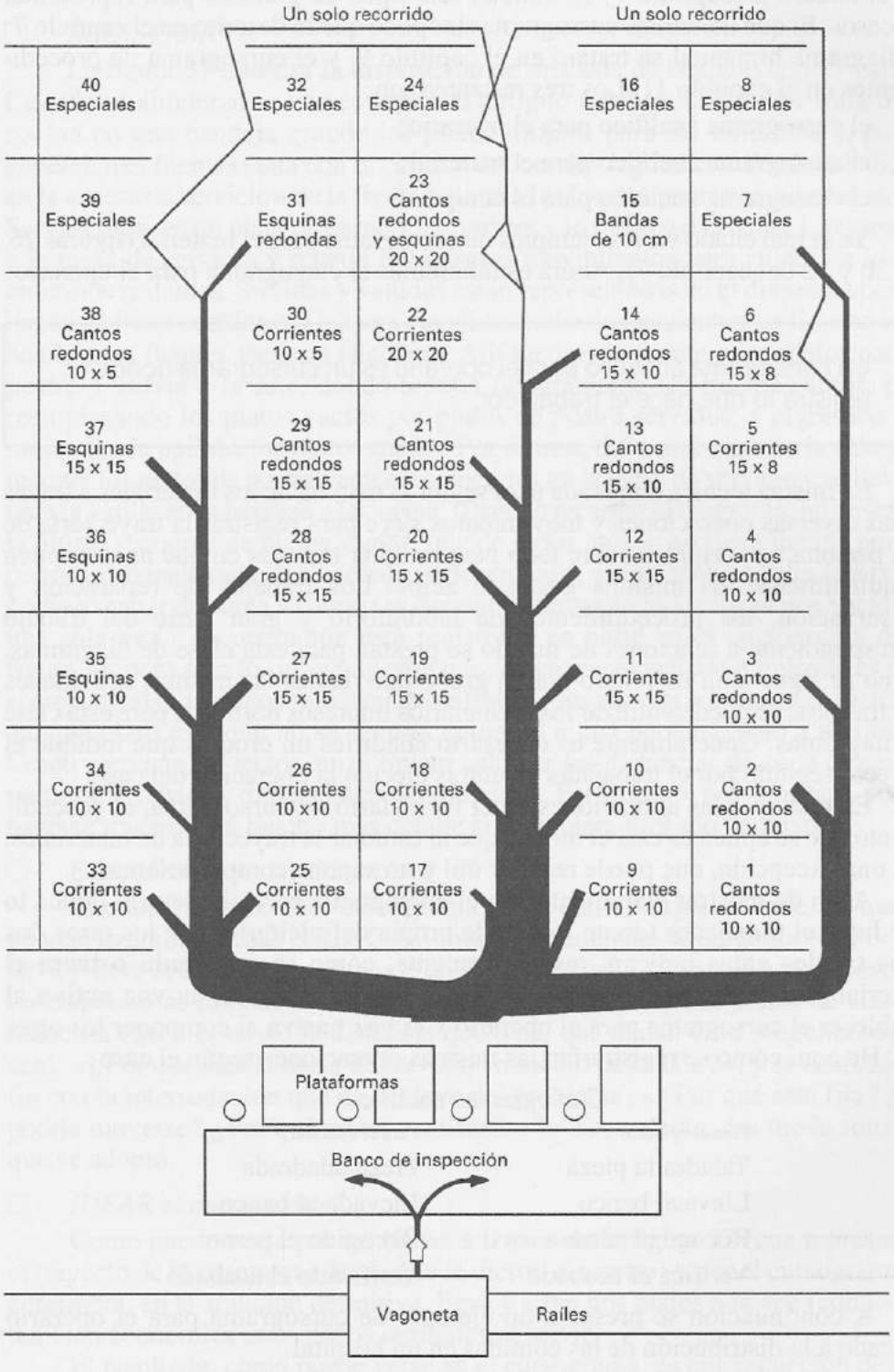


Figura 36. Diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas (método perfeccionado)



3. Cursograma analítico para el operario

En el cuadro 8 (capítulo 7) se citaban seis tipos de gráficos para representar procesos. El que llamamos cursograma sinóptico quedó descrito en el capítulo 7; el diagrama bimanual se tratará en el capítulo 9, y el cursograma de procedimientos en el capítulo 11. Los tres restantes son:

el cursograma analítico para el operario;
el cursograma analítico para el material;
el cursograma analítico para el equipo.

Ya se han citado varios ejemplos de cursograma para el material (figuras 26, 28, 30 y 32 del capítulo 7). Ahora estudiaremos el cursograma para el operario.

> Un cursograma analítico para el operario es un cursograma donde se registra lo que hace el trabajador.

La misma técnica empleada para seguir la marcha de los materiales a través de las diversas operaciones y movimientos sirve para registrar la trayectoria de una persona, y se emplea sobre todo para estudiar trabajos en que no se repiten maquinalmente los mismos gestos o actos. Los trabajos de reparación y conservación, los procedimientos de laboratorio y gran parte del trabajo correspondiente a funciones de mando se prestan para esta clase de diagramas. Como se sigue a un individuo o a un grupo que realiza las mismas actividades una tras otra, se pueden utilizar los formularios impresos normales para esta clase de diagramas. Generalmente es necesario añadirles un croquis que indique el trayecto seguido por el trabajador mientras ejecuta la operación del caso.

En cuanto a las anotaciones en el formulario de cursograma, el procedimiento que se aplica es casi el mismo que al estudiar la trayectoria de materiales, con una excepción, que puede resultar útil y no supone complicaciones.

A fin de mostrar claramente que el cursograma para el operario indica **lo que hace** el trabajador (como lo dice la propia definición) y que los otros dos tipos citados antes indican, respectivamente, cómo se **manipula** o **trata** el material y cómo se **utiliza** el equipo, es preferible emplear la **voz activa** al establecer el cursograma para el operario y la **voz pasiva** al componer los otros dos. He aquí cómo se registrarían las mismas operaciones según el caso:

Cursogramas analíticos

Para el operario	Para el material
Taladra la pieza	Pieza taladrada
Lleva al banco	Llevada al banco
Recoge el perno	Recogido el perno
Verifica el acabado	Verificado el acabado

A continuación se presenta un ejemplo de cursograma para el operario aplicado a la distribución de las comidas en un hospital.

Ejemplo de cursograma para el operario: cómo servir comidas en una sala de hospital

☐ *REGISTRAR*

La figura 37 muestra la disposición de una sala de hospital con 17 camas. Cuando el almuerzo se servía según el antiguo método, la auxiliar traía de la cocina en una bandeja grande los platos limpios para los enfermos y, por lo general, tres fuentes: una con la carne y dos con las legumbres. Ponía la bandeja en la «mesa de servicio» de la figura y sacaba las fuentes para acomodarlas mejor. Servía entonces un plato de carne y legumbres y lo llevaba a la cama 1, regresaba a la mesa de servicio y repetía los mismos movimientos para atender a los 16 enfermos restantes. Sus idas y venidas están representadas en el diagrama por las líneas de trazo **continuo**. Una vez atendidos todos los pacientes, se llevaba en la bandeja las fuentes vacías a la cocina. Allí recogía la fuente y los platos para el postre y volvía a la sala, donde repetía íntegramente los mismos actos, pero reemplazando los platos vacíos por platos de postre servidos, y regresaba a la mesa, donde apilaba los platos sucios. Por último, daba una vuelta a la sala para recoger los platos de postre vacíos y colocarlos en la mesa de servicio y se llevaba toda la vajilla en la bandeja a la cocina. (Para no recargar el diagrama, no se señaló la última recogida de platos vacíos, que de todos modos no tiene interés porque permaneció inalterada en el método perfeccionado, ya que incluso antes la auxiliar podía avanzar de cama a cama, sin desviarse, llevando todos los platos vacíos de una sola vez.) La operación está registrada en parte en el cursograma de la figura 38, pero sólo lo suficiente para que se vea que el método empleado es muy semejante al que se mostrará cuando se trate de los cursogramas para el material, aunque claro está que no se seguirá entonces a una persona, sino a un objeto. Como ejercicio, el lector quizá quiera calcular las distancias de cada circuito a partir de los datos y dimensiones del diagrama. Este último, por supuesto, podría haberse trazado con mucho más detalle si se hubiera juzgado necesario.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

El examen crítico del cursograma junto con el esquema muestra que se pueden mejorar muchas cosas. Casi inmediatamente uno se pregunta: «¿Por qué lleva y sirve la enfermera solamente un plato cada vez? ¿Cuántos podría llevar?» La respuesta se impone: «Por lo menos dos.» Llevando dos platos de una vez reduciría casi a la mitad la distancia que tiene que andar. Otra pregunta segura será: «¿Por qué está la mesa de servicio en medio de la sala?», y se acabará por fin con la interrogación que da la clave del problema: «¿Por qué está fija? ¿No podría moverse? ¿Por qué no usar un carrito?» Y, en efecto, ésa fue la solución que se adoptó.

☐ *IDEAR el nuevo método*

Como puede verse por las líneas **a trazos** de la figura 37 (que representan el trayecto de la enfermera desde que le dieron el carrito) y por el cursograma, la enfermera, en la solución definitiva, lleva y sirve dos platos a la vez (con lo que también economiza unos pocos segundos al servir).

El resultado, como puede verse en el cursograma, es una reducción de más de 54 por ciento de la distancia total recorrida para servir las comidas y retirar los

Figura 37. Diagrama de recorrido de una enfermera: cómo servir comidas en una sala de hospital

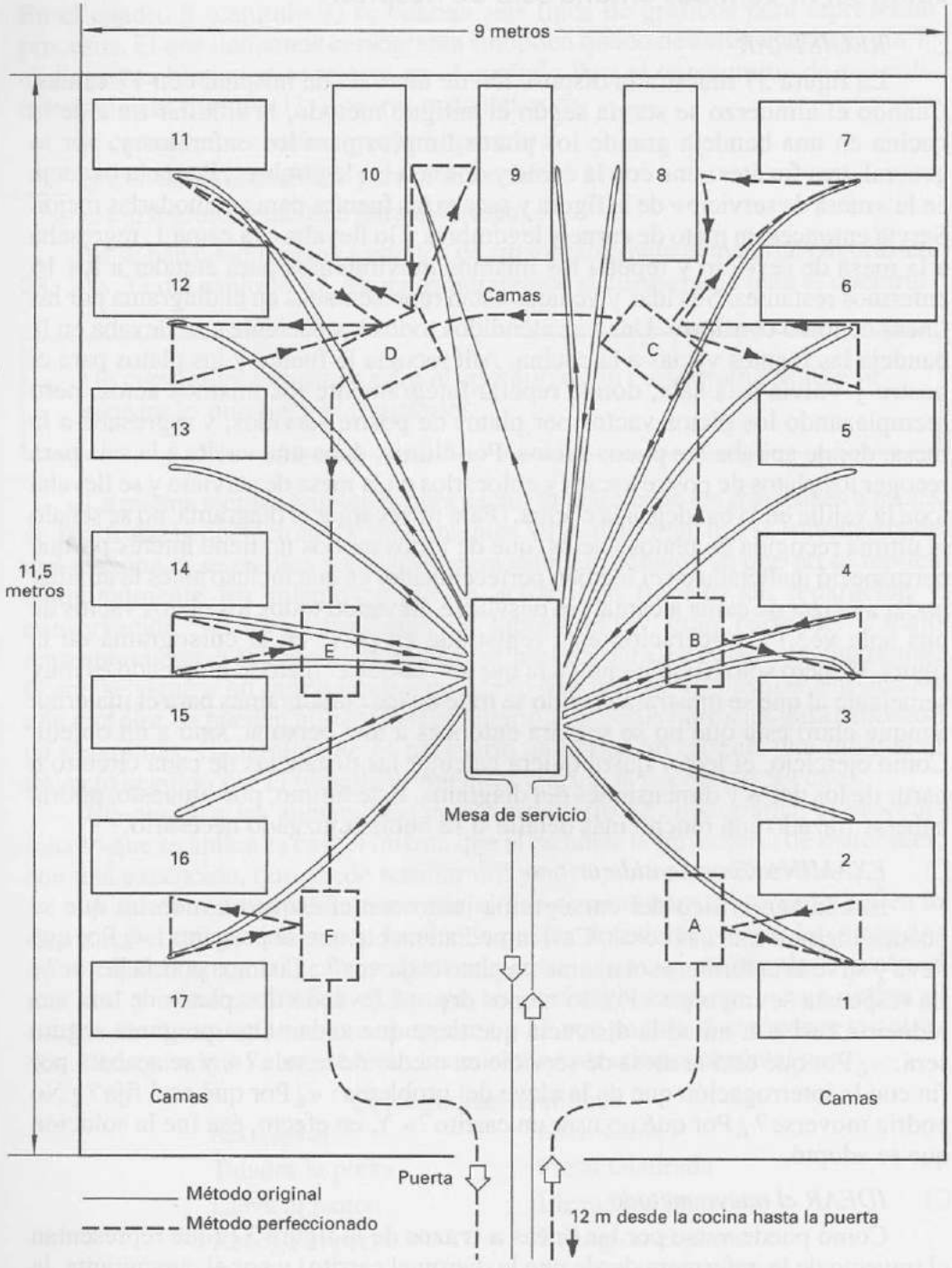


Figura 38. Cursograma analítico para el operario: cómo servir comidas en una sala de hospital

Cursograma analítico	**Operario/~~Material~~/~~Equipo~~**
Diagrama núm. *7* Hoja núm. *1* de *1*	
Objeto: *Enfermera*	
Actividad: *Servir comidas a 17 enfermos*	
Método: Actual/Propuesto	
Lugar: *Sala L*	
Operario(s): Ficha núm.	
Compuesto por: Fecha:	
Aprobado por: Fecha:	

Resumen			
Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Operación ○	*34*	*18*	*16*
Transporte ⇨	*60*	*72*	*(–12)*
Espera D	–	–	–
Inspección □	–	–	–
Almacenamiento ▽	–	–	–
Distancia (m)	*436*	*197*	*239*
Tiempo (horas-hombre)	*39*	*28*	*11*
Costo:	–	–	–
Mano de obra	–	–	–
Material *(carrito)*	–	*$24*	–
Total *(capital)*		*$24*	

Descripción Método antiguo	Cantidad (platos)	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo ○	⇨	D	□	▽	Observaciones
Lleva fuentes y platos en bandeja									*Carga molesta*
de cocina a mesa de servicio	*17*	*16*	*0,50*						
Coloca fuentes y platos en mesa	*17*	–	*0,30*						
Distribuye en platos la comida de 3 fuentes	–	–	*0,25*						
Lleva plato a cama 1 y vuelve	*1*	*7,3*	*0,25*						
Sirve	–	–	*0,25*						
Lleva plato a cama 2 y vuelve	*1*	*6*	*0,25*						
Sirve	–	–	*0,25*						
(Continúa hasta servir las 17 camas.									
Véanse distancias en figura 37)									
Terminado servicio, coloca platos									
en bandeja y vuelve a la cocina	–	*16*	*0,50*						
Total distancia y tiempo, primer ciclo		*192*	*10,71*	*17*	*20*	–	–	–	
Repite ciclo para postre		*192*	*10,71*	*17*	*20*	–	–	–	
Recoge platos postre vacíos		*52*	*2,0*	–	*20*	–	–	–	
Total		*436*	*23,42*	*34*	*60*				
Método perfeccionado									
Lleva fuentes y platos desde cocina									*Carrito*
a posición A. Carrito	*17*	*16*	*0,50*						*de servicio*
Sirve dos platos	–	–	*0,40*						
Lleva dos platos a cama 1; deja uno;		*1,5*							
lleva un plato de cama 1 a cama 2;	*2*	*0,6*	*0,25*						
vuelve a posición A		*1,5*							
Empuja carrito hasta posición B	–	*3,0*	*0,12*						
Sirve dos platos	–	–	*0,40*						
Lleva dos platos a cama 3; deja uno;		*1,5*							
lleva un plato de cama 3 a cama 4;	*2*	*0,6*	*0,25*						
vuelve a posición B		*1,5*							
(Continúa hasta servir las 17 camas.									
Véase figura 37 y obsérvese variación									
en cama 11)									
Vuelve a cocina con carrito	–	*16*	*0,50*						
Total distancia y tiempo, primer ciclo	–	*72,5*	*7,49*	*9*	*26*				
Repite ciclo para postre	–	*72,5*	*7,49*	*9*	*26*				
Recoge platos postre vacíos	–	*52*	*2,00*	–	*20*				
Total	–	*197*	*16,98*	*18*	*72*				

platos (e incluso de 65 por ciento si se excluye la distancia andada para retirar los platos de postre, puesto que no cambia de un método a otro).

Lo importante en este caso no es tanto la disminución del costo, que es muy pequeña, sino la del trabajo de la enfermera, que se cansaba inútilmente caminando por la sala al servir y llevando y trayendo bandejas cargadas a la cocina.

4. Diagrama de actividades múltiples

Llegamos ahora al primero de los diagramas citados en el cuadro 8 en que se aplica una escala de tiempos: el **diagrama de actividades múltiples**, el cual sirve para representar en un mismo gráfico las actividades de una persona o cosa en relación con las de otra.

> El diagrama de actividades múltiples es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas.

Al representar en distintas columnas verticales, según una escala de tiempos común, las actividades de diversos obreros o máquinas, se ve de una ojeada en qué momentos del proceso está inactivo cualquiera de dichos elementos. *Estudiando más atentamente el gráfico, a menudo se logra combinar en otra forma* las actividades para suprimir esos tiempos improductivos.

El diagrama de actividades múltiples es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores cuando la producción es en serie, o bien trabajos de mantenimiento cuando no se puede dejar detenida una maquinaria costosa más de lo estrictamente necesario. Se puede utilizar asimismo para determinar cuántas máquinas debería poder atender un operario o grupo de operarios.

Las actividades de diversos operarios o de diferentes máquinas y operarios se registran en este diagrama en función del tiempo activo o inactivo. Según duren mucho o poco los diversos períodos de trabajo o de inactividad (minutos o segundos), se utiliza un reloj de pulsera corriente o un cronómetro, pero no se necesita una precisión rigurosa, aunque sí la suficiente para que el diagrama sirva. Entonces se marcan los tiempos en las columnas respectivas como se indica en la figura 39.

La mejor forma de explicar el empleo de este diagrama es dar un ejemplo.

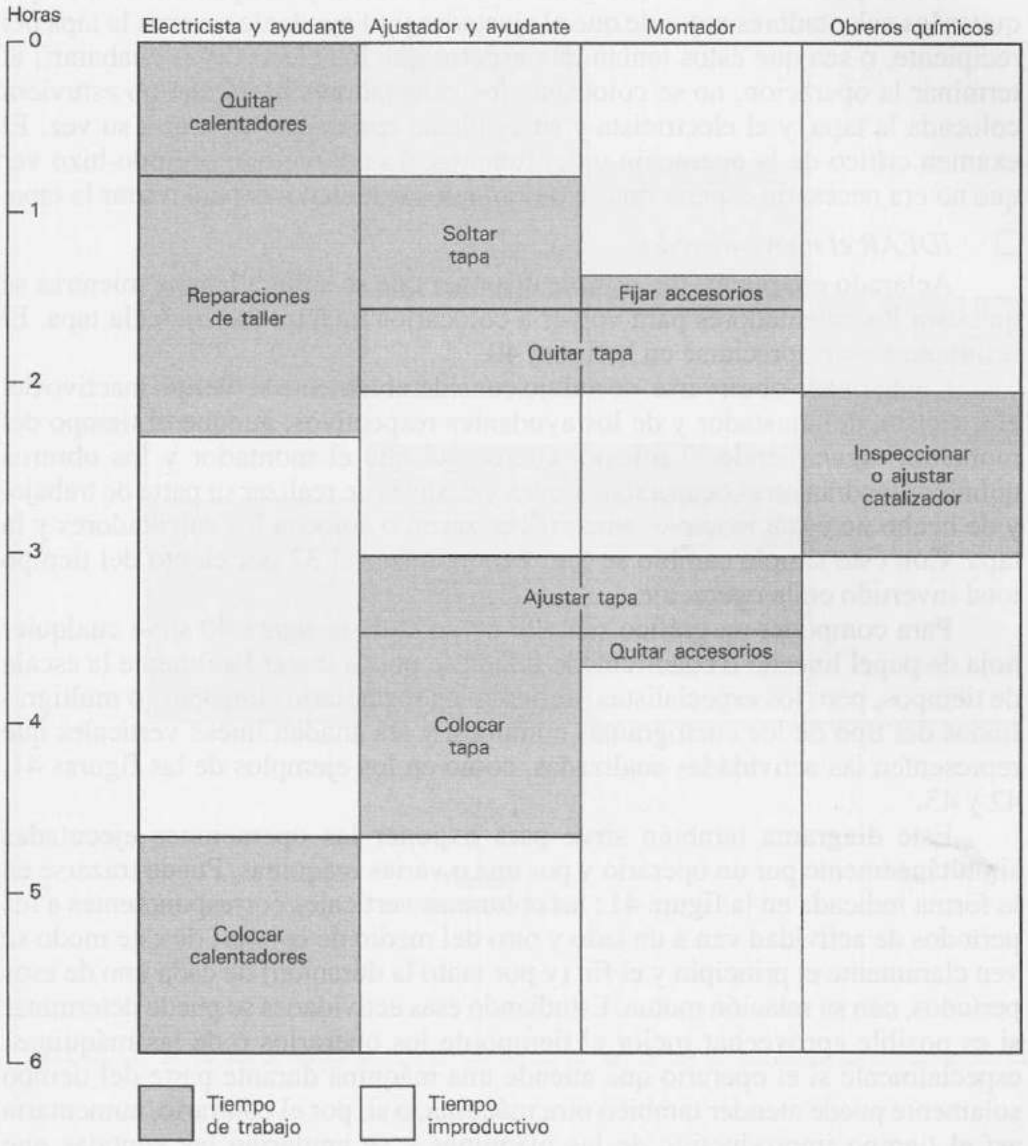
Ejemplo de diagrama de actividades múltiples para trabajo en equipo: inspección de un catalizador en un convertidor[1]

☐ *REGISTRAR*

Se trata aquí de representar el trabajo efectuado para mantener una instalación en buen estado, y es un ejemplo útil porque muestra que el estudio de métodos no se aplica solamente a las operaciones repetitivas y a las de producción.

[1] Según un ejemplo extraído de *Method study*, manual publicado por el Departamento de Estudio del Trabajo de Imperial Chemical Industries Ltd.

Figura 39. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor (método original)



Durante el período de rodaje de un nuevo convertidor en una fábrica de productos de química orgánica había que comprobar frecuentemente el estado del catalizador. Se hizo un estudio del trabajo para ver cómo se podrían efectuar las inspecciones deteniendo el convertidor lo menos posible.

Con el antiguo método se empezaba a quitar la tapa del recipiente sólo después de desmontar los calentadores y éstos no se montaban de nuevo hasta que la tapa no estuviese ya sujeta en su sitio. La figura 39 muestra la operación original correlacionando la duración del trabajo de cada uno de los trabajadores.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

Como puede verse en el diagrama, el electricista y su ayudante tenían que quitar los calentadores antes de que el ajustador y su ayudante sacaran la tapa del recipiente, o sea que éstos tenían que esperar que los electricistas acabaran; al terminar la operación, no se colocaban los calentadores hasta que no estuviera colocada la tapa, y el electricista y su ayudante tenían que esperar a su vez. El examen crítico de la operación y del fundamento del método seguido hizo ver que no era necesario esperar que se quitaran los calentadores para retirar la tapa.

☐ *IDEAR el nuevo método*

Aclarado ese punto, fue posible disponer que se soltara la tapa mientras se quitaban los calentadores para volver a colocarlos mientras se fijaba la tapa. El resultado puede apreciarse en la figura 40.

Como puede observarse, se redujo considerablemente el tiempo inactivo del electricista, del ajustador y de los ayudantes respectivos, aunque el tiempo del montador sigue siendo el mismo. Claro está que el montador y los obreros químicos tendrán otras ocupaciones antes y después de realizar su parte de trabajo, y de hecho no están inactivos mientras se sacan o colocan los calentadores y la tapa. Con este simple cambio se logró economizar el 32 por ciento del tiempo total invertido en la operación.

Para componer un gráfico sencillo como el de la figura 40 sirve cualquier hoja de papel lineado o cuadriculado donde se pueda trazar fácilmente la escala de tiempos, pero los especialistas prefieren los formularios impresos o multigrafiados del tipo de los cursogramas comunes, y les añaden líneas verticales que representen las actividades analizadas, como en los ejemplos de las figuras 41, 42 y 43.

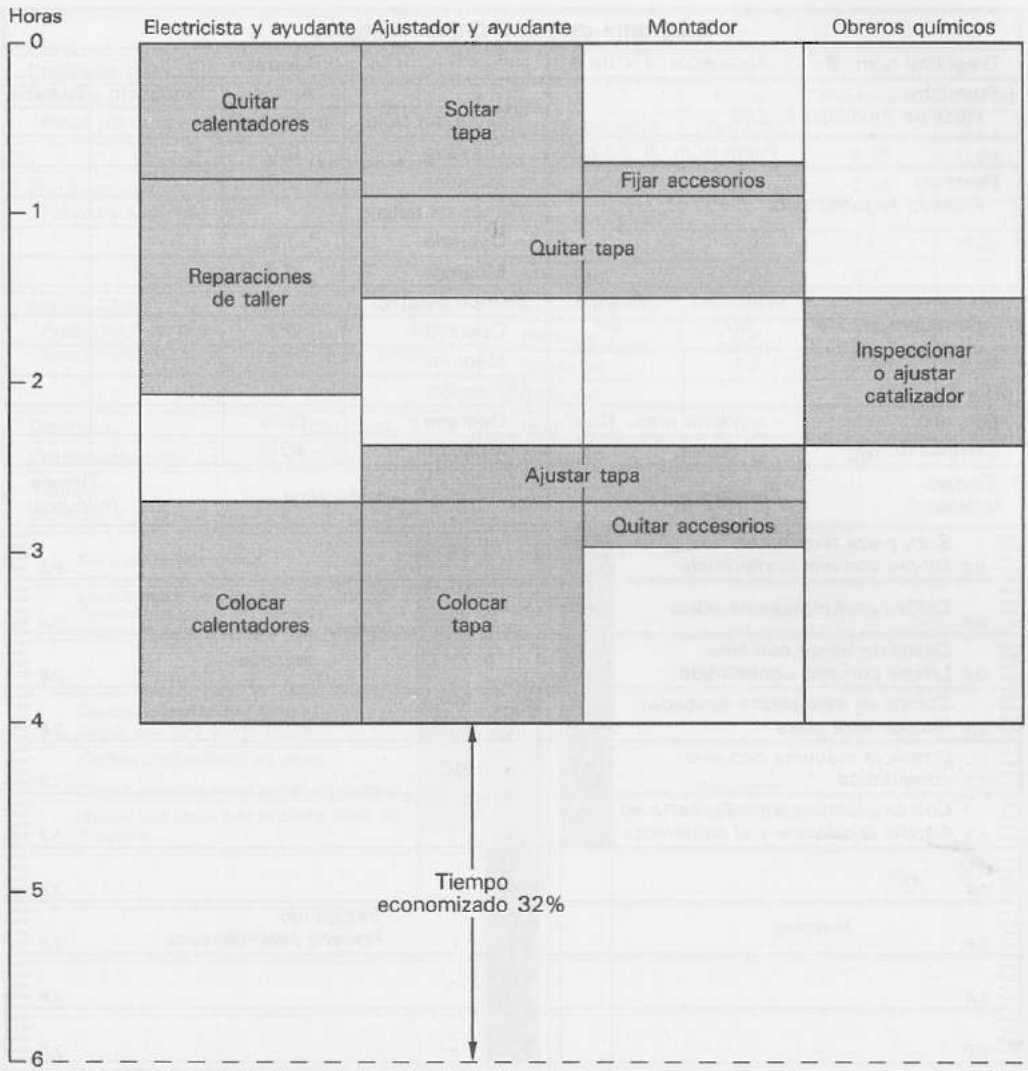
Este diagrama también sirve para exponer las operaciones ejecutadas simultáneamente por un operario y por una o varias máquinas. Puede trazarse en la forma indicada en la figura 41: las columnas verticales correspondientes a los períodos de actividad van a un lado y otro del medio de la hoja; de este modo se ven claramente el principio y el fin (y por tanto la duración) de cada uno de esos períodos, con su relación mutua. Estudiando esas actividades se puede determinar si es posible aprovechar mejor el tiempo de los operarios o de las máquinas, especialmente si el operario que atiende una máquina durante parte del tiempo solamente puede atender también otra máquina, o si, por el contrario, aumentaría así el tiempo improductivo de las máquinas y se anularían las ventajas que reportara una mejor utilización del tiempo del operario. Esta cuestión es importante en los países donde es más fácil disponer de mano de obra que de maquinaria y otros bienes de producción.

Ejemplo de diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: acabado de una pieza de hierro fundido con fresadora vertical

☐ *REGISTRAR*

La figura 41 representa una forma corriente de diagrama de actividades múltiples para operario y máquina en que se registró el funcionamiento de una fresadora vertical que daba el acabado final a la cara de una pieza de hierro

Figura 40. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor (método perfeccionado)



fundido paralela a la cara por la que se sujetaba la pieza para fresarla. Es un ejemplo muy sencillo y típico de las operaciones que se ejecutan diariamente en cualquier taller mecánico.

Como se verá, los epígrafes del diagrama corresponden a la información habitual, con una o dos adiciones; la escala graduada de la izquierda puede representar la escala de tiempo que se desee, en este caso, cada división grande es igual a 0,2 minutos. El modo de hacer el diagrama y de anotar las operaciones es tan evidente que no se necesitan aclaraciones.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

Como puede verse en la figura 41, que representa el método empleado por el trabajador para ejecutar la tarea antes del estudio, la máquina permanece

Figura 41. Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método original)

Diagrama de actividades múltiples

Diagrama núm. *8* Hoja núm. *1* de *1*

Producto: *Pieza de fundición B. 239*

Plano núm. *B. 239/1*

Proceso: *Fresado segunda cara*

Máquina(s): *Fresadora vertical Cincinnati núm. 4* — Velocidad *80 r/min.* — Avance *38 cm/min.*

Operario: — Ficha núm. *1234*

Compuesto por: — Fecha:

Resumen

	Actual	Propuesto	Economía
Tiempo del ciclo	(minutos)		
Operario	*2,0*		
Máquina	*2,0*		
Tiempo de trabajo			
Operario	*1,2*		
Máquina	*0,8*		
Tiempo inactivo			
Operario	*0,8*		
Máquina	*1,2*		
Utilización			
Operario	*60%*		
Máquina	*40%*		

Tiempo (minutos)	Operario	Máquina	Tiempo (minutos)
0,2	*Saca pieza terminada Limpia con aire comprimido*		0,2
0,4	*Calibra profundidad en placa*		0,4
0,6	*Desbasta borde con lima Limpia con aire comprimido*	*Inactiva*	0,6
0,8	*Coloca en caja piezas acabadas Recoge otra pieza*		0,8
1,0	*Limpia la máquina con aire comprimido*		1,0
1,2	*Coloca pieza en soporte; pone en marcha la máquina y el autoavance*		1,2
1,4			1,4
1,6	*Inactivo*	*Trabajando Fresado segunda cara*	1,6
1,8			1,8
2,0			2,0
2,2			2,2
2,4			2,4
2,6			2,6
2,8			2,8
3,0			3,0
3,2			3,2
3,4			3,4
3,6			3,6
3,8			3,8

Figura 42. Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método perfeccionado)

Diagrama de actividades múltiples

Diagrama núm. *9* Hoja núm. *1* de *1*

Producto: *Pieza de fundición B. 239*

* Plano núm. *B. 239/1*

Proceso: *Fresado segunda cara*

Máquina(s): *Fresadora vertical Cincinnati núm. 4* — Velocidad *80 r/min.* — Avance *38 cm/min.*

Operario: — Ficha núm. *1234*

Compuesto por: — Fecha:

Resumen			
Tiempo del ciclo	Actual (minutos)	Propuesto	Economía
Hombre	*2,0*	*1,36*	*0,64*
Máquina	*2,0*	*1,36*	*0,64*
Tiempo de trabajo			
Hombre	*1,2*	*1,12*	*0,08*
Máquina	*0,8*	*0,8*	—
Tiempo inactivo			
Hombre	*0,8*	*0,24*	*0,56*
Máquina	*1,2*	*0,56*	*0,64*
Utilización			*Mejora*
Hombre	*60%*	*83%*	*23%*
Máquina	*40%*	*59%*	*19%*

Tiempo (minutos)	Operario	Máquina	Tiempo (minutos)
0,2	*Saca pieza terminada*		0,2
0,4	*Limpia máquina con aire comprimido Coloca otra pieza en soporte; pone en marcha la máquina y el autoavance*	*Inactiva*	0,4
0,6			0,6
0,8	*Desbarba borde con lima; limpia con aire comprimido*		0,8
1,0	*Calibra profundidad en placa*	*Trabajando*	1,0
1,2	*Coloca pieza en cajón piezas acabadas; recoge otra pieza y la deposita cerca de máquina*	*Fresado segunda cara*	1,2
1,4			1,4
1,6	*Inactivo*		1,6
1,8			1,8
2,0			2,0
2,2			2,2
2,4			2,4
2,6			2,6
2,8			2,8
3,0			3,0
3,2			3,2
3,4			3,4
3,6			3,6
3,8			3,8

inactiva durante casi tres cuartas partes del ciclo. Ello se debe a que el operario lleva a cabo todas sus actividades con la máquina parada y permanece inactivo mientras la máquina funciona automáticamente.

Si examinamos el diagrama, vemos que el trabajo que realiza el operario puede dividirse en dos partes: el que se debe hacer con la máquina parada, como sacar y colocar la pieza, y el que se debe hacer con la máquina en marcha, como calibrar. Es preferible, por supuesto, efectuar todas las operaciones posibles mientras funciona la máquina, puesto que así se reduce el tiempo total del ciclo.

☐ *IDEAR el nuevo método*

La figura 42 nos muestra el método perfeccionado para esta operación. Se verá que calibrar, desbastar las aristas de la pieza fresada, colocar la pieza en el depósito de material terminado, coger una pieza no elaborada y ponerla en la mesa de trabajo, lista para ser colocada en el dispositivo de fijación, son actividades que se realizan todas mientras funciona la máquina. Se ha ganado algo de tiempo al colocar más próximas las cajas para depositar las piezas terminadas y las que están por elaborar, de modo que se deposita una y se recoge otra al mismo tiempo. La pieza fresada no se limpia con el aire comprimido hasta después de limados los cantos, lo que ahorra una operación.

Con esta nueva disposición, que no necesitó nuevos capitales, se ahorraron 0,64 minutos por cada 2, o sea que aumentó en 32 por ciento la productividad de la fresadora y del operario.

El ejemplo siguiente es un diagrama de actividades múltiples en que se registra el trabajo de un equipo de obreros y de una máquina.

Ejemplo de diagrama de actividades múltiples para equipo de obreros y máquina: alimentación de una trituradora de huesos en una fábrica de cola

Este interesante ejemplo de diagrama combinado de trabajo en equipo con una máquina (figura 43) se aplica al proceso de selección y transporte de huesos desde un depósito hasta la máquina trituradora en una fábrica de cola de un país en desarrollo.

La figura 44 muestra la disposición original de la zona de trabajo. Los huesos animales de todas clases, que eran la materia prima, llegaban a uno de los depósitos (que en el gráfico lleva la indicación «Huesos») situado a 80 metros de la trituradora, desde donde eran transportados hasta la máquina en una vagoneta sobre carriles.

☐ *REGISTRAR*

Los trabajadores clasificaban entonces los huesos en «blandos» y «duros». Depositaban los huesos ya clasificados en un montón para que otros dos obreros los cargaran a mano en la vagoneta. Esos obreros no tenían nada que hacer mientras otros dos empujaban la vagoneta hasta la trituradora, la descargaban y la traían de vuelta, y éstos, a su vez, no hacían nada mientras se cargaba la vagoneta.

Las cifras siguientes se basan en las actividades de los cargadores, de la vagoneta y de la trituradora observadas a lo largo de ocho ciclos, que duraron 117,5 minutos:

Cargar la vagoneta	7 min. (2 hombres)
Transportar en vagoneta hasta la trituradora, descargar y volver	7 min. (2 hombres)
Carga de la vagoneta	250 kg
Peso transportado en 117,5 minutos	8 × 250 = 2000 kg
Espera de la trituradora	37,75 min.

Se representaron en un diagrama (figura 43) las actividades de la trituradora, de la vagoneta, de los operarios de ésta y de los cargadores. El diagrama indica que se invirtieron 10 minutos en substituir una correa rota; pero una vez reparada, la trituradora funcionó ininterrumpidamente 16,5 minutos, en vez de los 10 minutos normales, con la carga de otra vagoneta que ya estaba preparada. Si se descuentan los 4 minutos normales de inactividad, el período de inactividad neta debida a la correa rota no pasa de 6 minutos.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

El examen crítico del diagrama muestra claramente que la trituradora estaba inactiva 31,75 minutos de cada 111,5 minutos (no contando los 6 minutos de avería), o sea durante 28,5 por ciento del tiempo de trabajo posible. Cada grupo de trabajadores (cargadores y operarios de la vagoneta) descansaba 50 por ciento del tiempo hábil. Al examinar el diagrama se le ocurre a uno la pregunta: «¿Por qué no cargan la vagoneta los que la empujan?»

La respuesta es que, si lo hicieran, no descansarían y tendrían que trabajar sin interrupción para que la trituradora funcionara igual que antes. Se ahorraría mano de obra, pero no se mejoraría la productividad de la instalación. Además, nadie puede trabajar tres o cuatro horas sin parar, particularmente en un trabajo duro como cargar y empujar la vagoneta, en que normalmente se preverían descansos de 25 por ciento, o tal vez más, del tiempo total destinado a la operación. (Respecto al cálculo de los descansos que se deben prever, véase el capítulo 23.) Si los dos operarios de la vagoneta descansaran en la forma permitida, la productividad de la trituradora sería aún menor.

El diagrama de la zona de trabajo y la información que antecede muestran que los trabajadores que separan los huesos en los depósitos marcados «Huesos» tienen que llevar los ya clasificados hasta el montón marcado «Huesos seleccionados» para que los carguen en la vagoneta. Ahí surge la pregunta: «¿Por qué los trabajadores que clasifican los huesos no los cargan directamente en la vagoneta?»

Podrían hacerlo si se prolongaran los carriles unos 20 metros hasta los depósitos de huesos.

Con ello se suprimirían los cargadores, pero quedarían por resolver los 4 minutos de inactividad de la trituradora mientras espera que la vagoneta vuelva con otra carga. Los trabajadores que clasifican los huesos son más numerosos que los cargadores y pueden cargar la vagoneta con mayor rapidez que ellos; si se redujera la carga de cada vagoneta se invertiría menos tiempo en cargarla y se necesitaría un esfuerzo menor para empujarla; de ese modo tal vez fuera posible ajustarse al ciclo de la trituradora y eliminar la espera. En consecuencia, se redujo la carga a 175 kg y se eliminó el tiempo de espera.

Figura 43. Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método original)

Diagrama de actividades múltiples

Diagrama núm. *10* Hoja núm. *1* de *1*

~~Producto~~/material: *Huesos de todas clases*

Operación: *Cargar y transportar huesos en vagoneta (250 kg) desde depósito hasta trituradora*

Método: Actual/~~Propuesto~~

Lugar: *Patio de la fábrica*

Compuesta por: Fecha:

1) Máquina(s)
2) Mano de obra

	Porcentaje de utilización		
	Actual	Propuesto	Mejora
1) Trituradora	*68*		
Vagoneta	*96*		
2) Cargadores 2	*47,5*		
Operarios de la vagoneta 2	*47,5*		
● *Operarios de la trituradora 4*	● *No estudiado*		

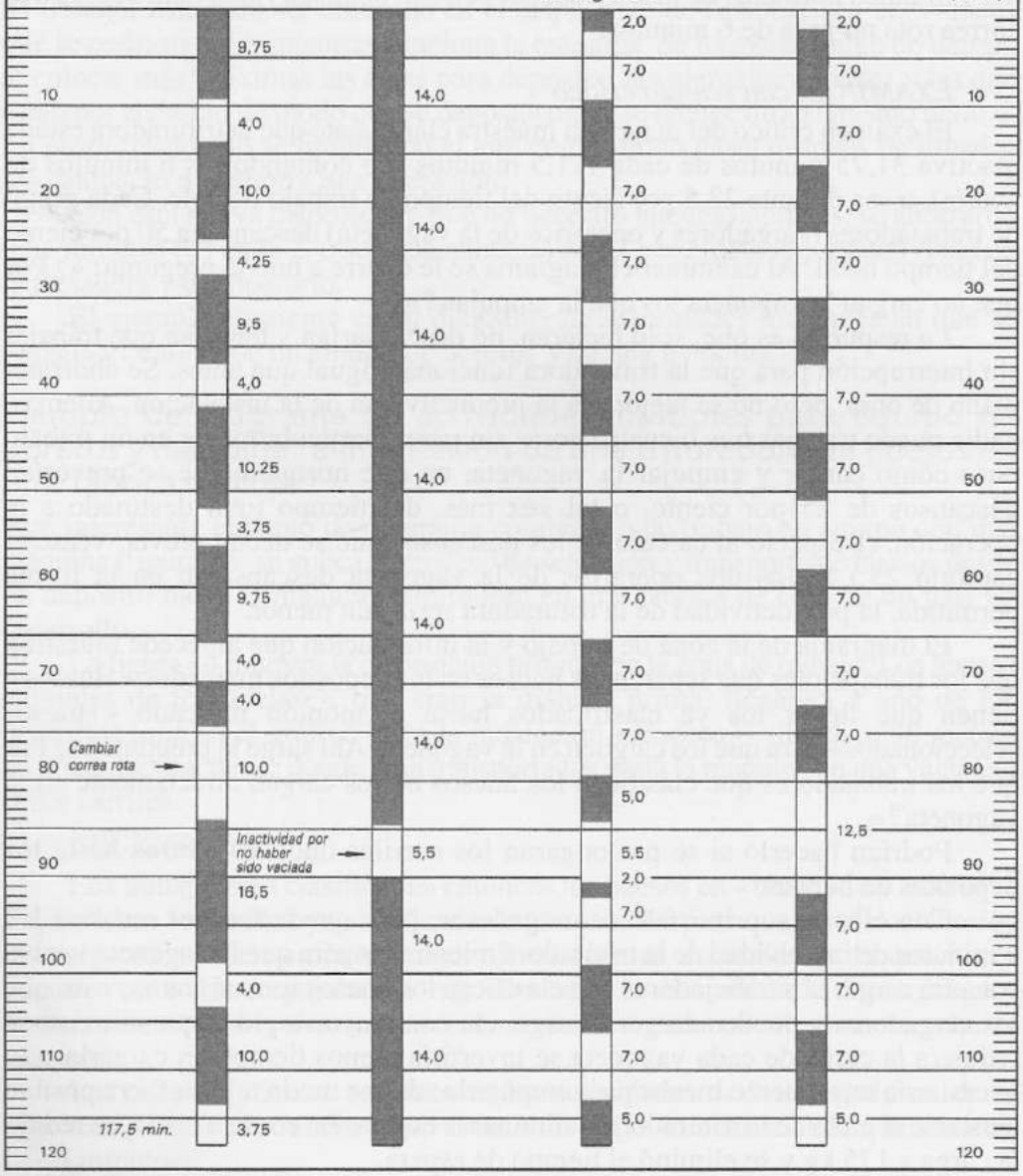
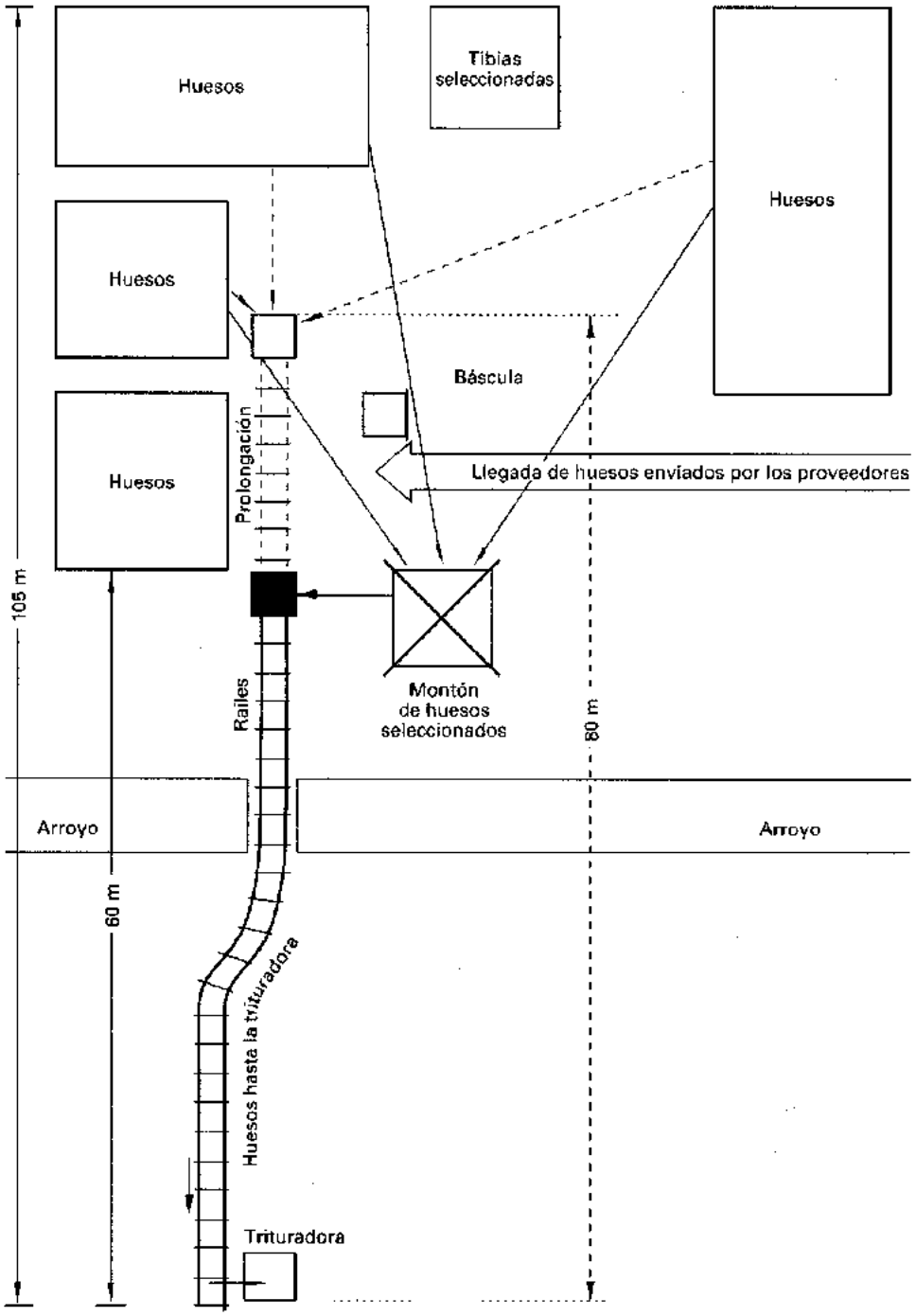


Figura 44. Trituración de huesos: disposición de la zona de trabajo



☐ *IDEAR el método perfeccionado*

La línea de cruces de la figura 44 indica la prolongación de los carriles hasta los depósitos de huesos. Los cargadores suprimidos fueron asignados a otro trabajo, gracias probablemente a que, como veremos, la producción de la trituradora aumentó considerablemente con el cambio de método.

La figura 45 es el diagrama de actividades múltiples con el método perfeccionado. Como puede verse, ha subido mucho el porcentaje de tiempo de funcionamiento de la trituradora.

El proceso se desarrolla ahora en los tiempos siguientes:

Cargar la vagoneta	1 min.
Transportar en vagoneta hasta la trituradora, descargar y volver	6 min.
Carga de la vagoneta	175 kg
Peso transportado en 115,5 minutos	$15 \times 175 = 2625$ kg
Espera de la trituradora	6 min.

El tiempo de espera de la trituradora comprende, como puede verse en el diagrama, 3 minutos para extraer los huesos demasiado duros, operación poco corriente. Si se excluye este tiempo para comparar el rendimiento de los dos métodos, vemos que la trituradora podría estar funcionando en total 112,5 minutos. El incremento de lo producido por la trituradora en períodos equivalentes asciende a 625 kilogramos, y su aumento de productividad representa 29,5 por ciento.

De los ocho peones, dos quedaron libres para otros trabajos; por lo tanto, la productividad de la mano de obra se elevó en:

$$\left(\frac{2625 \times 8}{2000 \times 6} - 1\right) \times 100 = 75 \text{ por ciento.}$$

El espacio hasta ahora ocupado por los «huesos seleccionados» se puede utilizar con otros fines.

Este ejemplo es una notable demostración de cómo es posible incrementar la productividad de la tierra, de las instalaciones y de la mano de obra mediante la aplicación adecuada y sistemática del estudio de métodos. En el caso citado, el único gasto suplementario en que se incurrió fue el ocasionado por la instalación de 20 metros más de carril ligero para la vagoneta.

5. Gráfico de trayectoria

El diagrama de hilos resulta muy claro y eficaz para hacer el examen crítico del movimiento de obreros o materiales por el taller, sobre todo cuando se quiere ilustrar las ventajas del cambio propuesto representando la situación «antes» y «después» con modelos fáciles de entender, pero lleva bastante tiempo para confeccionar, y cuando los movimientos son muy numerosos y siguen trayectos complicados, el diagrama puede acabar en una maraña de hilos entrecruzados. En ese caso, el **gráfico de trayectoria** es una técnica de registro más rápida y más cómoda.

Figura 45. Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método perfeccionado)

Diagrama de actividades múltiples

Diagrama núm. *11* Hoja núm. *1* de *1*

~~Producto~~/Material:
Huesos de todas clases

Operación: *Cargar y transportar huesos en vagoneta (175 kg) desde depósito hasta trituradora*

Método: ~~Actual~~/Propuesto

Lugar: *Patio de la fábrica*

Compuesto por: Fecha:

1) Máquina(s) 2) Mano de obra	Porcentaje de utilización		
	Actual	Propuesto	Mejora
1) Trituradora	*68*	*93*	*25*
Vagoneta	*96*	*95*	*−1*
2) Cargadores 2	*47,5*	*Transportados*	
Operarios de la vagoneta 2	*47,5*	*81*	*33,5*
● Operarios de la trituradora 4	*● No estudiado*		

Nota: Los clasificadores efectúan ahora las operaciones de carga



> El gráfico de trayectoria es un cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de trabajadores, materiales o equipo entre cualquier número de lugares durante cualquier período dado de tiempo.

En la figura 46 aparece un gráfico de trayectoria típico, donde se consignaron los movimientos del mensajero encargado en una oficina de llevar documentos o recados a los diversos escritorios y despachos. La forma en que éstos están distribuidos por la oficina se puede ver en el esquema al pie de la página.

El gráfico de trayectoria siempre es un cuadrado, que a su vez se cuadricula. Cada cuadradito representa un puesto de trabajo, o sea, en este ejemplo, un sitio donde se detiene el mensajero. Como hay diez puestos, se dibujaron en el gráfico diez cuadraditos horizontales, numerados de izquierda a derecha de 1 a 10, y diez cuadraditos verticales, numerados de arriba abajo también de 1 a 10. Por encima de los cien cuadraditos resultantes se trazó una diagonal que va de la esquina de arriba a la izquierda hasta la de abajo a la derecha.

Los cuadraditos de la parte de arriba representan los lugares de **salida** del recorrido; los de la parte inferior izquierda representan los lugares de **llegada**. Supongamos que el mensajero vaya del puesto 2 al puesto 9 y que el especialista quiera anotarlo: empezando por el casillero 2 de la hilera de arriba, va haciendo correr el lápiz para abajo, siempre por la misma columna, hasta que llega a la hilera horizontal que tiene el 9 en el margen izquierdo. Ahí hace una señal en el correspondiente cuadradito, que es el de destino, y así se sabrá que hubo un viaje del puesto 2 al puesto 9. Todos los recorridos se consignan de la misma manera, empezando siempre en la primera hilera por el cuadradito de partida, bajando siempre verticalmente y acabando siempre en el cuadradito que tenga en el margen izquierdo el mismo número que el lugar de destino. Claro está que no se deja un trazo por el camino que sigue el lápiz, sino que basta con hacer una marca en el cuadradito de destino para señalar el trayecto.

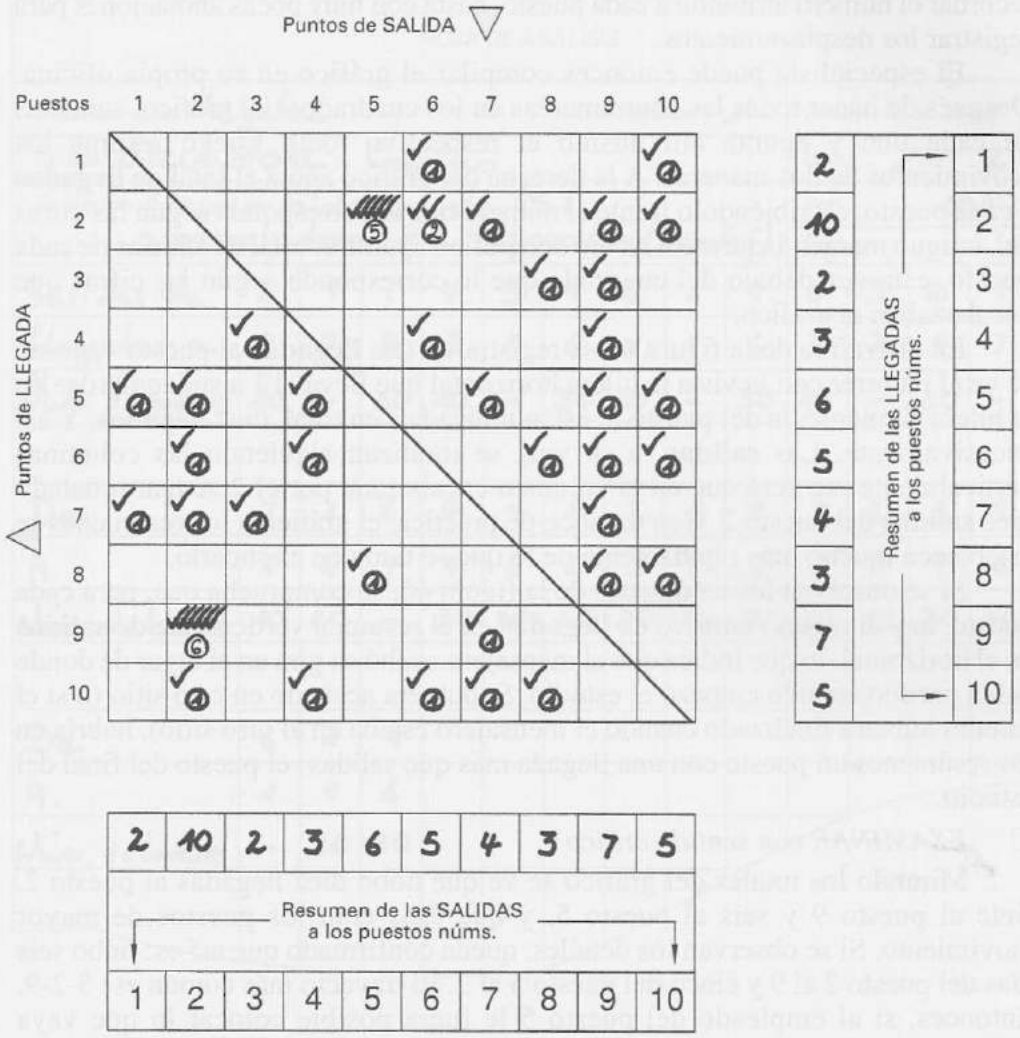
Para aclarar bien el procedimiento íntegro, supongamos ahora que el mensajero, después de ir del puesto 2 al 9, siga al 5, al 3 y de vuelta al 2. El trayecto del 2 al 9 ya lo señalamos. Para indicar el trecho siguiente (9 a 5) volvemos a la primera hilera, buscamos el número 9 y vamos bajando por la columna del 9 hasta llegar al cruce con la hilera del 5. Ahí hacemos una marca. Regresamos arriba otra vez, y partiendo del cuadrado 5 bajamos hasta el que forma el cruce con la hilera 3: otra marca para ese trayecto. Por último, subimos una vez más. y desde el cuadrado 3 de la primera hilera llegamos al cruce con la hilera del 2, donde anotamos el último trecho del circuito.

Ejemplo de gráfico de trayectoria: movimiento del mensajero dentro de una oficina

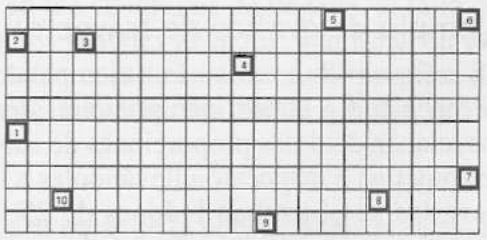
☐ *REGISTRAR*

Para la primera etapa, o sea aquella en que el especialista observa y anota los desplazamientos del mensajero en la oficina misma, no se necesita más que

Figura 46. Gráfico de trayectoria: movimiento del mensajero dentro de una oficina



Plano esquemático de la oficina



una simple hoja de análisis, como la de la figura 47. Una vez numerados los puestos donde para el mensajero y establecido un plano esquemático que permita recordar el número atribuido a cada puesto, basta con muy pocas anotaciones para registrar los desplazamientos.

El especialista puede entonces compilar el gráfico en su propia oficina. Después de hacer todas las contramarcas en los cuadrados del gráfico, suma las de cada uno y apunta allí mismo el respectivo total. Luego resume los movimientos de dos maneras. A la derecha del gráfico anota el total de **llegadas** a cada puesto, escribiéndolo frente al número que le corresponde según las cifras del antiguo margen izquierdo. Abajo del gráfico apunta el total de **salidas** de cada puesto, esta vez debajo del cuadrado que le corresponde según las cifras que encabezaban el gráfico.

En el gráfico de la figura 46 se registraron dos **llegadas** al puesto 1, como se ve al recorrer con la vista la hilera horizontal que lleva el 1 a su izquierda. En la hilera siguiente, la del puesto 2, están indicadas, en total, diez **llegadas**. Y así sucesivamente. Las **salidas**, a su vez, se totalizan siguiendo las columnas verticalmente: se verá que en la columna encabezada por el 2 se han señalado diez **salidas** del puesto 2. Con un poco de práctica, el gráfico y los resúmenes se establecen mucho más rápidamente de lo que se tarda en explicarlo.

Si se observan los resúmenes de la figura 46, se comprueba que, para cada puesto, hay el mismo número de **llegadas** en el resumen vertical que de **salidas** en el horizontal, lo que indica que el mensajero acabó su gira en el lugar de donde había partido cuando empezó el estudio. Si hubiera acabado en otro sitio (o si el estudio hubiera finalizado cuando el mensajero estaba en el otro sitio), habría en los resúmenes un puesto con una llegada más que salidas: el puesto del final del estudio.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

Mirando los totales del gráfico se ve que hubo diez llegadas al puesto 2, siete al puesto 9 y seis al puesto 5, y que ésos eran los puestos de mayor movimiento. Si se observan los detalles, queda confirmado que así es: hubo seis idas del puesto 2 al 9 y cinco del puesto 5 al 2. El trayecto más común es: 5-2-9. Entonces, si al empleado del puesto 5 le fuera posible colocar lo que vaya acabando en el casillero de entrada del puesto 2, y al empleado de este puesto pasar lo que acabe él al puesto 9, el mensajero se ahorraría gran parte de su recorrido actual.

Ejemplo de gráfico de trayectoria: manipulación de materiales

En la figura 48 se presenta un ejemplo de gráfico de trayectoria que formaba parte de un estudio sobre manipulación de materiales. En el taller del estudio se mezclaban distintas proporciones de substancias en ocho máquinas, y las mezclas se sometían a inspección llevándolas a lo que se designó como «puesto 6». Para llevarlas se utilizaban bidones de 25 litros, que se colocaban en paletas y se trasladaban en una elevadora de horquilla.

☐ *REGISTRAR*

Los trayectos efectuados se iban registrando en una hoja de análisis como la de la figura 47, donde se apuntaba, además de las idas y venidas, el número de

Figura 47. Hoja de análisis

HOJA DE ANALISIS

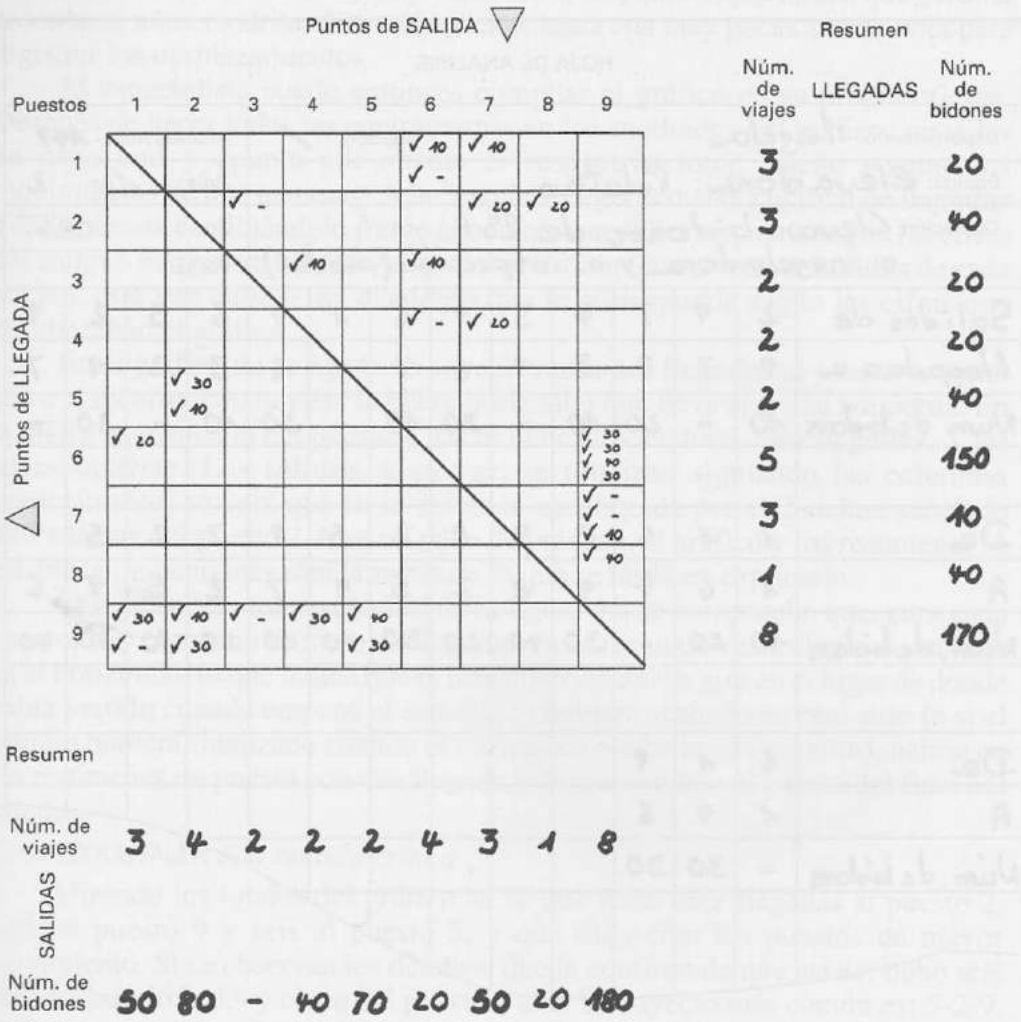
Departamento: Mezcla						Sección /				Análisis núm. 147			
Equipo: Elevadora: Paletas										Hoja: / de 2			
Operación: Llevar bidones de 251 a mezcladora y a inspección (puesto 6)										Por: CBA			
										Fecha:			
Salidas de	2	9	7	4	3	9	6	1	9	6	3	2	9
Llegadas a	9	7	4	3	9	6	1	9	6	3	2	9	7
Núm. de bidones	10	-	20	10	-	30	10	-	30	10	-	30	-
De	7	1	6	4	9	8	2	5	9	7	2	5	9
A	1	6	4	9	8	2	5	9	7	2	5	9	6
Núm. de bidones	10	20	-	30	40	20	30	40	10	20	10	30	40
De	6	1	9										
A	1	9	6										
Núm. de bidones	-	30	30										

bidones transportados cada vez. El gráfico establecido después con esos datos aparece en la figura 48. Los nueve puestos corresponden a las ocho mezcladoras y el banco de inspección. El método aplicado fue exactamente el mismo que en el ejemplo anterior, con dos salvedades: en los cuadrados de llegada, al lado de la marca indicativa del viaje se apuntaron los bidones llevados, y al final, en los resúmenes, se totalizaron tanto los trayectos como el número de bidones. Se observará, por ejemplo, que se efectuaron dos trayectos del puesto 5 al 9, uno con una carga de 40 bidones y el otro con 30.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

No son muchos los datos que se pueden sacar de la hoja de análisis: apenas que, de los veintinueve viajes que se hicieron, siete fueron sin carga y que el número de bidones se situaba entre 10 y 40. El gráfico de trayectoria, en cambio, muestra inmediatamente que los puestos 6 y 9 tienen mucho movimiento. Hubo cinco llegadas al puesto 6, donde se entregaron en total 150 bidones. (El puesto 6

Figura 48. Gráfico de trayectoria: manipulación de materiales



era el banco de inspección.) Esas llegadas correspondían a cuatro salidas de la estación 9 con una carga total de 130 bidones. Así, pues, el trayecto más frecuente con la mayor cantidad de bidones era del puesto 9 al banco de inspección, de modo que convenía disponer los locales para que fuera lo más corto posible. Tal vez se pudiera instalar un transportador de rodillos entre los dos lugares y ahorrar así mucho trabajo a la carretilla elevadora.

Al puesto 9 se hicieron ocho viajes y se entregaron 170 bidones. Estos habían salido de los puestos 1, 2, 4 y 5, mientras que del puesto 3 hubo una salida sin carga. Parecería que los puestos 1, 2, 4 y 5 son los que abastecen al puesto 9, que envía su trabajo al banco de inspección (aunque habría que verificarlo con un estudio más a fondo). Si es así, habría motivo para disponer nuevamente el taller y colocar esos puestos más cerca unos de otros, y entonces quizá fuera posible realizar la mayor parte de los transportes aprovechando la fuerza de

gravedad gracias a transportadores de rodillos. En este ejemplo no se ha presentado un dibujo del taller ni un cuadro de las distancias entre puestos, indispensables ambos para utilizar un gráfico de trayectoria.

Es interesante observar que del puesto 2 hubo cuatro salidas, pero sólo tres llegadas, y que del puesto 6 hubo sólo cuatro salidas, aunque las llegadas fueron cinco. Ello se debe a que el estudio empezó en el puesto 2 y acabó en el banco de inspección.

CAPITULO **9**

Métodos y movimientos en el lugar de trabajo

1. Consideraciones generales

Hemos procedido gradualmente desde el amplio campo de la productividad de la industria en su conjunto hasta la consideración general de cómo es posible elevar la productividad de hombres y máquinas mediante el estudio del trabajo. Continuando el análisis de mayor a menor, hemos examinado procedimientos de carácter general para mejorar la forma en que se realizan series completas de operaciones y se hace circular el material por la zona de trabajo. Pasando del material a los hombres, analizamos métodos para estudiar los movimientos de los operarios en la zona de trabajo y las relaciones entre hombres y máquinas o entre los operarios que trabajan juntos en grupos. Lo hemos hecho siguiendo el principio de que hay que enderezar los métodos generales antes de intentar mejoras de detalle.

Pasamos ahora a estudiar al operario en su lugar o mesa de trabajo, aplicándole los principios establecidos y los procedimientos expuestos en los ejemplos anteriores.

Al examinar los movimientos de obreros y materiales con el enfoque más amplio, nos interesaba llegar a una mejor utilización de las máquinas y herramientas existentes (y, siendo posible, de los materiales) mediante la supresión de los tiempos innecesarios de inactividad, la ejecución más eficaz de los procesos y el mejor aprovechamiento de la mano de obra, eliminando movimientos innecesarios que consumen mucho tiempo, dentro de la zona de trabajo, en la fábrica, departamento o local.

Como se indicó en el ejemplo de los obreros que empujaban la vagoneta (capítulo 8), el factor fatiga influye en la solución de los problemas incluso cuando no se trata del trabajo concreto de un solo individuo. Ahora, cuando observamos al operario en su lugar de trabajo, el modo de aplicar su esfuerzo y el mayor o menor grado de fatiga provocado por su manera de trabajar pasan a ser factores determinantes para su productividad.

Antes de emprender el estudio detallado de un operario que ejecuta una tarea sin moverse de su sitio, es importante comprobar si la tarea es realmente necesaria y si se ejecuta en la forma adecuada. Se aplica entonces la técnica del interrogatorio a los siguientes elementos:

- ☐ *PROPOSITO*
  para asegurarse de que la tarea es necesaria;

- ☐ *LUGAR*
  para asegurarse de que debe ejecutarse donde se realiza;
- ☐ *SUCESION*
  para asegurarse de que ocupa el lugar que le corresponde en la sucesión de operaciones;
- ☐ *PERSONA*
  para asegurarse de que la ejecuta la persona indicada.

Una vez adquirida la seguridad de que no es posible combinar la tarea con otra operación, se puede proseguir el análisis y estudiar, con vistas a simplificarlos cuanto sea posible,

- ☐ *MEDIOS*
  empleados para ejecutar el trabajo.

Unas páginas más adelante estudiaremos las técnicas que se utilizan para consignar detalladamente los movimientos del obrero en su lugar de trabajo de la manera que más facilite el examen crítico y el desarrollo de métodos perfeccionados, y entre esas técnicas, el **diagrama bimanual**. Pero más vale antes explicar los principios de la economía de movimientos y algunos hechos más que influyen en la instalación misma del lugar de trabajo, el cual debe dar al obrero la posibilidad de cumplir su trabajo con el máximo de comodidad.

2. Principios de economía de movimientos

Hay varios principios de economía de movimientos que son resultado de la experiencia y constituyen una base excelente para idear métodos mejores en el lugar de trabajo. Frank Gilbreth, fundador del estudio de movimientos, fue el primero en utilizarlos, y posteriormente fueron ampliados por otros especialistas, particularmente el profesor Barnes[1]. Se pueden clasificar en tres grupos:

A. Utilización del cuerpo humano
B. Distribución del lugar de trabajo
C. Modelo de las máquinas y herramientas

Sirven por igual en talleres y oficinas, y, aunque no siempre es posible aplicarlos, constituyen una base excelente para mejorar la eficacia y reducir la fatiga del trabajo manual. A continuación los detallamos en forma un tanto simplificada.

A. Utilización del cuerpo humano

Siempre que sea posible:

1) Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
2) Nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante los períodos de descanso.
3) Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.

[1] Véase Ralph M. Barnes: *Estudio de movimientos y tiempos* (Madrid, Editorial Aguilar, 5.ª ed., 1966), capítulos 17 a 19.

4) Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo (véase la sección 3 a continuación).
5) Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
6) Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
7) Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.
8) El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
9) El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.

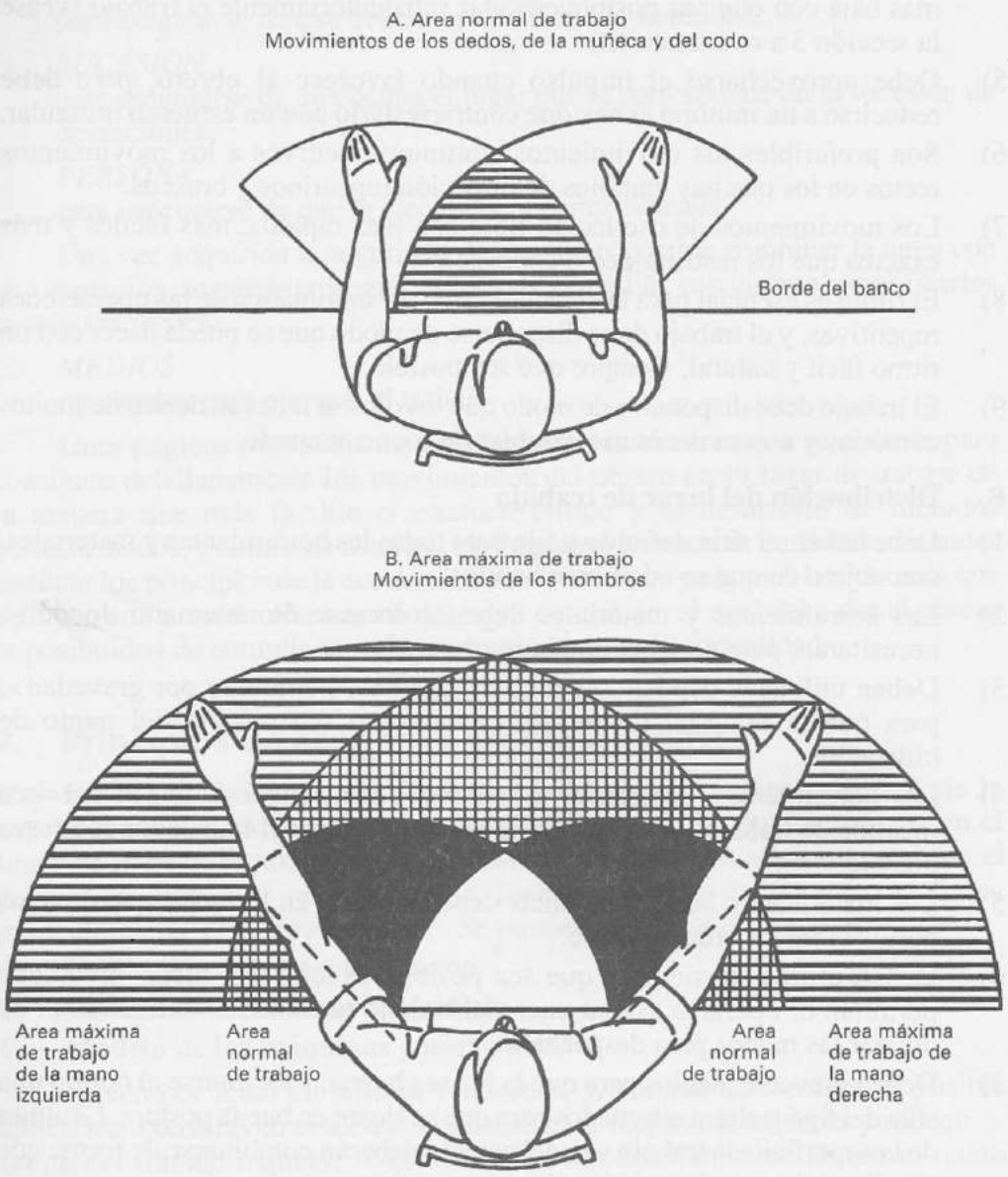
B. Distribución del lugar de trabajo

1) Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objeto de que se adquieran hábitos.
2) Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos.
3) Deben utilizarse depósitos y medios de «abastecimiento por gravedad», para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.
4) Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo (véase la figura 49) y tan cerca del trabajador como sea posible.
5) Los materiales y las herramientas deben situarse en la forma que dé a los gestos el mejor orden posible.
6) Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario «dejar caer» el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
7) Deben preverse medios para que la luz sea buena, y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se siente en buena postura. La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.
8) El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la fatiga de la vista.

C. Modelo de las máquinas y herramientas

1) Debe evitarse que las manos estén ocupadas «sosteniendo» la pieza cuando ésta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.
2) Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.
3) Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.

Figura 49. Area normal y área máxima de trabajo



4) Los mangos, como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano. Es algo de especial importancia cuando hay que ejercer mucha fuerza sobre el mango.

5) Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de «ventajas mecánicas».

Estos principios, que reflejan los presentados en el capítulo 5, pueden ser la base de una «lista-memento» para facilitar la disposición del lugar de trabajo y evitar omisiones.

La figura 49 muestra el área normal de trabajo de un operario corriente y la zona de almacenamiento de su banco de trabajo. Siempre que sea posible se evitará colocar los materiales en el área situada delante del operario, ya que estirarse hacia adelante exige el empleo de los músculos de la espalda, provocando por lo tanto fatiga, como lo han demostrado investigaciones fisiológicas.

3. Clasificación de movimientos

El cuarto principio de la economía de esfuerzos del cuerpo humano es que los movimientos deben corresponder a la clase más baja posible. La clasificación se basa en las partes del cuerpo que sirven de eje a las que se mueven: véase el cuadro 9.

Cuadro 9. Clasificación de movimientos

Clase	Punto de apoyo	Partes del cuerpo empleadas
1	Nudillos	Dedo
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos

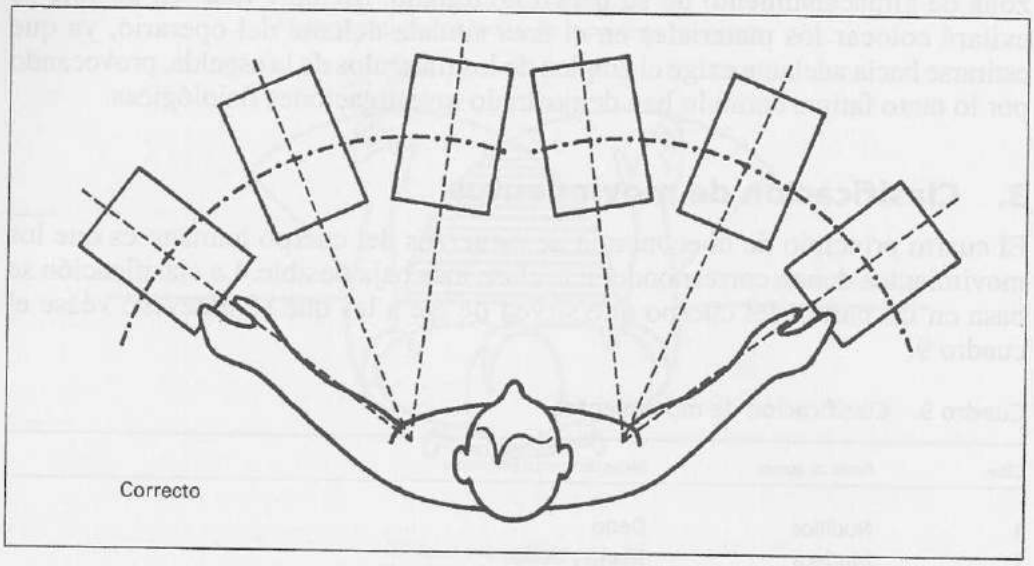
Es evidente que a medida que se sube de clase van entrando en movimiento más partes del cuerpo, o sea que, cuanto más baja sea la clase, más movimientos se ahorrarán. Si al disponer el lugar de trabajo se coloca todo lo necesario al alcance del operario, la clase de movimientos necesarios para ejecutar el trabajo será la más baja posible.

4. Algunos comentarios más sobre la disposición del lugar de trabajo y la simplificación de movimientos

Quizá sean útiles algunos comentarios más sobre la disposición del lugar de trabajo.

1) Si las dos manos realizan un trabajo análogo, hay que prever una reserva aparte de materiales o piezas para cada mano.
2) Cuando se utilice la vista para seleccionar el material, éste deberá estar colocado, siempre que sea posible, de manera que el operario pueda verlo sin necesidad de mover la cabeza.
3) En lugar de una disposición en un solo arco de círculo, es preferible utilizar una disposición en dos arcos de círculo (figura 50).
4) En la concepción del lugar de trabajo deben aplicarse las reglas de la ergonomía. Para sentarse, se recomienda adoptar la postura presentada en la figura 51.
5) La naturaleza y la forma del material influyen en su colocación en el lugar de trabajo. Para distribuir el material, conviene utilizar dispositivos como los de la figura 52.

Figura 50. Disposición recomendada en dos arcos de círculo



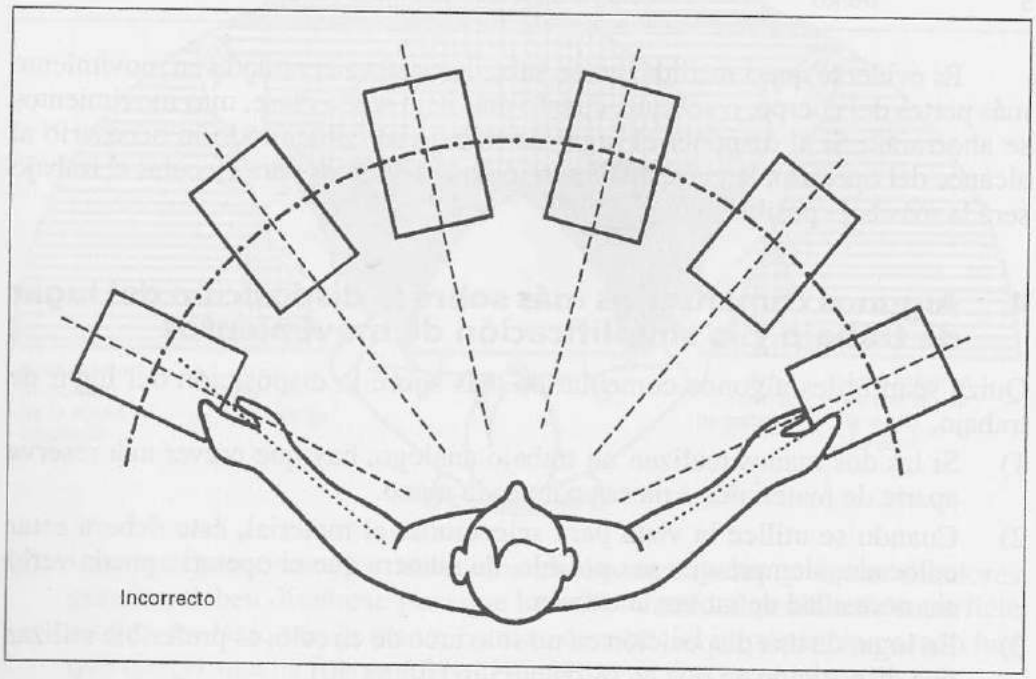
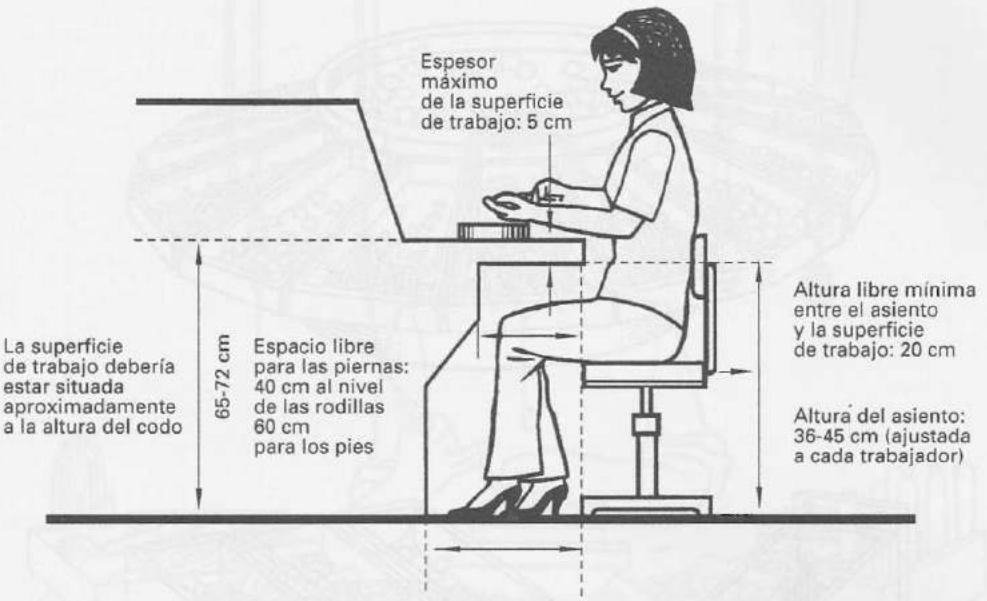


Figura 51. Dimensiones recomendadas para tareas efectuadas en posición de sentado



Fuente: Thurman y cols., *op. cit.*, figura 54.

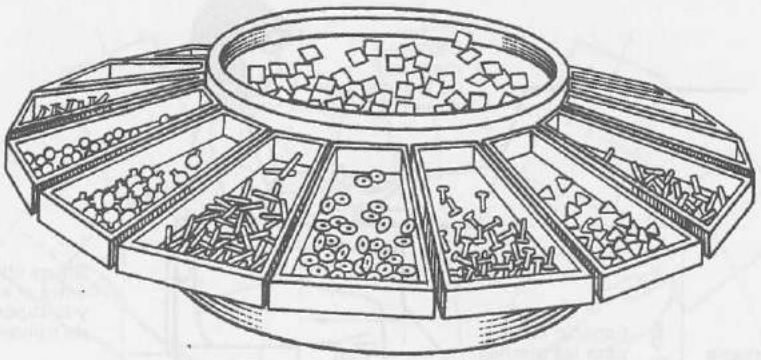
6) Las herramientas manuales deben recogerse alterando al mínimo el ritmo y simetría de los movimientos. En lo posible, el operario deberá recoger o depositar la herramienta conforme la mano pasa de una fase del trabajo a la siguiente, sin hacer un recorrido especial. Los movimientos naturales son curvos y no rectos: las herramientas deben colocarse en el arco del movimiento, pero no en el camino de algún material que sea preciso deslizar por el banco de trabajo.

7) Las herramientas deben situarse de modo que sea fácil recogerlas y volverlas a poner en su lugar; siempre que sea posible volverán a su sitio mediante un dispositivo automático o aprovechando el movimiento de la mano cuando va a recoger la pieza siguiente de material.

8) El trabajo terminado debe:
   a) dejarse caer en vertederos o deslizaderas;
   b) soltarse en una deslizadera cuando la mano inicie el primer movimiento del ciclo siguiente;
   c) colocarse en un recipiente dispuesto de manera tal que los movimientos de las manos queden reducidos al mínimo;
   d) colocarse en un recipiente donde el operario siguiente pueda recogerlo fácilmente, si se trata de una operación intermedia.

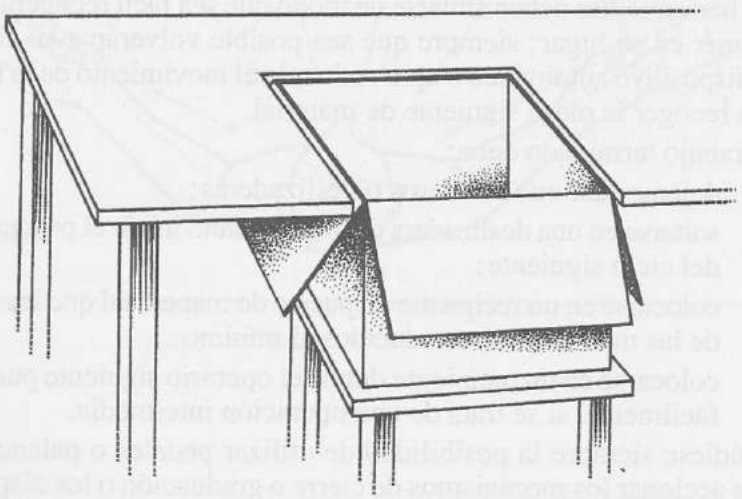
9) Estúdiese siempre la posibilidad de utilizar pedales o palancas de rodilla para accionar los mecanismos de cierre o graduación o los dispositivos para retirar el trabajo terminado.

Figura 52. Recipientes y dispositivos para economizar movimientos



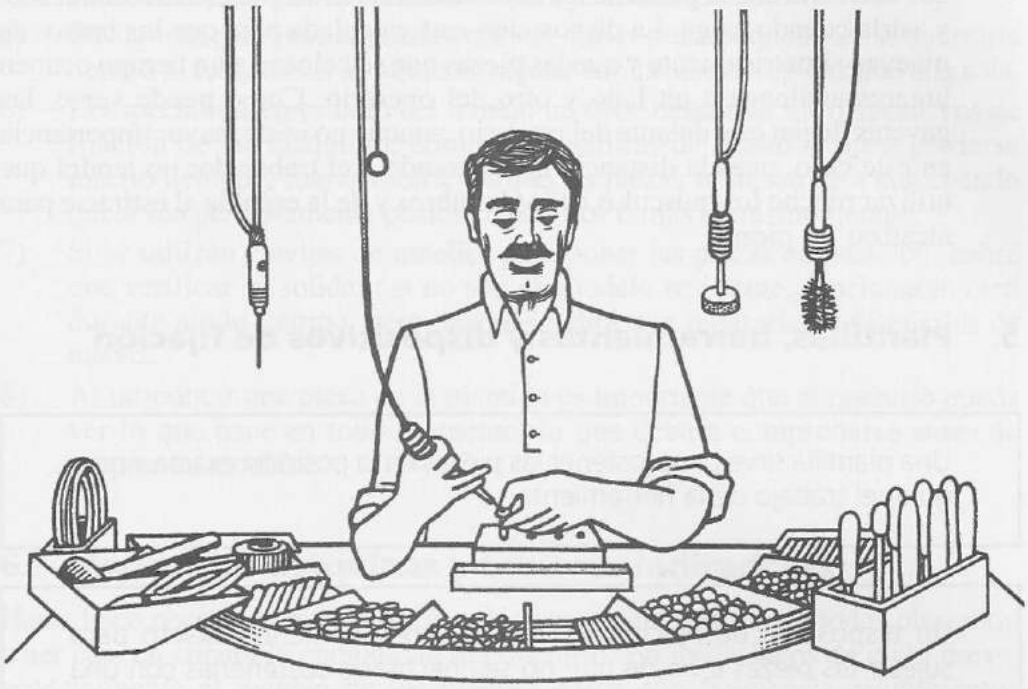


Diferentes tipos de recipientes



Dispositivo para facilitar el embalaje en cajas de cartón

Figura 53. Ejemplo de disposición de un lugar de trabajo



Fuente: Thurman y cols., *op. cit.*, figura 53.

Ejemplo de disposición de un lugar de trabajo

Examinemos ahora un lugar de trabajo típico teniendo presentes los principios de economía de movimientos y las observaciones precedentes. La figura 53 es un ejemplo de disposición típica para montar equipo eléctrico pequeño. Se observarán inmediatamente los puntos siguientes:

1) Gracias a un dispositivo de fijación que sostiene la pieza, en este caso el chasis del contador, las manos del operario quedan libres para efectuar el montaje. Deberá evitarse siempre el empleo de una mano para sostener simplemente la pieza en que se trabaja, salvo cuando las operaciones sean tan cortas que no se justifique el dispositivo de fijación.
2) El destornillador mecánico y la llave de tuercas están colgados frente al operario, de modo que a éste le basta un pequeño movimiento fácil para asirlos y ponerlos en posición de trabajo, y quedan despejadas la superficie de la mesa y la pieza que trabaja. El martillo y el destornillador, que se usan con la mano izquierda, están al alcance del operario para que éste pueda recogerlos sin necesidad de buscarlos, aunque tal vez no encuentre el destornillador sin tantear un poco. Estas herramientas están en el camino de los cajoncitos de piezas, pero a una altura inferior, de modo que no estorban el paso.
3) Todas las piezas pequeñas están cerca del operario, dentro de su «área máxima de trabajo». Cada una tiene un sitio fijo y los cajoncitos tienen

forma de pala para que el operario, cuando necesite una pieza, no tenga más que acercarla con la punta de los dedos hasta el borde, por cierto redondeado, y asirla cuando caiga. La disposición está calculada para que los brazos se muevan simétricamente y que las piezas que se colocan a un tiempo ocupen lugares análogos a un lado y otro del operario. Como puede verse, las gavetas llegan casi delante del operario, aunque no es de mayor importancia en este caso, pues la distancia no es grande y el trabajador no tendrá que utilizar mucho los músculos de los hombros y de la espalda al estirarse para alcanzar las piezas.

5. Plantillas, herramientas y dispositivos de fijación

Una plantilla sirve para sostener las piezas en la posición exacta y para guiar el trabajo de la herramienta.

Un dispositivo de fijación es un instrumento menos exacto para sujetar las piezas a fin de que no sea necesario sostenerlas con una mano mientras la otra trabaja.

El objeto de las plantillas y demás dispositivos de fijación es conseguir mayor precisión en las operaciones de fabricación y montaje. Para abrirlos y cerrarlos o para sujetar la pieza se hacen con frecuencia más movimientos de los que son estrictamente necesarios. Por ejemplo, tal vez haya que utilizar una llave para apretar una tuerca, que podría ser de mariposa, y levantar la tapa de una plantilla para introducir una pieza que se podría haber metido deslizándola.

La cooperación entre el especialista en estudio del trabajo y los proyectistas de plantillas y de herramientas en las industrias en que trabajan uno y otros debería comenzar en las fases iniciales del diseño, y los proyectistas de herramientas deberían ser de los primeros en asistir a los cursos de iniciación al estudio de métodos. Vale la pena tener presentes las siguientes observaciones:

1) Las abrazaderas deberán ser de manejo fácil, sin que sea necesario atornillarlas, a menos que sea indispensable por razones de precisión. Si se necesitan dos, su modelo debería permitir sujetarlas al mismo tiempo empleando las dos manos.
2) Las plantillas deberán ser de un modelo que permita cargar piezas con ambas manos y con el mínimo de obstrucción posible. No deberá haber estorbos entre el lugar donde se recoge el material y la entrada a la plantilla.
3) La acción de soltar una abrazadera deberá servir también para expulsar la pieza, sin que se necesiten más movimientos para sacarla de la plantilla.
4) En trabajos pequeños de montaje, siempre que sea posible, los dispositivos de fijación para piezas en que no pueda trabajarse con las dos manos a un

tiempo deben ser capaces de contener dos piezas, con suficiente espacio entre ellas para que ambas manos trabajen con facilidad.

5) En algunas plantillas se pueden colocar varias pieza pequeñas, y se ahorraría tiempo al cargarlas si se pudieran sujetar con la misma rapidez que una sola.

6) El especialista en estudio del trabajo no debe descuidar los dispositivos de fijación de las máquinas, como las plantillas de fresado: suele perderse mucho tiempo y fuerza motriz porque las piezas se fresan de a una cuando quizá sea perfectamente posible fresar dos o más al mismo tiempo.

7) Si se utilizan clavijas de muelles para poner las piezas en posición, habrá que verificar su solidez: si no son de modelo resistente, funcionarán bien durante algún tiempo, pero después habrá que repararlas o diseñarlas de nuevo.

8) Al introducir una pieza en la plantilla es importante que el operario pueda ver lo que hace en todo momento, lo que deberá comprobarse antes de aceptar un modelo.

6. Mandos de máquinas y tableros indicadores

Hasta hace poco se proyectaban instalaciones y maquinaria de todas clases sin tener casi en cuenta la comodidad del operario. En los trabajos de ciclo breve, especialmente el manejo de los mandos exige con frecuencia movimientos penosos (como cambiar las velocidades en un torno revólver). Después de comprada una máquina con mandos incómodos poco remedio tiene, pero **se pueden** señalar los defectos al fabricante para que los rectifique en modelos posteriores. Los fabricantes de maquinaria empiezan a tener mayor conciencia de este problema, pero aún queda mucho por hacer. Las pocas industrias que fabrican su propia maquinaria o hacen sus instalaciones deberían consultar al departamento de estudio del trabajo desde la primerísima fase del proyecto.

Los fisiólogos y psicólogos han estudiado la disposición de los instrumentos indicadores a fin de reducir al mínimo la fatiga de los operarios que tienen que observarlos constantemente. La distribución de los tableros de control de procesos químicos y análogos se hace con frecuencia en las fábricas que los instalan; deberá consultarse a los especialistas en estudio del trabajo.

La importancia creciente atribuida a la disposición de los mandos de máquinas y de los bancos de trabajo para que la labor se efectúe en condiciones favorables ha dado origen en estos últimos años a una nueva ciencia enteramente dedicada al estudio de la cuestión: la **ergonomía**[2], o sea el estudio de la relación del trabajador con el medio que lo rodea, y particularmente la aplicación de los conocimientos actuales de anatomía, fisiología y psicología a los problemas creados por esa relación. Se han hecho muchos experimentos para determinar, por ejemplo, la mejor ubicación de los botones y palancas, las dimensiones óptimas de los asientos y superficies de trabajo, la resistencia más cómoda de un pedal, etc., y los resultados se han incorporado muy a menudo en el diseño de los nuevos modelos de máquinas e instalaciones.

[2] Véase capítulo 5.

7. Diagrama bimanual

Lo mismo que el estudio de métodos en una esfera más amplia, el estudio del operario en su banco de trabajo empieza por un gráfico que indica la sucesión de hechos. En este caso, es el quinto de la serie (cuadro 8) y se denomina **diagrama bimanual**.

> El diagrama bimanual es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas.

Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando las manos, y a veces los pies, del operario en movimiento o en reposo y su relación entre sí, por lo general con referencia a una escala de tiempos. Esta es importante en el diagrama porque permite colocar más fácilmente, uno enfrente del otro, los símbolos de los movimientos que las dos manos ejecutan al mismo tiempo.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo, pero con más detalles que lo habitual en los diagramas de la misma serie. Lo que figuraría en un cursograma analítico como una sola operación se descompone aquí en varias actividades elementales. Los símbolos que se utilizan son generalmente los mismos que en los demás diagramas ya estudiados, pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

○	*OPERACION*	se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material.
⇨	*TRANSPORTE*	se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
D	*ESPERA*	se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja (aunque quizá trabajen las otras).
▽	*SOSTENIMIENTO*	(«almacenamiento»): con los diagramas bimanuales no se emplea el término **almacenamiento**, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de **sostener** alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

El símbolo de **inspección** no se emplea casi, puesto que durante la inspección de un objeto (mientras se lo sujeta y mira o se lo calibra) los movimientos de la mano vienen a ser «operaciones» a los efectos del diagrama. Sin embargo, a veces resulta útil emplear el símbolo de «inspección» para hacer resaltar que se examina algo[3].

[3] Ciertas autoridades opinan que los símbolos no son enteramente aptos para registrar los movimientos del cuerpo y de las manos, por lo que han adoptado variantes tales como: O = Operación; TL = Transporte en carga *(Transport loaded)*; TE = Transporte sin carga *(Transport empty)*; H = Sostenimiento *(Hold)*; R = Descanso *(Rest)*.

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores del trabajo, y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Así tendrá una idea de las posibles mejoras. Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama, exactamente igual que con todos los demás diagramas o cursogramas. Tal vez haya formas de simplificar el trabajo, y si se hace un diagrama de cada una es mucho más fácil compararlas. El mejor método, por lo general, es el que menos movimientos necesita.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles pueden presentar ciertos problemas. Al montar piezas pequeñas ajustadamente, «la puesta en posición antes del montaje» deberá exponerse como un movimiento en sí («operación»), aparte del que se efectúa para hacer el montaje propiamente dicho (por ejemplo: colocar un destornillador en la cabeza de un tornillo pequeño). Así se hace resaltar dicho movimiento, y si se muestra en relación con una escala de tiempos, se podrá evaluar su importancia relativa. Se lograrán economías considerables si es posible reducir el número de dichas colocaciones.

Notas sobre la composición de un diagrama bimanual

El formulario de diagrama deberá comprender:

- ☐ espacio en la parte superior para la información habitual;
- ☐ espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo (equivalente al del diagrama de recorrido que se utiliza junto con el cursograma analítico) o para el croquis de las plantillas, etc.;
- ☐ espacio para los movimientos de ambas manos;
- ☐ espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad.

Se incluyen ejemplos en las páginas siguientes.

Al componer diagramas conviene tener presentes estas observaciones:

1) Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2) Registrar **una** sola mano cada vez.
3) Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4) La acción de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones. Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Tanto da el punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegará nuevamente allí, pero debe fijarse claramente. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la otra mano.
5) Registrar las acciones en el mismo renglón sólo **cuando tienen lugar al mismo tiempo**.
6) Las acciones que tienen lugar **sucesivamente** deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.

Figura 54. Diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio (método original)

Diagrama bimanual

Diagrama núm. *1* Hoja núm. *1* de *1*

Dibujo y pieza: *Tubo de vidrio de 3 mm de diám. y 1 m de long.*

Operación: *Cortar trozos de 1,5 cm*

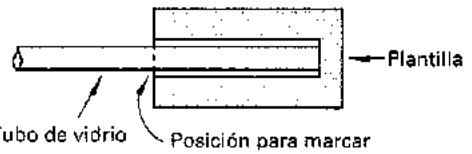
Lugar: *Talleres generales*

Operario:

Compuesto por: Fecha:

Disposición del lugar de trabajo

Método original



Descripción mano izquierda	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Descripción mano derecha
Sostiene tubo									*Recoge lima*
Hasta plantilla									*Sostiene lima*
Mete tubo en plantilla									*Lleva lima hasta tubo*
Empuja hasta fondo									*Sostiene lima*
Sostiene tubo									*Muesca tubo con lima*
Retira un poco tubo									*Sostiene lima*
Hace girar tubo 120°/180°									*Sostiene lima*
Empuja hasta fondo									*Acerca lima a tubo*
Sostiene tubo									*Muesca tubo*
Retira tubo									*Pone lima en mesa*
Pasa tubo a la derecha									*Va hasta tubo*
Dobla tubo para partirlo									*Dobla tubo*
Sostiene tubo									*Suelta trozo cortado*
Corre a otra parte de tubo									*Va hasta lima*

Resumen

Método	Actual		Propuesto	
	Izq.	Der.	Izq.	Der.
Operaciones	*8*	*5*		
Transportes	*2*	*5*		
Esperas	–	–		
Sostenimientos	*4*	*4*		
Inspecciones	–	–		
Totales	*14*	*14*		

7) Procúrese registrar **todo** lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

Ejemplo de diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio

Este ejemplo muy sencillo muestra cómo se preparó un diagrama bimanual para el corte de tubos de vidrio en trozos cortos con ayuda de una plantilla. El formulario ilustra la naturaleza del trabajo; las operaciones realizadas no requieren explicación (figura 54).

☐ *REGISTRAR*

Con el método original, el tubo se metía hasta el tope de la plantilla, se marcaba con la lima y se retiraba un poco para muescarlo; luego se sacaba de la plantilla y se partía. Como se verá, el diagrama registra con mucho detalle los movimientos de las manos, ya que en trabajos de ciclo breve como éste las fracciones de segundo, cuando se suman, pueden representar una buena proporción del tiempo total del trabajo.

☐ *EXAMINAR con sentido crítico*

Si se aplica la técnica del interrogatorio a cada paso del método original, se ven en seguida ciertas fallas. (No nos ceñimos al orden clásico de las preguntas porque a estas alturas suponemos que el lector siempre lo hará.)

1) ¿Por qué hay que sujetar el tubo cuando está en la plantilla?
2) ¿Por qué no se muesca el tubo mientras se hace girar, en vez de tener esperando a la mano derecha?
3) ¿Por qué hay que sacar el tubo de la plantilla para partirlo?
4) ¿Por qué recoger y depositar la lima al final de cada ciclo? ¿No es posible quedarse con ella en la mano?

El propio gráfico da las respuestas a las tres primeras preguntas:

1) Siempre habrá que sujetar el tubo mientras está en la plantilla porque la parte que queda fuera es mucho más larga que la otra.
2) No hay ninguna razón que impida hacer girar el tubo y muescarlo al mismo tiempo.
3) Hay que sacar el tubo de la plantilla para romperlo porque, si se lo partiera contra la cara de la plantilla, habría que extraer el extremo cortado, lo que sería difícil si sólo asomara un poco. Si la plantilla fuera de un modelo en que la punta de tubo partida cayera sola, no se necesitaría sacar el tubo.

También es evidente la respuesta a la cuarta pregunta:

4) Se necesitan las dos manos para romper el tubo con el método original, aunque posiblemente no con otro tipo de plantilla.

☐ *IDEAR el nuevo método*

Una vez contestadas esas preguntas es fácil hallar una solución adecuada al problema. En la figura 55 puede verse una posible solución: el especialista en estudio del trabajo diseñó la plantilla de modo que se pueda hacer la muesca a la derecha del punto de apoyo y que el trozo cortado caiga cuando le dan un golpe

Figura 55. Diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio (método perfeccionado)

Diagrama bimanual

Diagrama núm. *2* Hoja núm. *1* de *1*

Disposición del lugar de trabajo

Dibujo y pieza: *Tubo de vidrio de 3 mm de diám. y 1 m de long.*

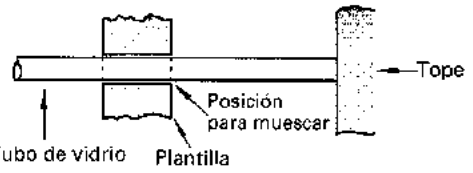
Operación: *Cortar trozos de 1,5 cm*

Lugar: *Talleres generales*

Operario:

Compuesto por: Fecha:

Método propuesto



Descripción mano izquierda	Descripción mano derecha
Mete tubo hasta tope	*Sostiene lima*
Hace girar tubo	*Muesca tubo con lima*
Sostiene tubo	*Golpea tubo con lima:*
	trozo cae en caja

Resumen

Método	Actual		Propuesto	
	Izq.	Der.	Izq.	Der.
Operaciones	*8*	*5*	*2*	*2*
Transportes	*2*	*5*	–	–
Esperas	–	–	–	–
Sostenimientos	*4*	*4*	*1*	*1*
Inspecciones	–	–	–	–
Totales	*14*	*14*	*3*	*3*

seco; así se evita tener que retirar el tubo y emplear las dos manos para partir la punta. El número de operaciones y movimientos bajó de veintiocho a seis, con lo cual se esperaba aumentar la productividad en un 133 por ciento. De hecho se elevó más aún porque el trabajo se volvió más agradable al haberse eliminado la tarea fastidiosa de «poner el tubo en posición en la plantilla». Ahora se realiza sin necesidad de mirar de cerca, lo que facilita la formación de los operarios y cansa menos.

8. Estudio de micromovimientos

En ciertas clases de operaciones, particularmente las de ciclo muy corto que se repiten miles de veces, como empaquetar caramelos o encajonar latas de conservas, vale la pena examinar la operación con mucho mayor detalle para determinar dónde es posible ahorrar movimientos y esfuerzos y ordenar la sucesión de gestos de manera que el operario pueda repetir la operación con el mínimo de esfuerzo y de fatiga. Las técnicas que se utilizan frecuentemente aprovechan la posibilidad de filmar al operario y se denominan colectivamente **estudio de micromovimientos**.

En los primeros tiempos del estudio del trabajo, para el estudio de los micromovimientos se utilizaban diagramas especiales como el **simograma**, y símbolos particulares conocidos como *therbligs*. En la actualidad, se los ha reemplazado por las normas de tiempo predeterminadas (véase la Cuarta parte de este libro) y por el uso de la película y el vídeo.

La película permite una utilización más flexible que el vídeo, pero este último tiene la ventaja de ser menos costoso y de uso más fácil. Además, si se dispone de un buen aparato de lectura, se pueden obtener una ralentización y cuadros fijos de calidad muy satisfactoria.

Las ventajas de la película y el vídeo respecto de la observación directa consisten en que:

a) registran más detalles que el ojo humano;

b) dejan una constancia más exacta que el método del lápiz, papel y cronómetro;

c) son más prácticas;

d) proporcionan un verdadero documento;

e) contribuyen al perfeccionamiento de los propios especialistas del trabajo.

El uso de películas

En el estudio de métodos, las películas pueden utilizarse para los fines siguientes:

1) **Memofotografía** (técnica para registrar movimientos en que se saca una sucesión de fotografías con una cámara adaptada para que las imágenes se fijen a intervalos más largos que lo normal, o sea, por lo general, de $^1/_2$ segundo a 4 segundos).

   La cámara se coloca de modo que abarque toda la zona de trabajo y se regula para que saque un promedio de una o dos imágenes por segundo en lugar de las 24 habituales. Se pueden así condensar en un minuto las actividades de 10 o 20 y obtener un cuadro muy rápido de la escena general, que a su

vez permita localizar los principales movimientos inútiles y adoptar medidas para eliminarlos. Este método de análisis, aplicado desde hace algunos años, ofrece grandes posibilidades y es muy económico.

2) **Readaptación profesional de los operarios**

Para este propósito como para el análisis hay que proyectar a veces las películas con el máximo de lentitud, en cuyo caso se filman a gran velocidad las operaciones que se desea examinar; resultan muy útiles igualmente los bucles.

El uso del vídeo

El vídeo es cada vez más utilizado para registrar movimientos, aun cuando resulta difícil encontrar un equipo que permita efectuar un registro de cada imagen por separado.

También se emplea, de modo más general, para registrar los desplazamientos de trabajadores y de material en determinado lugar de trabajo, y para estudiar los sistemas de mantenimiento y almacenamiento. El especialista en estudio del trabajo puede ver rápidamente una gran cantidad de datos útiles que lo ayudarán a confeccionar diagramas, analizar operaciones e idear nuevos métodos.

Asimismo, el vídeo es un instrumento muy útil para la formación, para presentar el método original y el perfeccionado a la dirección, los supervisores y los obreros, y para favorecer la participación de todos los interesados en el examen de las mejoras propuestas.

9. Otras técnicas de registro

Quedan por describir, siquiera brevemente, una o dos técnicas más de registro y análisis que sólo se mencionaron de paso y de las cuales no se hablará más en este libro de simple iniciación.

En el cuadro 8 del capítulo 7 se citaban cinco diagramas que indican movimiento y que son de uso corriente en el estudio de métodos. Tres de ellos (el diagrama de recorrido, el diagrama de hilos y el gráfico de trayectoria) ya se explicaron e ilustraron con ejemplos en capítulos anteriores. Los otros dos son el ciclograma y el cronociclograma.

El **ciclograma** es el registro de un trayecto, habitualmente trazado por una fuente luminosa continua en una fotografía, con preferencia estereoscópica. Para dibujar así el trayecto de una mano, por ejemplo, se pide al trabajador que se ponga una sortija con una lucecita que deje la marca en la fotografía. O bien, si se quiere ver el camino que recorre mientras ejecuta su trabajo, se le coloca la lucecita en el casco o gorra que lleve.

El **cronociclograma** es una variedad de ciclograma trazado con una luz intermitente regulada de tal modo que el trayecto quede marcado por una serie de trazos en forma de lágrima cuya punta señale la dirección y cuyos espacios indiquen la velocidad del movimiento.

En comparación con las demás técnicas de registro expuestas en esta obra, los ciclogramas y cronociclogramas se aplican muy poco, pero hay casos en que los trazados fotográficos de este tipo pueden ser útiles.

10. Idear métodos perfeccionados

En todos los ejemplos de técnicas de estudio de métodos mencionados hasta ahora hemos analizado las tres fases, registrar, examinar e idear, dedicando particular atención a las dos primeras y estudiando la última únicamente cuando era necesario para subrayar el perfeccionamiento de los métodos logrado gracias a determinado tipo de diagrama o formulario.

Ha llegado ahora el momento de estudiar un poco más a fondo cómo es posible idear métodos mejores.

Una de las compensaciones del estudio de métodos es que frecuentemente permite efectuar importantes economías con sólo hacer pequeños cambios y emplear algún dispositivo de poco precio, como, por ejemplo, deslizaderas o plantillas adecuadas.

Citaremos como muestra una mesa pequeña con resortes, construida muy económicamente con madera contrachapada y que se empleaba para retirar las baldosas que iba fabricando una máquina automática. Los resortes estaban calibrados de tal forma que, cada vez que la máquina empujaba una baldosa hasta la mesa, se contraían hasta el nivel de la plataforma de la máquina, y la mesa volvía a quedar en posición para recibir la baldosa siguiente. La operaria de la máquina podía entonces concentrarse en cargar las baldosas ya terminadas en una rejilla, listas para el horno, mientras se formaba otro lote. Cuando se juntaban unas doce baldosas, las retiraba de la mesa, que subía inmediata y automáticamente hasta el nivel de la plataforma de la máquina, lista para recibir la primera baldosa del lote siguiente. Gracias a este sencillo mecanismo fue posible destinar a otro trabajo al segundo operario empleado hasta entonces en esa operación, lo que era muy ventajoso en una zona donde escaseaban los obreros de ese oficio.

En muchas fábricas, el especialista en estudio del trabajo quizá tenga que hacer algo más que estudiar los movimientos de materiales y trabajadores para conseguir con su trabajo el máximo aumento de la productividad. Deberá estar preparado para estudiar con los proyectistas la posibilidad de utilizar otros materiales que faciliten y aceleren la fabricación del producto. Aun cuando no sea un experto en modelos – y no tiene por qué serlo –, el hecho de señalar otros métodos posibles puede servir para que los proyectistas estudien soluciones que no se les habían ocurrido antes. Después de todo, son falibles como todo el mundo y con frecuencia están abrumados de trabajo, muy bien pueden haber especificado un material para un producto determinado únicamente porque era el que siempre se había usado.

Aparte de la supresión de movimientos inútiles, que puede hacerse a partir del diagrama de recorrido o del cursograma, la invención de métodos perfeccionados exige habilidad e ingenio. Si el especialista en estudio del trabajo está familiarizado igualmente con la industria de que se trate tendrá más probabilidades de éxito. No siendo para las operaciones más sencillas, tendrá que consultar al personal dirigente o técnico, y aunque sepa cómo proceder, es preferible que haga preguntas, porque dicho personal adoptará de mejor grado un método que haya contribuido a elaborar que otro presentado como invento ajeno. Lo mismo vale para los operarios. Que todos sugieran ideas: varias cabezas valen más que una.

Que el perfeccionamiento verdaderamente eficaz de los métodos debe ser una operación conjunta es un hecho cada vez más admitido. Muchas empresas, grandes y pequeñas, han creado comités para perfeccionar los métodos de fabricación y funcionamiento, unas veces con carácter permanente y otras para una misión determinada, como cambiar la disposición del taller o de la fábrica, o la organización del trabajo. A menudo, estos comités se ocupan de la división y asignación del trabajo, así como de otras funciones afines, tales como el control de calidad.

A algunos de estos comités o grupos se los designa como «círculos de calidad» o «círculos de productividad». Se reúnen con regularidad para tratar de mejorar la eficacia de las operaciones. En general, es conveniente que sus miembros hayan sido iniciados en el uso de las técnicas fundamentales del estudio del trabajo y que puedan contar con la ayuda de un especialista, en caso necesario.

CAPITULO **10**

Evaluar, definir, implantar, mantener en uso

1. Evaluar diversos métodos

La etapa de *ELABORACION* del procedimiento del estudio de los métodos debe dar origen a propuestas de cambios en las formas actuales de realizar el trabajo objeto de examen. Algunas veces los cambios que se han de introducir son claros y es posible definir claramente un método revisado. En muchos casos, sin embargo, el estudio de los métodos señala varios cambios posibles y, en consecuencia, varios nuevos métodos posibles. Algunos de éstos pueden implantarse de inmediato, mientras que otros – como la introducción de nuevo equipo, la construcción de nuevas armaduras para montaje o instalaciones, la capacitación del operario, etc. – pueden requerir que se adopten previamente otras medidas. Los patrocinadores de la investigación (normalmente los directores o supervisores en la esfera en la que se está realizando) deben decidir cuál es la solución preferida. Para adoptar esta decisión, necesitan disponer de información adecuada sobre los diversos métodos, los resultados probables de los cambios propuestos y los costos de la implantación. Así pues, el especialista en el estudio de métodos debe preparar un análisis costo-beneficios sobre cada uno de los métodos propuestos. Esto se suele hacer en varias etapas.

Un «primer paso» estriba en determinar qué costos y beneficios en un sentido muy amplio están vinculados con cada cambio potencial. Esto se puede realizar a menudo muy rápidamente y aporta suficiente información para excluir varios cambios y métodos posibles del proceso de evaluación más detallado.

Al examinar los beneficios, conviene incluir no sólo los que son fáciles de cuantificar (como los ahorros financieros directos), sino también los que se pueden expresar únicamente en términos cualitativos. Esos beneficios (por ejemplo, mejoras en la satisfacción en el empleo, la moral de los empleados o las relaciones de trabajo) pueden tener efectos importantes a largo plazo en el rendimiento financiero y deben incluirse en el proceso de evaluación.

Para incluir los factores cualitativos junto a los factores cuantitativos como parte de la evaluación de los diversos métodos, a menudo se recurre a técnicas «pseudocuantitativas», que expresan los beneficios cualitativos en términos cuantitativos (transformando juicios subjetivos en resultados numéricos), agrupando las ventajas cuantitativas y cualitativas en una evaluación global.

Un enfoque corriente consiste en emplear una combinación de puntuaciones y ponderaciones. Se enumeran los diversos factores (normalmente los beneficios, pero pueden incluirse también beneficios negativos o desventajas) que guardan

relación con las posibles soluciones. Esta lista puede incluir asientos como los ahorros de los costos directos, el mejoramiento de la seguridad, una mayor flexibilidad de los trabajadores, etc. Se asigna una ponderación relativa a cada factor para indicar su importancia relativa para la organización. Esta ponderación debe asignarse hablando con los directores o supervisores que participan en el sector del trabajo. (Una ventaja de este método es que impone a los responsables de la adopción de las decisiones la necesidad de reflexionar meticulosamente acerca de sus prioridades.)

Cada método posible recibe luego una «puntuación» con respecto a cada factor (normalmente en una escala sencilla de 1 a 5 o de 1 a 10). Esta puntuación se puede basar en datos cuantitativos, cuando se dispone de ellos, o en un juicio subjetivo.

Por último, los puntos de cada factor se multiplican por el índice de ponderación correspondiente a ese factor y la suma resultante da una puntuación global para ese método posible particular, como se indica en el ejemplo siguiente.

	Ponderación	Puntos	Factor
Reducción de los costos	4	1	4
Flexibilidad de la mano de obra	2	4	8
Aumento de la producción	1	4	4
		Total	16

En el ejemplo citado, un método que aumentará considerablemente la producción (puntuación de 4 de los 5 puntos correspondientes a ese factor) obtiene una puntuación general baja debido a que ese factor particular tiene un índice de ponderación reducido, puesto que la empresa no puede vender ningún incremento de la producción.

La principal ventaja de ese método no es que produce un resultado numérico, sino que obliga a los que participan en el proceso de evaluación a tomar en cuenta todos los factores (incluso los que no son fácilmente mensurables) y a reflexionar cuidadosamente acerca de la importancia relativa de cada uno de ellos. Las cifras finales sólo son indicativas.

Para algunas categorías de investigación, es posible recurrir a técnicas regulares de apoyo a la decisión como las matrices de decisión y los árboles de decisión. Al igual que ocurre con el método de la puntuación y ponderación simple descrito más arriba, esas técnicas no adoptan decisiones, sino que se limitan a proporcionar un marco por medio del cual se puede presentar información y realizar un juicio de valor.

Al medir los costos y beneficios financieros resultantes o previstos a lo largo del tiempo, puede que sea necesario utilizar técnicas como la de los recursos generados descontados para efectuar la comparación de los ingresos y los gastos a los valores monetarios actuales.

La índole de la evaluación más arriba esbozada depende de la índole de la situación objeto de examen y del alcance y magnitud de los cambios propuestos. Cuando el cambio sea insignificante tanto en función de cualquier perturbación que provoque como en función de los costos de aplicación, la evaluación puede realizarse en unos pocos minutos y el supervisor puede adoptar una decisión; en

otros casos, es posible que haga falta realizar una investigación a fondo para determinar y evaluar los costos y beneficios probables.

Los resultados de esta fase de evaluación se incluyen en el informe del proyecto, quizá con la recomendación de una línea de acción, que se somete a la dirección del sector que se está examinando. La forma de presentación de este informe puede estar determinada por un «estilo» de la organización. Cuando así no sucede, el profesional encargado del informe debe seguir simplemente la regla «*A-B-C*» asegurándose de que el informe es:

ACERTADO
BREVE
y
CLARO

Las conclusiones contenidas en este informe no deben sorprender a los lectores puesto que el estudio de los métodos ha sido objeto de discusiones. El objetivo del informe es resumir la investigación, presentar las conclusiones, aportar datos de evaluación y formular recomendaciones apoyadas en su contenido.

Cuando se recomienda muy firmemente la aplicación de un nuevo método particular y se prevé claramente que se va a adoptar la decisión consiguiente, el informe puede incluir un plan detallado de aplicación de los cambios que se han de adoptar. En caso contrario, la elaboración del plan detallado puede dejarse hasta después de que se haya adoptado la decisión, pero se deberá elaborar un esbozo de plan con el fin de que los costos de aplicación se puedan incluir en la valoración de los diversos métodos.

Si la investigación se ha realizado de una manera estructurada y sistemática y el informe se ha elaborado correctamente, el director estará en una situación óptima para adoptar una decisión racional y la reputación del investigador se afianzará.

2. Definir el método perfeccionado

Una vez tomada la decisión acerca de los cambios que se adoptarán, es importante que el nuevo método sea definido cuidadosamente.

Normas de ejecución escritas

En todos los trabajos que no se ejecuten con máquinas herramientas de tipo uniforme o con maquinaria especial que virtualmente regule el proceso y los métodos, más vale consignar por escrito las normas de ejecución, es decir, llenar la hoja de instrucciones del operario, que tiene varios propósitos:

1) Deja constancia del método perfeccionado, con todos los detalles necesarios, que puede ser consultada más tarde.
2) Puede utilizarse para explicar el nuevo método a la dirección, a los capataces y a los operarios. Informa a los interesados, y entre ellos a los ingenieros de la fábrica, acerca del nuevo equipo que se precisa o de los cambios que habría que hacer en la disposición de las máquinas o los lugares de trabajo.

3) Facilita la formación o readaptación de los operarios, que la pueden consultar hasta que se familiarizan por completo con el nuevo método.
4) En ella se basan los estudios de tiempos que se hacen para fijar normas, aunque los elementos (véase capítulo 20) no se descompongan necesariamente del mismo modo que los movimientos.

La hoja de instrucciones indica en términos sencillos los métodos que debe aplicar el operario. Por lo general se necesitan tres tipos de datos:

1) Herramientas y equipo que se utilizarán y condiciones generales de trabajo.
2) Método que se aplicará. La abundancia de detalles dependerá de la naturaleza de la tarea y del volumen probable de la producción. Si la tarea va a ocupar a varios operarios durante varios meses, la hoja de instrucciones quizá deba explicar hasta el menor detalle, incluso los movimientos de los dedos.
3) Un diagrama de la disposición del lugar de trabajo y posiblemente croquis de las herramientas, plantillas y dispositivos de fijación especiales.

La figura 56 es un ejemplo sencillo de hoja de instrucciones para la operación que se analiza en la sección 7 del capítulo 9 («Corte de tubos de vidrio»). El mismo procedimiento se aplica para casos más complicados, aunque en algunos la descripción puede ocupar varias páginas y tal vez sea necesario dibujar en páginas aparte la disposición del lugar de trabajo y demás diagramas. A medida que se generalizan los cursogramas trazados en formularios ya impresos, se acostumbra cada vez más añadir a la hoja de instrucciones una copia en limpio del cursograma que corresponda, para aclarar mejor la breve descripción de la hoja.

3. Implantar el método perfeccionado

Las fases finales del procedimiento básico son tal vez las más difíciles, y se necesita entonces la cooperación activa de la dirección y de los sindicatos. Ahí adquieren especial importancia las dotes personales del especialista en estudio del trabajo, su capacidad para explicar clara y sencillamente lo que propone, su don de gentes y su aptitud para inspirar confianza.

La implantación del nuevo método puede subdividirse en cinco fases:

1) Obtener la aprobación de la dirección.
2) Conseguir que acepte el cambio el jefe del departamento o del taller.

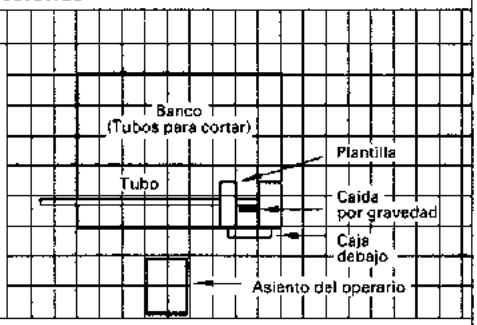
Ya hemos examinado esas dos etapas y sería inútil empeñarse en seguir adelante si han sido un fracaso.

3) Conseguir que acepten el cambio los operarios interesados y sus representantes.
4) Enseñar el nuevo método a los trabajadores.
5) Seguir de cerca la marcha del trabajo hasta tener la seguridad de que se ejecuta como estaba previsto.

Si se proponen cambios que influyan en el número de trabajadores empleados en la operación, como suele ocurrir, deberá consultarse lo antes posible a los representantes de los trabajadores. Los planes para cambiar la distribución

Figura 56. Hoja de instrucciones

Hoja de instrucciones

Producto: *Tubo de vidrio: diám.: 3 mm Long. origen: 1 m*	Equipo: *Plantilla núm. 231 Lima de media caña de 15 cm*	
Operación: *Limar y cortar el tubo en trozos de 1,5 cm*		
Condiciones de trabajo: *Buena luz*		

Lugar: *Taller de ajuste*		Estudios de referencia núms. *12, 13*	
Operario:	Ficha núm. *54*	Compuesto por: Aprobado por:	Fecha: Fecha:

EL	Mano izquierda	Mano derecha	EL
1	*Asir tubo entre pulgar y dedos índice y mayor; empujar hasta tope*	*Sostener lima: esperar mano izquierda*	1
2	*Girar tubo entre los dedos*	*Hacer en tubo muesca circular completa apoyando canto de lima contra plantilla*	2
3	*Sostener tubo*	*Golpear parte muescada del tubo con la lima para que caiga en deslizadera*	3

de la mano de obra se deben estudiar con todo cuidado, a fin de ocasionar el mínimo de trastornos o molestias. No hay que olvidar que incluso el obrero que ejecuta una operación por sí solo no es una entidad aislada en el taller o empresa donde trabaja. Si no forma parte de un equipo, igual pertenece a una sección o departamento y está acostumbrado a ver alrededor suyo a los mismos compañeros y a pasar la hora de la comida con ellos. Aunque trabajen a una distancia que les impida conversar, pueden verse y, de vez en cuando, tal vez bromear o quejarse de los superiores. Se han adaptado unos a otros, y si se traslada a alguno de repente, aunque no sea más que al otro extremo del taller, se lo quita de su círculo social y se lo hará sentir un poco perdido sin sus compañeros, y a éstos sin él.

Cuando se trata de una cuadrilla o equipo de trabajo, los lazos son todavía más estrechos, y romperlos puede tener graves consecuencias para la productividad, pese a la mejora de los métodos. Sólo en los años treinta se empezó a reconocer la importancia del comportamiento del grupo en el lugar de trabajo. El especialista que lo olvide se arriesga a provocar entre los trabajadores, sin necesidad, una resistencia a las reformas propuestas.

Al llevar a cabo las tres primeras etapas de la implantación resalta la importancia de dar instrucción y capacitación previas en estudio del trabajo a todos los interesados: dirección, personal dirigente subalterno y representantes de los trabajadores. La gente está más dispuesta a aceptar la idea de un cambio si sabe y comprende lo que va ocurriendo que si se encuentra ante transformaciones efectuadas como por arte de magia. Si los cambios conciernen a un equipo de trabajo, resulta a menudo preferible mantener discusiones con el grupo en su conjunto, en lugar de hacerlo individualmente con cada uno de sus integrantes. De esa manera, el grupo podrá expresar su punto de vista y sus reparos.

4. Preparar la introducción de cambios

Cuando no es probable que se produzca una reducción o una transferencia de personal, es muy posible que los trabajadores acepten nuevos métodos si se les ha permitido participar en su establecimiento. El encargado del estudio del trabajo debe tener confianza en el operario desde el comienzo, explicándole lo que está tratando de hacer y por qué y los medios con que espera hacerlo. Si el operario muestra interés, se le debe explicar los usos de los diversos instrumentos de investigación. El diagrama de secuencias es uno de los más útiles para atraer el interés: a la mayor parte de las personas les gusta que sus actividades estén representadas, y la idea de que da tantos pasos en la ejecución de su trabajo de la mañana a menudo sorprende al trabajador y le hace que se sienta encantado con la idea de reducir su esfuerzo. Se debe pedir siempre a los trabajadores que presenten sus sugerencias o ideas sobre las mejoras que se pueden hacer y éstas se deben introducir cuando es posible, **expresando el debido reconocimiento a las personas** que las han formulado (las sugerencias importantes pueden merecer una recompensa en dinero). Es preciso que los trabajadores participen lo más plenamente posible en el establecimiento del nuevo método, para que lleguen a pensar que éste es principal o parcialmente obra suya.

No siempre será posible obtener una cooperación muy activa del personal no calificado, pero estos trabajadores suelen tener algunas opiniones sobre cómo

sus tareas se podrían facilitar – o someter menos a interrupciones – que darían pistas importantes al encargado del estudio del trabajo para reducir el desperdicio de tiempo y esfuerzos.

Una cooperación entusiasta a todos los niveles sólo se obtendrá si existe confianza. Los profesionales del estudio del trabajo deben convencer a la dirección de la empresa de que saben lo que están haciendo. Deben conquistarse el respeto de los supervisores y técnicos, quienes han de captar que no sólo no están ahí para desplazarlos o desenmascararlos, sino como especialistas dispuestos a ayudarlos. Por último, los especialistas en el estudio del trabajo deben convencer a los trabajadores de que no van a influir en su seguridad de empleo.

Cuando existe una resistencia enraizada al cambio, puede resultar necesario decidir si los ahorros que es probable se obtengan mediante la adopción del nuevo método justifican el tiempo y las complicaciones que entraña la incorporación del cambio mediante la readaptación profesional de los operarios de más edad. Puede resultar más barato concentrarse en los trabajadores recién incorporados y dejar que los de más edad sigan trabajando como saben.

Una vez que se gane la confianza de los trabajadores, el especialista en el estudio del trabajo descubrirá que recurren a él más que al supervisor para adoptar decisiones (peligro ya examinado). No se debe permitir que surja esta situación. El especialista en el estudio del trabajo debe asegurarse desde el principio de que todo el mundo entiende que no puede adoptar decisiones generales y que las instrucciones relativas a la introducción y aplicación de los nuevos métodos deben proceder del supervisor del trabajador en primer lugar. Sólo entonces podrá seguir adelante con su trabajo.

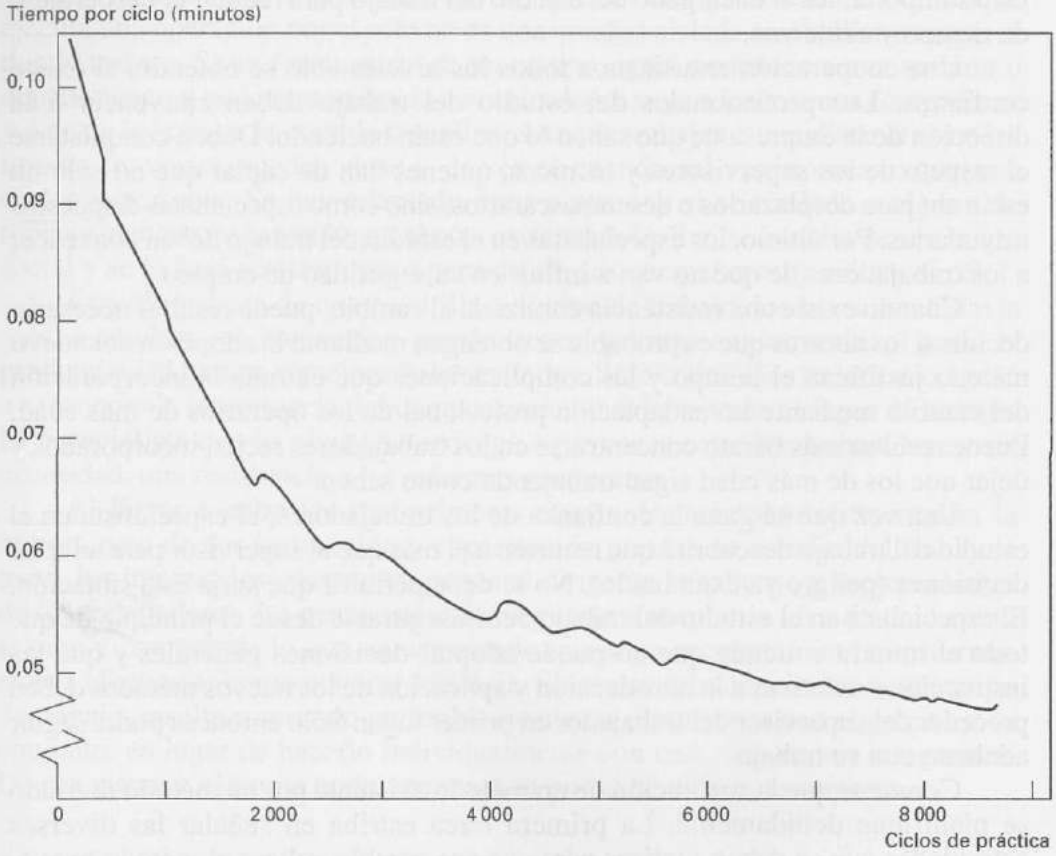
Conviene que la sustitución de un método existente por un método revisado se planifique debidamente. La primera tarea estriba en señalar las diversas actividades que se deben realizar para que sea posible aplicar el método nuevo. Las más obvias son la compra o construcción de nuevo equipo, herramientas, dispositivos, etc., pero la lista puede incluir la modificación de las instalaciones o la capacitación de los operarios. Cada uno de estos cambios tendrá un « tiempo de espera» diferente antes de quedar completado, por lo que se debe elaborar un plan global de aplicación para asegurarse de que cada actividad quedará completada antes de que se efectúe la introducción definitiva del nuevo método.

Capacitación y readaptación profesional de los operarios

El grado en que los trabajadores necesitarán una readaptación profesional dependerá íntegramente de la índole del puesto de trabajo. Será mayor para los puestos de trabajo que entrañen un alto grado de pericia manual en los que se aplican desde hace tiempo métodos tradicionales. En esos casos es posible que sea necesario recurrir a películas para demostrar los métodos antiguos y los nuevos y la manera de efectuar los movimientos. Cada trabajo tendrá que tratarse con arreglo a sus propias circunstancias.

En la capacitación o readaptación profesional de los operarios, lo importante es crear el **hábito** de hacer la tarea de la manera correcta. El hábito constituye un elemento inapreciable para aumentar la productividad al reducir la necesidad de una reflexión consciente. Es tan fácil imbuir un buen hábito como uno malo.

Figura 57. Curva de aprendizaje típica



A los principiantes se les puede enseñar a seguir un orden numerado ilustrado en un diagrama o ante la propia máquina. Con cualquiera de los dos métodos, se les debe hacer comprender la razón de cada movimiento. Las imágenes fijas unidas a unas hojas de instrucciones han dado muy buen resultado. Cabe asimismo utilizar diapositivas o vídeos.

Las películas son particularmente útiles para la readaptación profesional. Cuando hay que acabar con viejos hábitos, puede ponerse de manifiesto que los trabajadores son totalmente inconscientes de lo que hacen. Una película de movimiento lento les permitirá ver cuáles son sus movimientos exactos y, una vez que los hayan captado, podrán empezar a aprender el nuevo método. Es importante que el nuevo método sea realmente diferente del viejo, ya que de lo contrario los operarios tenderán a volver a sus viejas costumbres, especialmente si no son jóvenes y han pasado muchos años haciendo ese trabajo.

Al aprender una nueva serie de movimientos, el operario adquiere velocidad y reduce el tiempo necesario para realizarlos muy rápidamente al principio. El índice de mejora empieza pronto a hacerse más lento, sin embargo, y a menudo hace falta una larga práctica para alcanzar una velocidad realmente elevada y constante, aunque la adopción de métodos modernos de capacitación acelerada reducirá considerablemente el tiempo necesario. En la figura 57 está representada una « curva de aprendizaje » típica.

Los experimentos han mostrado que en las primeras etapas de aprendizaje, para obtener resultados óptimos, los períodos de descanso entre los períodos de práctica deben ser más largos que los propios períodos de práctica. Esta situación se modifica, no obstante, rápidamente y cuando el operario ha empezado a captar el nuevo método y a adquirir velocidad, los períodos de descanso pueden ser mucho más breves.

Uno de los elementos de la implantación esencial consiste en mantener un estrecho contacto con el trabajo, una vez que se ha iniciado, para verificar que el operario está adquiriendo velocidad y pericia y que no surgen inconvenientes imprevistos. A esta actividad se la designa a menudo con la expresión «cuidados asiduos» del nuevo método, y la expresión es apropiada. Sólo cuando el especialista en el estudio del trabajo está convencido de que la productividad alcanzó por lo menos el nivel previsto y de que el operario domina su trabajo podrá descuidar su vigilancia, por cierto tiempo.

5. Controlar el cambio

La sustitución de un método por otro debe planificarse y controlarse. En la etapa 4 anterior el especialista en el estudio del trabajo ha puesto al descubierto, planificado y programado todas las tareas que constituyen un requisito previo para la introducción del nuevo método. Ahora es necesario asegurarse de que han quedado completadas según el calendario y que todo está listo para efectuar la sustitución.

Lo primero es decidir cuándo se realizará la sustitución. Incluso si un nuevo método es más eficiente y permitirá obtener con el tiempo una mayor producción, a menudo existe un intervalo durante el cual la producción disminuye, mientras los trabajadores adquieren velocidad con el nuevo método. Naturalmente, este intervalo no debe coincidir con una situación de crisis como cuando se está terminando un pedido urgente, a menos que se pueda recurrir a trabajadores adicionales temporalmente para mantener los niveles de producción. Por lo tanto, se debe elegir la fecha del cambio más conveniente posible, particularmente cuando se han de efectuar transformaciones radicales en la instalación, que entrañen una alteración del lugar donde se colocan las máquinas y el equipo. La dirección de la empresa tendrá que planificar qué trabajadores han de efectuar esas tareas y es posible que deseen que los cambios se efectúen durante un fin de semana o en horas no laborales para causar la mínima interrupción de la producción normal.

Una vez establecida la fecha para efectuar el cambio, el especialista podrá volver a aplicar el método del camino crítico para fijar una fecha a cada una de las demás actividades. Para una sustitución sencilla, el mecanismo de control de este proceso puede ser simplemente un registro de las actividades en un diario. Para los cambios complejos, se podrá recurrir a una técnica regular de planificación y control del proyecto como el análisis de sistemas, aspecto que se explicará en el capítulo 15.

6. Mantener en uso el nuevo método

Una vez implantado el nuevo método, es importante **mantenerlo en uso** tal como estaba especificado y no permitir que los operarios vuelvan a lo de antes o introduzcan elementos no previstos, salvo con causa justificada.

Para mantener un método es necesario primero definirlo y especificarlo claramente, sobre todo cuando se piense utilizarlo para establecer normas de tiempo en las cuales basar las primas por rendimiento o para otros fines. Es preciso especificar las herramientas, la disposición del lugar de trabajo y los elementos de movimiento, de forma que no exista posibilidad alguna de mala interpretación. La minuciosidad de los detalles que hayan de darse dependerá de la tarea misma.

Es necesario que el departamento de estudio del trabajo vigile la aplicación del método, porque de lo contrario, dada la naturaleza humana, obreros y capataces o encargados tenderían a apartarse de las normas establecidas. Muchas discusiones sobre los tiempos tipo se deben a que el método seguido no corresponde ya al especificado porque se le infiltraron elementos nuevos, lo que no hubiera ocurrido vigilándolo debidamente. Si se ve que se puede hacer una mejora (y son pocos los métodos en que no caben tarde o temprano mejoras, muchas veces a propuesta del operario), procede entonces incorporarla oficialmente, establecer una nueva especificación y fijar nuevas normas de tiempo.

El procedimiento para mantener un nuevo método puede depender del tipo de relaciones establecidas entre el especialista en estudio del trabajo y el sector de la empresa en donde se ha implantado dicho método. Algunos especialistas están afectados de forma permanente a un sector determinado y, en consecuencia, están en condiciones de efectuar el seguimiento de los métodos aplicados. Cuando ese no es el caso y el especialista debe pasar de un sector a otro, puede requerirse el establecimiento de un procedimiento formal de control o de verificación, si todos los métodos introducidos en un momento determinado están sujetos a examen luego de determinado período. La ventaja de este procedimiento consiste en que, al precisar la realización de un control según un calendario predeterminado, estimulará probablemente la adhesión de los trabajadores y los capataces al método especificado.

7. Conclusión

En este capítulo y en los anteriores hemos procurado explicar e ilustrar algunos de los métodos más comúnmente empleados para incrementar la productividad, evitando el desperdicio de tiempo y energía, es decir, reduciendo el contenido de trabajo del proceso. Un buen estudio de métodos hará aún más, porque señalará el desperdicio de material y el de capital invertido en equipo.

En el capítulo 11 se verá que estos métodos pueden aplicarse no sólo a la producción sino también al trabajo de oficina. En la Tercera parte se explicarán brevemente algunas de las técnicas importantes utilizadas en la gestión de la producción.

CAPITULO **11**

Estudio de métodos en la oficina

1. Importancia del estudio de los métodos de trabajo en la oficina

El estudio del trabajo en general está tradicionalmente relacionado con un entorno manufacturero. El objetivo del estudio del trabajo es mejorar la eficiencia de la conversión de recursos o insumos en productos (figura 1), elevando de ese modo la productividad de la organización, principio que debe aplicarse a todas las partes de la empresa y no sólo a la fabricación. Las oficinas utilizan recursos y estos recursos deben utilizarse con eficiencia. En realidad, de la utilización de recursos en la oficina ha ido adquiriendo más importancia a medida que el porcentaje de los trabajadores en las oficinas ha ido aumentando. Para la mayoría de las organizaciones los costos administrativos y de oficina son considerables y han ido creciendo, por lo que deben ser controlados. Los costos relacionados con el trabajo de oficina se designan frecuentemente con la expresión de «gastos generales», en el sentido de que no contribuyen directamente al producto final de la organización. Al mismo tiempo la introducción de una tecnología avanzada y la aplicación de técnicas de gestión de la producción, así como el estudio del trabajo en el taller, han elevado la eficiencia a un nivel en el que muchos avances son marginales más que revolucionarios. Los trabajadores de oficina, por un lado, han estado sometidos a un estudio muy poco sistemático y las posibilidades de mejora son mayores. Existe, en consecuencia, la necesidad de aplicar el estudio del trabajo en la oficina.

Una objeción que se opone comúnmente a la utilización del estudio del trabajo en la oficina es que el trabajo administrativo está relacionado con la actividad mental o «trabajo intelectual» y no puede fácilmente identificarse, observarse, medirse o analizarse. Sin embargo, en la mayoría de las oficinas, el grueso del trabajo es rutinario y la actividad mental se sitúa a un nivel bastante bajo, basándose las decisiones en los precedentes de la empresa. Por otro lado, cada vez es más frecuente que las oficinas estén dotadas de medios auxiliares tecnológicos. Ese equipo es muy comparable a la maquinaria de los talleres. El manejo de una fotocopiadora es similar al manejo de cualquier otra máquina. El argumento de que el trabajo de oficina es en cierto sentido fundamentalmente diferente del trabajo de fábrica es una falacia.

Otro motivo de que el estudio del trabajo no se aplique frecuentemente dentro de las oficinas es la situación diferente de los trabajadores manuales y de los trabajadores administrativos. Lo que se percibe como una técnica de fábrica

no es aceptable para quienes se consideran a sí mismos como pertenecientes a una categoría superior.

Esta es una de las razones de la expansión de organización y métodos (O y M). En realidad, O y M es algo más que el estudio del trabajo en la oficina, ya que se ocupa también de las estructuras de organización habituales; pero en la práctica la mayor parte de O y M guarda relación con la parte de los «métodos» de la técnica y resulta indistinguible del estudio del trabajo, aunque quizá, debido a su distinta apelación, es más aceptable.

Los objetivos y principios siguen siendo los mismos, en dondequiera que se aplique el estudio del trabajo. El estudio del trabajo en la oficina sigue estando constituido por las esferas básicas del estudio de los métodos y de la medición del trabajo y ambas tienen las mismas modalidades que hemos visto en todo el resto del presente libro. Lo que haremos en este capítulo es destacar los cambios o adiciones menores de las técnicas que han resultado particularmente eficaces dentro de un entorno administrativo.

La observación acerca de la percepción de diferencias por los trabajadores de oficina se ha aplicado igualmente a los directores de unidades administrativas y de oficina. Probablemente tampoco se aplica a los «expertos» que los asesoran sobre cómo dirigir sus departamentos y secciones. Estos pueden ser recelosos y cautos. El especialista debe contar con que tropezará con cierta resistencia y estar preparado para superarla. Es importante conquistarse la confianza de los que participan en una investigación y asegurarse de que, cuando quede completada, pondrán en práctica las modificaciones que sean necesarias.

2. Procedimiento para mejorar métodos de trabajo en la oficina

El procedimiento básico del estudio de los métodos consiste en:

- ☐ *SELECCIONAR*
- ☐ *REGISTRAR*
- ☐ *EXAMINAR*
- ☐ *IDEAR*
- ☐ *EVALUAR*
- ☐ *DEFINIR*
- ☐ *IMPLANTAR*
- ☐ *MANTENER*

y sigue siendo válido para los estudios realizados en una oficina. Seguimos teniendo que pasar sistemáticamente de la selección del problema o de la posibilidad de que sea estudiado a la aplicación y al mantenimiento de una situación mejorada.

La automatización y computarización de las oficinas se consideran frecuentemente como el medio principal de mejorar su eficiencia. Con todo, existe ahora una sensación creciente de que muchos sistemas de computarización tienen posibilidades que no se aprovechan. Esto se debe a que la computarización o la automatización a menudo no hacen sino acelerar las deficiencias existentes. Los

ordenadores y otros medios de manipulación de la información son dispositivos útiles, pero su empleo debe estar determinado como parte de un análisis sistemático del trabajo realizado y no como un sustitutivo de él. El estudio de los métodos aporta los medios de realizar ese análisis sistemático.

Seleccionar

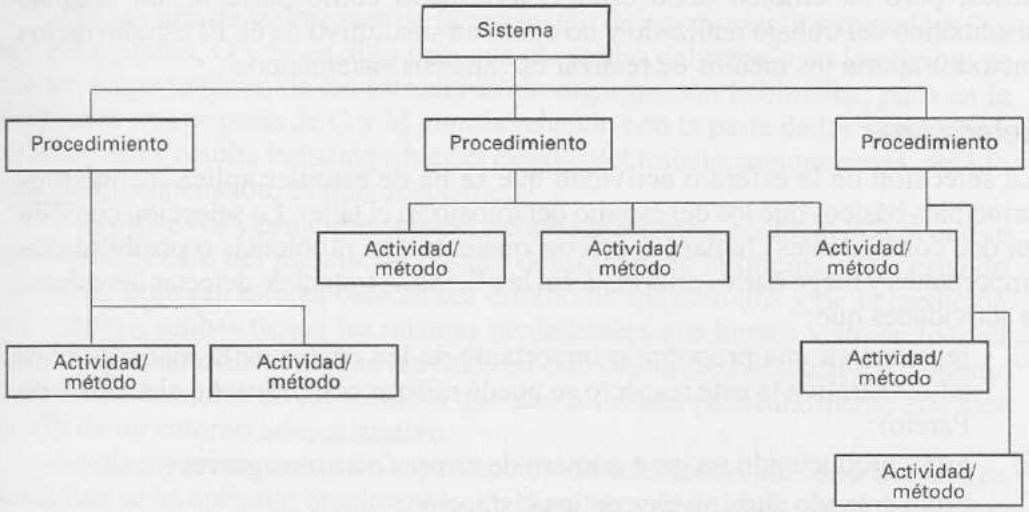
La selección de la esfera o actividad que se ha de estudiar aplica los mismos principios básicos que los del estudio del trabajo en el taller. La selección consiste en dos componentes: hallar las esferas que entrañan problemas o posibilidades importantes y luego darles prioridad. En la oficina se tratará de detectar las esferas o actividades que:

- ☐ representan una proporción importante de los costos de la mano de obra administrativa (a este respecto se puede utilizar con provecho el análisis de Pareto);
- ☐ están produciendo un gran número de errores o errores graves;
- ☐ están creando altos niveles de insatisfacción;
- ☐ es preciso modificar para tener en cuenta algún cambio exterior (verbigracia la introducción de una nueva tecnología como la computarización).

Además, puede ser necesaria alguna forma de examen regular de las operaciones. Las situaciones cambian con el tiempo. Las personas cambian también. En los métodos de trabajo se encontrarán formas abreviadas, nuevas técnicas y nuevos equipos. Al mismo tiempo, se podrán introducir modalidades menos eficientes de trabajar. Incluso si no se efectúan alteraciones, puede haber modificaciones en los niveles de insatisfacción de la dirección o de los trabajadores al cambiar sus expectativas. Puede haber óptimas razones para modificar los procedimientos y, de hecho, es posible que aumente la productividad en el nivel local. Sin embargo, puede que esos cambios no planificados o no coordinados tengan repercusiones en otras partes de un sistema más amplio no previstas por los que efectúan el cambio. El aumento de la producción de una sección, por ejemplo, puede crear un atasco en el proceso en una etapa posterior del sistema global. Por todos estos motivos, es aconsejable utilizar alguna forma de programa estructurado de examen. Este puede adoptar la forma de una comprobación de los procedimientos, un examen departamental o un estudio de sistemas, siempre y cuando abarque un examen regular de la actividad administrativa para mantener y mejorar la eficiencia de la oficina.

Los propios empleados son otra fuente de proyectos que se han de estudiar. Los proyectos pueden surgir de la sugerencia de un empleado o de estructuras como los círculos de calidad, realizándose como parte de un intento de toda la organización de mejorar la manera de realizar las actividades. Frecuentemente esos círculos plantean cuestiones que requieren un trabajo o un estudio adicional antes de que se puedan sugerir cambios y/o evaluarlos; estas investigaciones pueden constituir proyectos adecuados de estudio del trabajo cuando un especialista en estos estudios actúa por cuenta del círculo de calidad.

Figura 58. Jerarquía de sistemas, procedimientos y métodos de oficina



Registrar

Es en la etapa de *REGISTRO* en la que se observan la mayoría de los cambios evidentes cuando se compara el estudio del trabajo en el taller con el estudio en la oficina. Esto se debe a que normalmente se registran datos que son fundamentalmente diferentes. En el taller, registramos los progresos o la actividad de los trabajadores, los materiales o el equipo. Los materiales son normalmente los que constituyen el proyecto final de la actividad.

En la oficina, no existe ningún producto final. Los objetos materiales importantes utilizados son normalmente formularios o documentos, por lo que existen diversas técnicas que tienen por objeto registrar el contenido y la evolución de los documentos a medida que se les aplican los sistemas y procedimientos administrativos.

La mayor parte del trabajo de oficina se puede inscribir en una jerarquía que incluye sistemas, procedimientos, actividades y métodos (figura 58). El sistema es el plan general que vincula a los diversos departamentos y secciones en la prosecución de una meta u objetivo final. Los procedimientos son subunidades del sistema frecuentemente con relación a un documento, puesto de trabajo o individuo particular. Cada procedimiento está constituido por cierto número de actividades (algunas de las cuales pueden ser comunes a varios procedimientos), mientras que los métodos son los medios de realizar esas actividades para satisfacer las necesidades de un procedimiento particular.

El registro a menudo sigue esta jerarquía, de manera que el observador registrará primero la información relativa a todo el sistema, antes de pasar a registrar los procedimientos concretos y luego las actividades particulares y los métodos de trabajo. Así debe ser incluso cuando el estudio particular se refiere únicamente a un procedimiento o método: el conocimiento del sistema más global es importante en el sentido de que proporciona un contexto para la investigación.

Cuando la investigación es efectuada por un miembro del personal de la organización que realiza el estudio del trabajo, el conocimiento del sistema global en el cual se utiliza un procedimiento es posible que ya exista y el registro puede iniciarse en el nivel del procedimiento.

El registro sigue la misma modalidad que en el estudio del trabajo en el taller. Normalmente, un sistema o procedimiento se registra en forma esbozada para poder analizar cuestiones más amplias y gradualmente la investigación se concentra en un nivel pormenorizado, utilizando técnicas que permiten efectuar un registro más detallado.

Una técnica de registro útil es la de la descripción del procedimiento, que es un medio «abreviado» de registrar una información completa básica acerca de lo que se hace en un procedimiento. Es un registro muy sencillo pero sirve para determinar las principales etapas de un procedimiento.

El auxiliar de contabilidad	abre y clasifica la correspondencia que llega transmite las facturas al empleado encargado de las facturas
El empleado encargado de las facturas	data y sella las facturas de llegada coteja las facturas con los pedidos archivados verifica si se ha atendido el pedido debidamente actualiza el registro de pedidos inscribe los detalles de la factura en el sistema de facturación con computadora.

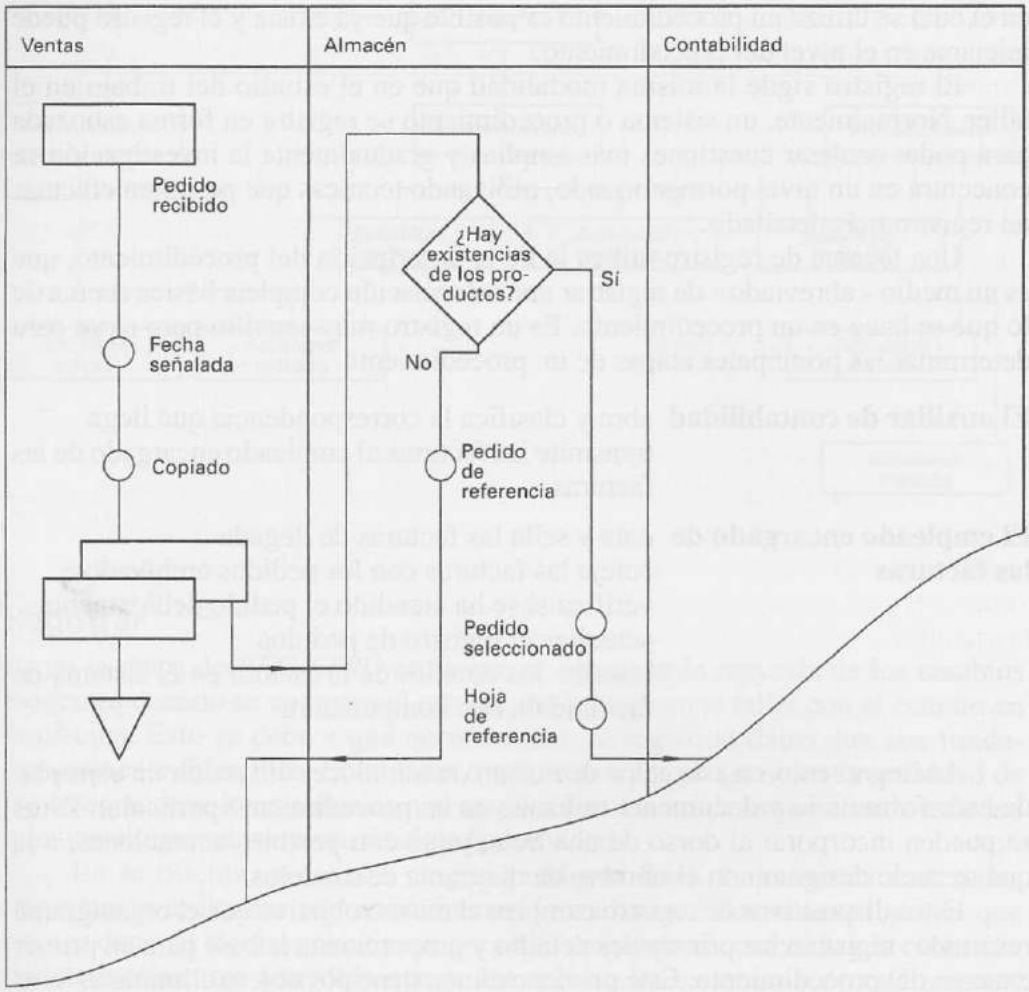
Análogamente, en esta etapa de registro resumido, es útil reunir un ejemplar de cada formulario y documento utilizado en un procedimiento particular. Estos se pueden incorporar al dorso de una hoja, junto con posibles anotaciones, a la que se suele designar con el nombre de diagrama de modelos.

Estos dispositivos de registro cumplen el mismo objetivo que el organigrama resumido: registran los principales detalles y proporcionan la base para un primer examen del procedimiento. Este primer examen tiene por objeto eliminar esferas globales de actividad antes de que se registren las esferas más esenciales y se examinen más de cerca. En este nivel se debe emplear un método de registro más detallado.

Los organigramas pueden utilizarse en la oficina, pero es más útil emplear una variación del organigrama conocida con el nombre de **diagrama de procedimiento**. De hecho se trata, en efecto, de un cursograma analítico de tipo documento puesto que describe el avance de un documento o serie de documentos a lo largo de un procedimiento. Como en los procedimientos a menudo participan varios departamentos, es corriente utilizar el diagrama en un formulario constituido por columnas en la que cada una de ellas representa un departamento o sección de la organización (figura 59). Esto da la posibilidad de que cada departamento se concentre en su propia parte del procedimiento y de que se reconozcan fácilmente las transferencias entre departamentos.

Como sucede con todas las técnicas de registro, lo esencial es concentrarse en registrar información con un grado de detalle y en una forma que resulte idónea para su examen posterior.

Figura 59. Diagrama de procedimiento



Al registrar el trabajo de oficina, a menudo son escasas las observaciones que se pueden hacer directamente. Gran parte de la información procede de entrevistas o de las respuestas obtenidas a preguntas para aclarar el detalle de lo que se observa. El especialista en el estudio del trabajo debe poseer, por lo tanto, habilidad para comunicarse y para establecer relaciones interpersonales.

Examinar, idear, evaluar y definir

El examen de los datos registrados debe ser sistemático y completo; es útil proceder a un examen crítico para establecer la estructura. Todas las observaciones formuladas al analizar el examen crítico en el capítulo 7 son válidas igualmente en este caso, puesto que el objetivo del examen es eliminar y luego simplificar o combinar las actividades. Como anteriormente, una de las dificultades de la etapa de *EXAMEN* estriba en insistir en su importancia a pesar de que, a diferencia de la etapa *REGISTRO*, se dispone de una gama limitada de técnicas de apoyo.

Cada vez se recurre con más frecuencia a la tecnología para facilitar el trabajo de oficina. En consecuencia, cuando se trata de establecer métodos de trabajo nuevos y perfeccionados, el especialista en el estudio del trabajo ha de tener un conocimiento actualizado de los sistemas de información y de la computarización. A menudo existe un conflicto entre el especialista en el estudio del trabajo y el especialista en ordenadores. Una distinción común es que «los sistemas de computadora» que forman parte de la actividad empresarial principal (como la nómina, el control de las existencias, la preparación de facturas, etc.) sigue incumbiendo al profesional de la informática, mientras que el «apoyo de computadora» (que suele basarse en una microcomputadora o en una computadora personal) forma parte del trabajo de oficina y del diseño del puesto de trabajo e incumbe, por lo tanto, al especialista en el estudio del trabajo. En realidad, si todo está funcionando bien, los dos tipos de personal deben trabajar en equipo y de manera cooperativa.

Análogamente, en muchas organizaciones, el departamento de informática establecerá la estrategia de computarización global y definirá los tipos de equipo que se deben utilizar teniendo debidamente en cuenta su compatibilidad, mientras que otros (con inclusión del personal encargado del estudio del trabajo) tendrán que diseñar y facilitar sistemas para atender a las necesidades locales mientras se adhieran a esas normas generales. El empleo de computadoras personales es sólo una ampliación de la utilización de dispositivos como máquinas de escribir y calculadoras; de hecho, las dos aplicaciones más corrientes son el tratamiento de textos (con inclusión de su manipulación) y las hojas de análisis estadístico (que entrañan la manipulación de números), ambas esenciales para el trabajo de oficina. Como la computadora personal pertenece ahora a la misma categoría, y se puede obtener a un precio que la pone al alcance de la mayoría de los presupuestos de oficina, debe tratarse de igual manera, es decir como un instrumento de oficina más que como parte de la infraestructura de la computadora. Cuando una oficina recurre a bases de datos centralizadas y a redes de zona, la fijación de normas relativas al material físico y a los programas es especialmente importante, pero debe de haber margen para que cada oficina resuelva sus problemas concretos en el marco de la estrategia y de la política generales de la organización con respecto a la tecnología de la información.

Otro factor que se ha de tomar en consideración para evaluar la tecnología es el conflicto entre el costo y la facilidad o comodidad de uso. Por ejemplo, aunque puede ser mucho más «agradable» contar con fotocopiadoras individuales en cada departamento de la organización, esto puede provocar unos gastos de reproducción muy superiores a los que entrañaría disponer de un departamento de copias centralizado que pueda emplear una maquinaria de gran potencia y más eficiente para producir un gran número de copias. Lo mismo cabe decir de otras instalaciones como el servicio de fax centralizado en comparación con unas máquinas de fax distribuidas por toda la organización. Es posible que sea necesario establecer una política de la empresa con respecto a algunos de estos servicios a fin de que cada departamento conozca las «reglas del juego».

Un aspecto importante del establecimiento de nuevos métodos estriba en evaluar un método posible y compararlo con el método existente o con otro cambio factible. Conviene asegurarse de que todo método modificado responde

a los objetivos de la investigación, pero es igualmente importante determinar las ventajas secundarias de cualquier modificación. Se puede incorporar, por ejemplo, el tratamiento de textos para aumentar la eficiencia, pero éste tiene frecuentemente ventajas secundarias como el mejoramiento de la presentación. Esas ventajas secundarias deben incluirse en cualquier análisis de costo-beneficio.

Implantar y mantener

La implantación de un método revisado es siempre importante. Si la implantación se efectúa torpemente, el nuevo método tiene pocas posibilidades de dar resultado. Sin embargo, los principios aplicados para la implantación y luego el mantenimiento de un nuevo método en un entorno de oficinas son exactamente idénticos a los aplicados para implantar métodos nuevos en el taller.

La capacitación y el sostén de los que participan en el cambio son esenciales. La primera tarea consiste en asegurarse de que saben exactamente lo que se espera de ellos. Algunas organizaciones disponen de manuales de procedimientos regulares en los que están explicadas todas las rutinas administrativas. Cuando se implanta por primera vez un nuevo sistema o procedimiento, puede resultar necesario complementar la descripción formal con unas hojas de capacitación e instrucción concreta y/o con cursillos de formación. Es útil elaborar algún tipo de hojas de información sobre los cambios para que los trabajadores puedan ver lo que se hacía con el sistema o procedimiento antiguo y captar inmediatamente lo que deben hacer con el nuevo.

Cuando existen manuales sobre los procedimientos, es vital que se mantengan actualizados. Debe haber alguna manera de velar por que, cuando se introduce un cambio en un sistema o procedimiento, todos los ejemplares de los manuales se actualicen y todas las personas que los aplican, por remota u ocasionalmente que sea, tengan conocimiento del cambio y de sus repercusiones en su tarea.

Cuando un sistema o procedimiento se modifica podrán surgir algunas dificultades iniciales. Algunas de éstas pueden carecer de importancia, pero si son numerosas podrían juntas plantear un problema grave o disminuir la confianza en los cambios. Por consiguiente, conviene que la puesta en práctica esté cuidadosamente supervisada y que se puedan introducir pequeñas modificaciones, de ser necesario, antes de que los problemas se agraven.

3. Concepción y control de formularios

Como hemos indicado más arriba en el apartado de registrar, en todas las oficinas son comúnmente utilizados documentos y formularios, que a menudo constituyen la única prueba física de un procedimiento. Los documentos se emplean como vectores de información y la eficacia de este proceso viene determinada por la eficacia del propio documento, o sea la forma en que recoge y transfiere información y en que se relaciona con otros documentos y con las personas que lo utilizan.

Tal vez se debería haber podido esperar a disponer en la actualidad de oficinas sin papeleo, pero parece que falta mucho para llegar a esta situación. Es más difícil leer una información en pantalla que impresa, por lo que se tiende a copiar sobre papel la información incluso cuando se origina en pantalla. El formulario electrónico acelera considerablemente la transferencia de información y el surgimiento de tecnologías como el intercambio electrónico de datos está teniendo cierta repercusión en el volumen de los formularios de papel que se transfieren entre organizaciones. La concepción adecuada de los formularios, sin embargo, sigue siendo una parte importante del estudio del trabajo basado en la oficina. Además, suele haber una proliferación de formularios en muchas organizaciones, formularios especiales diseñados para una función concreta y quizá temporal, pero que luego pasan a formar parte del trabajo principal de la oficina. A lo largo de un período de tiempo, han hecho su aparición muchos formularios nuevos, pero son muy pocos los que en algún momento se dejan deliberadamente de emplear. Existe, pues, una necesidad equivalente de controlar los formularios.

Los objetivos de la concepción de un formulario son idénticos a los del propio estudio de métodos, a saber: eliminar actividad y, cuando esto no es posible, aunar o simplificar las actividades. En lo que a los formularios respecta, esto puede significar la supresión (y luego la fusión o simplificación) de formularios completos o la eliminación (y luego la fusión o simplificación) de asientos particulares en los formularios. La concepción y el control de los formularios constituye, por consiguiente, una forma especializada del estudio de métodos más que una actividad distinta.

Concepción de formularios

Naturalmente un documento o formulario debe examinarse conjuntamente con el procedimiento en el que se utiliza. El cambio de un sistema o procedimiento puede tener repercusiones automáticas en los formularios utilizados. Los propios formularios deben analizarse cuando el procedimiento se ha examinado y perfeccionado o confirmado. El examen de un formulario sigue el procedimiento de examen crítico básico siguiente:

¿**Por qué** se necesita el formulario?

¿**Qué** información transmite?

¿**Quién** lo utiliza?

¿**Cuándo** se utiliza?

¿**Dónde** se utiliza?

¿**Cómo** se utiliza? (¿Se produce el formulario con computadora? ¿Se escriben a máquina los asientos sobre el formulario? ¿Se llena a mano?)

A continuación se examinan y valoran las diversas respuestas a esas preguntas.

Además, necesitamos acopiar información acerca de la frecuencia y el volumen de utilización, los métodos de cumplimentarlos, el período durante el que se han de conservar los formularios y la relación con otros formularios en este u otros procedimientos.

Una vez que resulta evidente la necesidad de un formulario particular (que puede ser una fusión de dos o más formularios existentes), podemos empezar a diseñarlo.

Al idearlo, debemos procurar que el formulario:

- **sea compatible con el empleo a que se destina:** por ejemplo, un formulario que se prevé utilizar durante largo tiempo o en un entorno exterior, y quizá en condiciones climáticas adversas, ha de tener una calidad de papel distinta de un formulario que se utiliza dentro de un local o durante un breve período de tiempo.
- **sea fácil de completar:** esto significa que el formulario debe ser claro y no tener ambigüedades. Los asientos deben ser compatibles con la fuente de los datos – si los datos se copian de otro formulario deben seguir el mismo orden – o cierto orden lógico. (Los errores de transcripción son muy comunes. Se reducen al mínimo cuando los datos tienen una estructura y un contexto que permite captar fácilmente los errores.) Debe haber espacio suficiente para cada asiento, teniendo en cuenta el método de registro (impresión, mecanografiado, etc.). Se deben utilizar formas de opciones múltiples y asientos abreviados siempre que sea posible para ahorrar tiempo y para reducir al mínimo el número de errores.
- **sea fácil de utilizar:** esto se refiere al papel que desempeña el formulario en un procedimiento una vez que ha quedado completado. En general la información que transmite debe ser leída por otra persona, que la tomará como base para su actividad, y el diseño dependerá, en consecuencia, de cuál es esa actividad. Es posible que la única actividad consista en archivar el formulario y en recuperarlo en ocasiones para tener acceso a la información. En ese caso, el principal requisito es que el número de referencia (número del formulario o asiento de identificación constituido por el número del empleado, el nombre del departamento o cualquier otro dato) sea claro y esté situado en el lugar que le corresponda con arreglo al método de archivo. Si el formulario se tiene que enviar por correo, deberá tener un formato que permita meterlo en un sobre normalizado lo menos plegado posible. Otras consideraciones se examinan en «diseño de detalles» *infra*.

Estos criterios pueden ser contradictorios. Por ejemplo, cuando se estudia la facilidad de uso, es posible que sea necesario inscribir la información en un formulario determinado y en un orden particular dado que parte de esa información se copiará más tarde en otro formulario que ya contiene los datos en un orden dado. Sin embargo, ese orden puede ser distinto del orden de los datos que figuran en el documento de base. En ese caso, quizá sea imprescindible ampliar el alcance del proceso para tener en cuenta **todos** los formularios utilizados, incluso a una o dos etapas de distancia. Si ello no es posible, se debe llegar al diseño de algún formulario de transacción.

Si es necesario examinar diversos formularios utilizados en el mismo procedimiento, el **diagrama en X** constituye un medio útil de resumir los asientos que figuran en los diversos formularios y de poner al descubierto las superposiciones entre los formularios. Un diagrama en X es simplemente una

Figura 60. Diagrama en X

Asiento de los datos / Documento	Nombre del cliente	Dirección	Nombre del contacto	Registro de las ventas	Condiciones de la venta
Pedido	X	X	X		
Nota de entrega	X	X			
Factura	X	X			X
Tarjeta de cliente	X	X	X	X	X

matriz que muestra todos los formularios y todos los asientos que figuran en cada formulario. Una X en una celda de la matriz indica que un formulario particular tiene un asiento determinado (figura 60). Este diagrama es útil para poner al descubierto las superposiciones y duplicaciones con el fin de que los formularios se puedan agrupar.

El diseño de los detalles del formulario debe basarse en consideraciones prácticas más que estéticas, aunque frecuentemente los formularios más prácticos son también los de aspecto más agradable.

Se ha de tener en cuenta:

- ☐ la dimensión del papel;
- ☐ el peso;
- ☐ la forma;
- ☐ el color;
- ☐ el mantenimiento de cualquier estilo de la organización o la identidad de la empresa;

y el equilibrio de todos estos elementos con el costo involucrado.

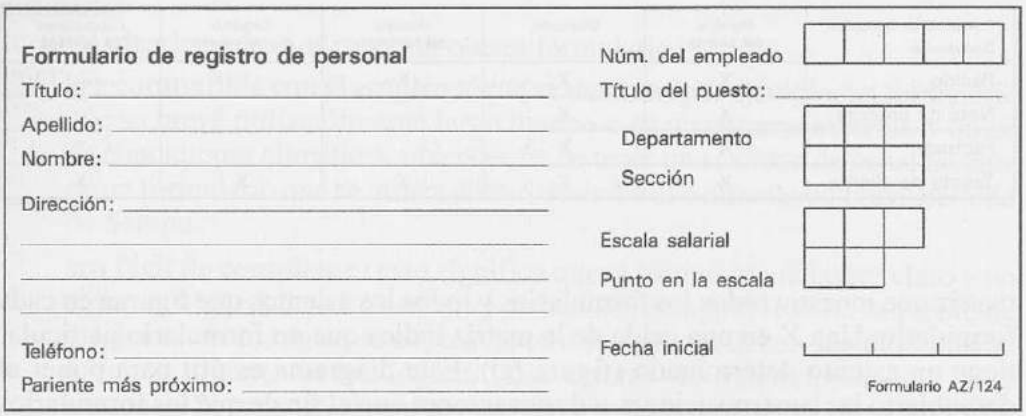
Diseño de detalles

Hemos mencionado también que el diseño de los detalles depende de la manera en que se utilizará el formulario. Los detalles que influyen en el diseño son:

- ☐ el proceso de archivado/recuperación;
- ☐ el itinerario que sigue el formulario a través de la organización (y la medida en que se introducen asientos adicionales en el formulario en las etapas posteriores);
- ☐ la índole de los datos inscritos en el formulario y el grado en que pueden agruparse.

La agrupación de los datos es uno de los primeros aspectos que se deben tomar en consideración al diseñar un formulario. A menudo los datos se pueden dividir en dos o más categorías básicas. Un formulario de registro personal, por ejemplo, puede contener los datos personales relativos a cada empleado, los datos del departamento acerca del puesto de trabajo al que se asigna al interesado y su lugar en la organización, y los datos relativos a las tasas salariales y condiciones de trabajo.

Figura 61. Formulario de registro de personal



En la figura 61 se presenta un ejemplo sencillo de un formulario de ese tipo. En ese formulario se han inscrito el nombre y la dirección porque figurarán en un sobre (dado que casi con toda seguridad se copiarán de ese formulario a los sobres en el futuro). El número del empleado figura en la parte derecha superior para ajustarse al método de archivado. Los asientos del número del empleado, el departamento, la sección, la escala salarial y punto que ocupa en la escala son fijados de antemano puesto que se utilizan códigos para el departamento y la sección y se han previsto casillas para orientar al usuario con respecto al número exacto de caracteres que debe emplear.

Análogamente, se ha incluido una casilla relativa a la fecha inicial para asegurarse de que la fecha se indica en el lugar correcto. En la parte inferior figura el número de referencia del formulario para que se pueda reordenar fácilmente y el nombre del formulario se indica claramente en la parte superior para que resulte fácil verificar que se está utilizando el formulario correcto.

Los conjuntos de formularios de múltiples partes pueden ser útiles en ciertas *circunstancias, pero esta ventaja debe ponderarse con los costos adicionales de producción*. Cuando no se utilizan formularios de ese tipo, pero se requieren múltiples copias, frecuentemente se recurre al fotocopiado. Esto resulta caro, no tanto por los gastos de fotocopia, sino por el costo del tiempo de personal que se necesita.

Siempre vale la pena producir un «modelo» del formulario y hablar acerca del diseño con las personas que van a utilizarlo.

En la actualidad muchos formularios se producen dentro de la organización utilizando conjuntos de materiales especiales y programas de edición con computadora de mesa para el diseño de los formularios. La proliferación de ese tipo de programas entraña el peligro de que el diseño de los formularios corra a cargo de numerosas personas dentro de la organización, muchas de las cuales no cuentan con una capacitación, conocimientos especializados o experiencia adecuados. El peligro con la edición mediante computadora es el conjunto de servicios y opciones de diseño que proporciona, lo que provoca una tendencia de los usuarios no capacitados a hacer uso de un número excesivo de ellas en cualquier publicación. Esta es una de las razones por las que conviene controlar los formularios.

Control de formularios

La parte más importante del control de los formularios estriba en realizar verificaciones regulares para poner al descubierto si todos los formularios siguen siendo necesarios para alguna función empresarial particular (de hecho, la etapa de *MANTENIMIENTO* del estudio de los métodos aplicado al diseño y al control de los formularios). La mejor manera de lograrlo consiste en disponer de un registro central de todos los formularios utilizados, junto con un plan de examen de cada formulario incluido en el registro. Cuando la finalidad del formulario sigue siendo válida, deben formularse preguntas acerca del entorno en el que el formulario se emplea y si los cambios en ese entorno – por ejemplo, en la tecnología o en los métodos de archivar – exige que se introduzcan modificaciones en el formulario.

Otros aspectos que se han de tomar en consideración son:

- ☐ el método de producción:

  ¿Cómo se produce el formulario y existen métodos mejores o más baratos actualmente para producirlo?

- ☐ existencias:

  ¿Cuántos ejemplares del formulario se mantienen y en qué lugar?

  ¿Resulta apropiado para la utilización del formulario?

  (¿Está el mínimo número de formularios conservados determinado por el uso o por la economía de producción? En este último caso, ¿existe algún otro método de producción?)

  ¿Cómo se reponen los formularios suministrados a los usuarios?

  ¿Cómo se facilitan los formularios a los usuarios?

  ¿Cómo se sigue la pista de los formularios distribuidos? (Por ejemplo, si un formulario se deja de utilizar, ¿cómo sabremos dónde están todos los ejemplares de ese formulario para que se puedan destruir?)

- ☐ la forma de eliminación:

  ¿Cuál es la vida útil de la información recogida en el formulario?

  ¿Existen restricciones legales a su eliminación?

  ¿Cómo nos aseguramos de que los formularios son eliminados una vez que ha terminado su vida útil (para liberar un espacio útil)?

  ¿Existen restricciones de seguridad a la eliminación (es preferible desmenuzar o quemar los formularios)?

4. Disposición de la oficina

La disposición de la oficina es otro aspecto especializado del estudio de los métodos en la oficina. De hecho, es una extensión de la disposición de la fábrica y aplica los mismos principios y métodos. Todos los tipos de disposición salvo la disposición en puestos fijos, a que se hará referencia en el capítulo 14, son válidos en un entorno administrativo. Además, a menudo se discuten las ventajas relativas de las oficinas de implantación abierta o celulares (véase más adelante). En realidad, la mayoría de las oficinas combinan ambos sistemas y la elección

suele depender mucho de factores como las restricciones impuestas por los edificios existentes y la cultura de la organización en lo que concierne a las consideraciones prácticas de diseño. La planificación de la disposición de la oficina debe seguir la jerarquía del sistema. El sistema global determinará la disposición en sentido amplio, la división en procedimientos determinará la disposición detallada y la índole de los métodos de trabajo determinará el diseño del puesto de trabajo.

A continuación habrá que examinar las diferencias relacionadas con el tipo general de disposición elegida. Una disposición basada en procedimientos particulares será obviamente diferente de otra determinada por funciones administrativas concretas.

Como ocurre con todas las investigaciones relacionadas con el estudio de los métodos, necesitamos disponer de información que sirva de base a cualquier decisión relativa al tipo de disposición. La etapa de registro de la investigación debe aportar detalles sobre el equipo utilizado, los volúmenes y corrientes de documentos, el número de empleados, las corrientes de comunicación, etc. Dispositivos como los diagramas de desplazamiento pueden utilizarse para complementar los datos de los diagramas de los procedimientos y proporcionar información sobre la comunicación y el contacto entre los puntos de trabajo.

La mayor utilización de la tecnología de oficina implica que la disposición de las oficinas debe tener estrictamente en cuenta las necesidades de electricidad y de servicios, de una iluminación adecuada y de la evitación o reducción del ruido. Además, es indispensable que los cables estén adecuadamente colocados, ya que en un punto de trabajo puede haber una computadora, una impresora, un contestador automático, una máquina de facsímil, un teléfono y quizá otros dispositivos, con sus correspondientes cables eléctricos y de conexión. Si no se instalan correctamente, resultan antiestéticos y constituyen un peligro para la seguridad.

Disposición de la oficina de planta abierta

La principal justificación de las oficinas de planta abierta es el costo del espacio. Estas oficinas permiten casi siempre ahorrar espacio en comparación con un conjunto de pequeñas oficinas celulares. Sin embargo, en las oficinas de planta abierta se debe prestar suma atención a la necesidad de garantizar el aislamiento *para las actividades que lo requieren y de reducir al mínimo los efectos del ruido.* Las ventajas de la planta abierta son las siguientes:

- ☐ el ahorro de espacio dedicado a paredes y tabiques;
- ☐ la mejora de la comunicación y del contacto entre diferentes puntos de trabajo, lo que debe contribuir a una reducción del número de llamadas telefónicas y de memorandos internos;
- ☐ una mayor flexibilidad, si resulta necesario modificar la disposición en el futuro para tener en cuenta un cambio en los métodos de trabajo;
- ☐ la facilitación de la supervisión del personal;
- ☐ la facilitación y el abaratamiento de la limpieza de la oficina;
- ☐ la facilitación de la distribución de electricidad y servicios.

Frecuentemente el personal se resiste a pasar de una disposición tradicional de oficinas celulares a una disposición de planta abierta. No obstante, esta resistencia se suele reducir al mínimo si el cambio va acompañado de una mejora considerable en la calidad de los muebles y la decoración de la oficina y si se procede a una modificación cuidadosa para transformar el espacio de planta abierta en pequeñas áreas separadas con mamparas.

Estudios sobre la disposición de las oficinas

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, un estudio sobre la disposición de las oficinas debe estar constituido por las etapas siguientes. Se parte del supuesto de que, como resultado de las fases de selección y definición del proyecto, el encargado del estudio está consciente de las limitaciones que se imponen a la investigación, especialmente las determinadas por los edificios existentes y por las limitaciones de fondos.

1) Registro de los detalles de los principales sistemas utilizados dentro de la oficina.
2) Registro de los detalles de los procedimientos administrativos que apoyan esos sistemas.
3) Examen de los métodos de trabajo empleados en esos procedimientos y realización de un estudio básico de métodos de cada uno. (En la mayoría de los casos esto puede resultar bastante sencillo, pero en otros es posible que sea necesario proceder a un estudio más completo para confirmar que el método es el más adecuado.) Esta etapa es importante ya que no tiene sentido establecer una disposición en torno a métodos de trabajo que pueden cambiar en el próximo futuro. En particular, conviene determinar el conjunto del equipo que se está utilizando actualmente o que se propone utilizar en breve.
4) Evaluación de la capacidad de cada parte del procedimiento, posiblemente hasta cada puesto de trabajo dentro del procedimiento. (Esta es una actividad de medición del trabajo; si no existe un sistema regular de medición del trabajo, puede ser necesario obtener la información de estimaciones, con ayuda de los directores y supervisores.)
5) Análisis de los volúmenes de producción y formulación de preguntas a los altos directivos para descubrir probables tendencias futuras.
6) Determinación de las vías y frecuencias de comunicación y contacto.
7) Diseño de puestos de trabajo individuales, utilizando los principios ergonómicos tal como se describen en el capítulo 5. Algunos de los puestos de trabajo pueden ser simples mesas, mientras que otros pueden estar constituidos por sitios para trabajar con computadoras o fotocopiadoras. Los puestos de trabajo deben concebirse como una entidad completa, que incluya superficies para trabajar, asientos y equipo. Cuando proceda, se debe incluir también espacio para el archivo «personal». En esta etapa, el diseño debe seguir siendo conceptual y estar integrado exclusivamente por los detalles de lo que se necesita y de cómo se va a proceder al respecto.
8) A partir de los datos relativos al volumen y la capacidad, se calculan las necesidades totales de los puestos de trabajo.

9) Adopción de un tipo básico de disposición.
10) Determinación de cualquier restricción «externa». Por ejemplo, un departamento que tiene un número elevado de visitantes externos es posible que tenga que estar situado cerca del área de recepción. Un departamento que utiliza maquinaria pesada tendrá que estar en la planta baja de un edificio de múltiples pisos.
11) Utilización de los datos relativos a la comunicación y los contactos para establecer una disposición esquemática que muestre el emplazamiento de diversas zonas de trabajo o de funciones de trabajo relacionadas entre sí.
12) Investigación de las soluciones de que se dispone con respecto al material físico (elección y disposición de los muebles, archivos, mamparas, tecnologías de transferencia de documentos, etc.). Examen de las soluciones globales en las que los diferentes componentes estén diseñados para ajustarse entre sí. En general, son preferibles las soluciones modulares puesto que aumentan la flexibilidad gracias a la intercambiabilidad de las unidades.
13) Diseño de una disposición provisional, representando las soluciones propuestas en un plano a escala del área de trabajo. Esta disposición del ambiente debe tener en cuenta las puertas, ascensores, etc., existentes, e incluir los elementos necesarios relativos al suministro de electricidad y servicios.
14) Examen de la disposición provisional con los usuarios y con el departamento de servicios o del edificio (para confirmar su viabilidad operacional y financiera).
15) Modificación de la disposición de conformidad con los resultados de las discusiones y preparación de la disposición propuesta.

La disposición debe incluir asimismo un análisis de las necesidades de iluminación, calefacción y ventilación, y la facilitación de servicios y cuartos de aseo. Debe ser lo suficientemente detallada como para incluir elementos como papeleras, vestuarios o armarios, archivadores, estanterías, etc. (puesto que frecuentemente estos pequeños componentes producen un efecto importante en la eficiencia global). La disposición puede, en algunas circunstancias, tener en cuenta factores adicionales como la seguridad, por ejemplo agrupando secciones o departamentos que deben emplazarse en un espacio particularmente seguro.

Elementos como la calefacción, la iluminación, la ventilación y la lucha contra el ruido (véase el capítulo 5) requieren conocimientos de especialistas y es posible que se necesite asesoramiento para poder incluir esas cuestiones de manera adecuada en una disposición del espacio. Conviene recordar que el equipo moderno de oficina genera considerables volúmenes de calor y que el acondicionamiento de aire puede ser necesario para mantener una temperatura adecuada de trabajo. Análogamente, aunque la lucha contra el ruido es una esfera especializada, en gran medida se trata de aplicar el sentido común y en la etapa de diseño de la disposición de la oficina pueden indicarse muchas medidas preventivas básicas (como el empleo de material para atenuar el ruido bajo las máquinas de escribir y las impresoras, campanas y pantallas acústicas, muebles y accesorios que absorban el ruido, etc.).

Como los documentos son el principal «producto» de las oficinas, se debe prestar meticulosa atención a los sistemas de archivado y recuperación. En la etapa de archivado podría ser posible sustituir el documento de papel por un microfilm o por una cinta magnética para reducir el espacio necesario. La naturaleza del medio utilizado para archivar dependerá de la índole y frecuencia de la recuperación posterior y de los requisitos legales relativos a los documentos que se han de conservar. Cuando hay que almacenar grandes cantidades de documentos (por ejemplo, en muchas organizaciones de servicios financieros), puede resultar imprescindible estudiar los sistemas de almacenamiento automatizados.

El transporte de los documentos es otro sector que cuenta con una tecnología desarrollada. Existen en la actualidad sistemas mediante los cuales los documentos se pueden transmitir por todo el edificio, con inclusión de cambios del nivel del suelo, sobre una base preprogramada y recurriendo a tubos y/o carriles. El sistema del transporte de documentos debe diseñarse junto con el sistema de almacenamiento y recuperación como parte del estudio de la manipulación de los materiales. Normalmente resulta mucho más fácil concebir y poner en práctica sistemas automatizados de manipulación de documentos cuando la oficina está ubicada en un edificio nuevo, pero a menudo es posible aplicar un sistema a un edificio existente con todas las restricciones inherentes.

5. Control de calidad en la oficina

La pregunta relativa a la calidad más importante es siempre la misma: ¿Estamos haciendo lo correcto? Sólo si se responde a esta pregunta de manera satisfactoria, se podrá prestar atención a la forma en que se está realizando algo.

El control de la calidad no se aplica en general al trabajo de oficina. Parece darse por supuesto que los trabajadores de oficina no cometen errores. Esto simplemente no es cierto: los trabajadores de oficina no son distintos de cualquier otra categoría de trabajadores, en el sentido de que ellos también pierden concentración y cometen errores y realizan trabajos defectuosos. Estos errores pueden ser costosos: si se detectan, cuesta dinero corregirlos; si no se detectan, pueden resultar mucho más costosos, al suministrarse una información incorrecta a otros empleados de la organización o a clientes. Sin embargo, los errores cometidos por los trabajadores suelen constituir una pequeña proporción del total. La mayoría son errores del sistema, cuando éste no funciona de manera correcta, lo que provoca retrasos, y errores de interpretación o de dirección. Por consiguiente, conviene asegurarse de que los sistemas, procedimientos y métodos de trabajo utilizados en las oficinas están diseñados para reducir al mínimo los errores y que se ha instituido alguna forma de control de los errores, especialmente cuando sus consecuencias pueden ser considerablemente costosas o nocivas. Unos sistemas y procedimientos correctos evitan el error, y prevén que las técnicas de control de la calidad detectarán los pocos que puedan producirse.

Es posible aplicar técnicas concretas de control de la calidad como las verificaciones por muestreo o la detección de errores por muestreo y, con respecto a algunas actividades, esto puede considerarse imprescindible. Sin embargo, es

igualmente importante prestar atención al «factor humano» que participa en la determinación de la calidad. Este factor provoca también errores del sistema puesto que los trabajadores son parte integrante, y probablemente la más importante, del sistema en funcionamiento.

Una causa importante de errores es la falta, o la insuficiencia, de capacitación del personal que realiza las tareas. Una persona por lo general no comete errores en su trabajo, pero sólo si sabe exactamente lo que se espera de ella, dispone de los instrumentos, el equipo y el apoyo adecuados y está debidamente capacitada en las técnicas y conocimientos especializados requeridos. Si se cumplen todas estas condiciones, el «sistema» ha realizado su labor. Los trabajadores deben tener asimismo confianza en su pericia para ejecutar su trabajo con el mínimo de errores, ya que la confianza genera competencia.

Iniciativas recientes como programas de gestión de la calidad total y servicios a los clientes han puesto de relieve la importancia de cada etapa de un procedimiento en la determinación de la calidad global del producto o servicio final. Conviene que la cultura de la organización induzca a que se desee proporcionar un servicio de alta calidad en la propia esfera de actividad y a considerar que la actividad propia es importante para la organización y su aportación de calidad global.

TERCERA PARTE

Técnicas de dirección de la producción

CAPITULO **12**

Diseño del producto y utilización de materiales



1. Diseño del producto

Antes de examinar los diversos aspectos de la dirección de la producción que pueden sacar partido de las técnicas del estudio del trabajo, en el presente capítulo analizaremos primeramente las características de los productos que se van a fabricar.

La forma de diseñar un producto influye considerablemente en los costos de producción. Por ejemplo, al investigar los costos de producción la empresa japonesa Hitachi calculó que el 75 por ciento de esos costos estaban ya determinados en la fase de diseño y desarrollo del producto, mientras que los demás costos, como los de manipulación o disposición y otras actividades representaban juntos el 25 por ciento restante del costo de un producto[1]. Esto se debe a que el diseño del producto determina el número de sus piezas, el orden de producción y si las diversas etapas para fabricar un producto se pueden llevar a cabo con la maquinaria y el equipo existentes o requieren nuevas inversiones de capital.

La relación entre el estudio del trabajo y el diseño del producto es evidente. Es bastante común que a un especialista en el estudio de los métodos le convenga, al examinar una secuencia de operaciones extensa, tratar de simplificar el diseño de los productos más que el proceso existente. Sin embargo, la modificación del diseño del producto es una responsabilidad compartida entre diversas personas. El encargado del estudio del trabajo no puede adoptar por sí solo iniciativas sobre el diseño del producto, pero sí puede, en cambio, señalar sus conclusiones a los ingenieros de producción y asesorarles al respecto durante la creación del prototipo o la producción experimental en serie de un producto.

Un producto tiene exigencias estéticas en las que el personal de comercialización suele insistir firmemente y exigencias de producción relacionadas con los materiales, el equipo y la pericia técnica necesarias para fabricarlo, determinadas por el director de producción; genera asimismo cierto rendimiento de las inversiones en función de los diversos costos que entraña su producción, aspecto que determina el director financiero. Además, los nuevos productos y servicios son la fuerza motriz para la supervivencia y el crecimiento de una empresa en un entorno empresarial cada vez más competitivo. La creación constante de nuevos productos ha pasado a ser una función esencial de una empresa. Mientras que los productos existentes se siguen vendiendo, se están

[1] Johnson A. Edosomwan (publicado con la dirección de): *People and product management in manufacturing* (Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1990), pág. 26.

preparando nuevos productos para sustituirlos antes de que se agote su ciclo vital; la creación de productos en la actualidad es, de hecho, una responsabilidad compartida, por no decir una transacción, entre las opiniones de los servicios de comercialización, producción y financieros. En la figura 62 está representada una secuencia simplificada para la creación de un nuevo producto. En realidad, pueden transcurrir muchas semanas o meses entre cada etapa y la siguiente.

De la figura 62 cabe deducir que existen buenas posibilidades de influir en los costos de fabricación al producir un prototipo y más tarde en la etapa de producción experimental. Por prototipo no entendemos sólo un prototipo, ya que podría haber muchos, de los que se ponen a prueba su rendimiento funcional, su seguridad y los materiales en él utilizados, así como el grado de aceptación por el mercado evaluado por los especialistas en comercialización. Esta producción de prototipos se ha visto considerablemente facilitada con el empleo del **diseño con ayuda de computadora (DAC)**.

El DAC da a un diseñador la posibilidad de proyectar en pantalla de vídeo los dibujos del producto o de sus diversas piezas. Esos diseños se pueden hacer girar en la pantalla para tener una visión tridimensional desde diversos ángulos. Es posible introducir cambios en el diseño utilizando dispositivos como un «ratón» o un dispositivo análogo a un lápiz, tocando la pantalla o introduciendo instrucciones en la computadora (figura 63). En consecuencia, posibilidades como la de aumentar el diámetro de una pieza o la de hacer un agujero pueden ponerse a prueba, para observar en qué medida esto influirá en el ajuste y la forma definitiva del producto.

La fase de producción experimental ofrece igualmente una segunda posibilidad de examinar la forma en que los costos de producción se pueden reducir sin menoscabar la comerciabilidad de un producto. Mas ¿qué podemos hacer a este respecto? He aquí algunos indicadores.

1) **Reducción del número de piezas:** la reducción del número de piezas representa un gran ahorro. Cuando se eliminan varias piezas (figura 64), se produce una marcada reducción del costo de adquisición de las piezas, el tiempo de montaje y el costo del equipo, inventario y espacio. Se pueden citar numerosos casos de empresas que obtienen excelentes resultados por este medio. Por ejemplo, la computadora personal de pantalla táctil II de la Hewlett-Packard se introdujo finalmente en el mercado con 150 piezas en lugar de las 450 del diseño original. El consorcio suizo Asuag-SSIH produjo el reloj Swatch que sólo tenía 51 piezas.

2) **Normalización o modularización de las piezas:** este método tiene por objeto crear ciertas piezas normalizadas que puedan satisfacer las exigencias de diversos productos. Tomemos como ejemplo una fábrica de muebles que produce aparadores. Inicialmente se fabricaban de acuerdo con las especificaciones de los clientes. El examen de un aparador sencillo muestra que tiene tres dimensiones: longitud, profundidad y altura. Al establecer dos especificaciones uniformes por cada dimensión, el producto final se puede montar en ocho modelos diferentes de distintas longitudes, profundidades y alturas, que pueden ofrecerse al cliente. Esa modularización permite la producción en masa de las piezas. Con la normalización se reduce también

Figura 62. De la concepción al producto final

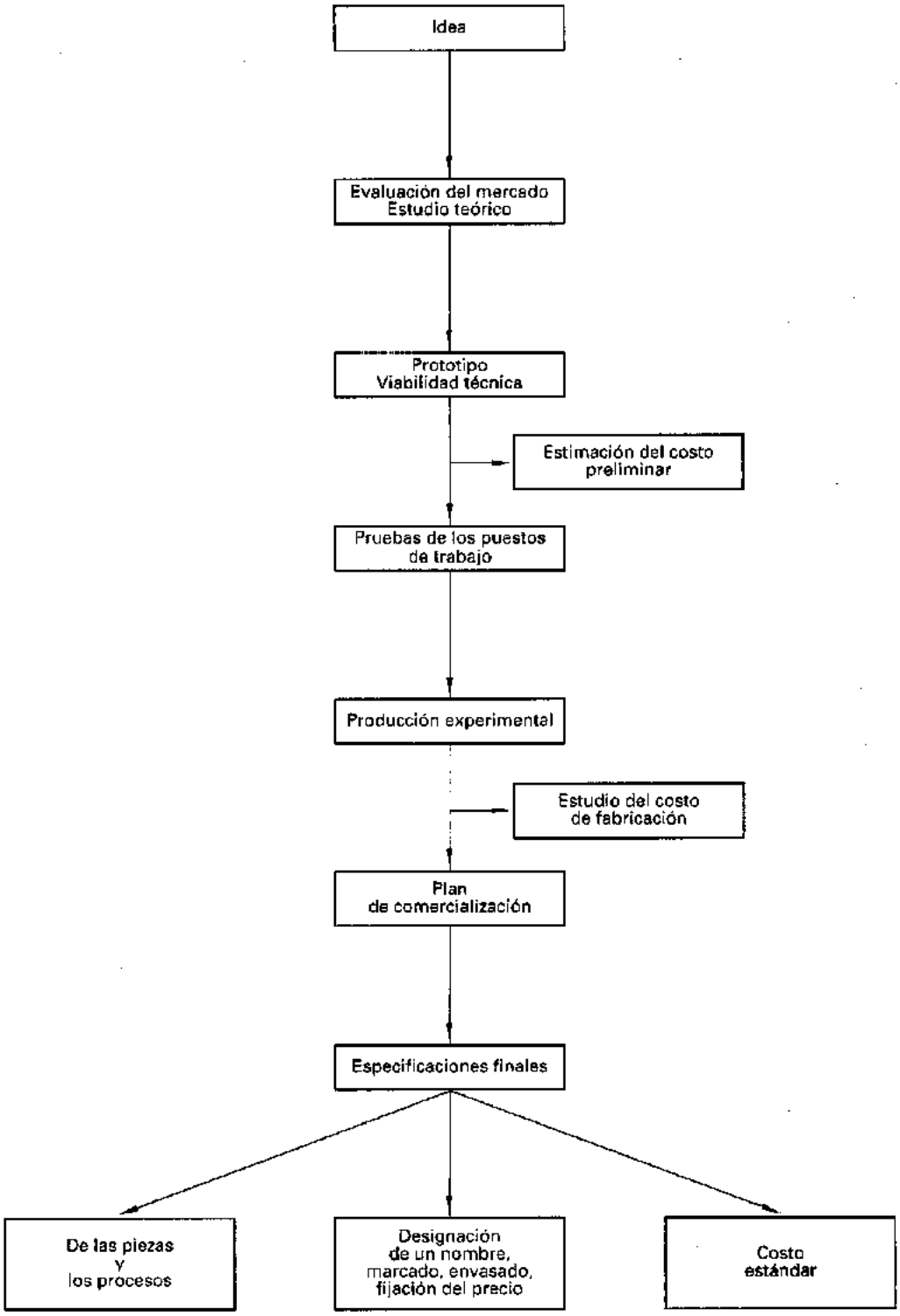
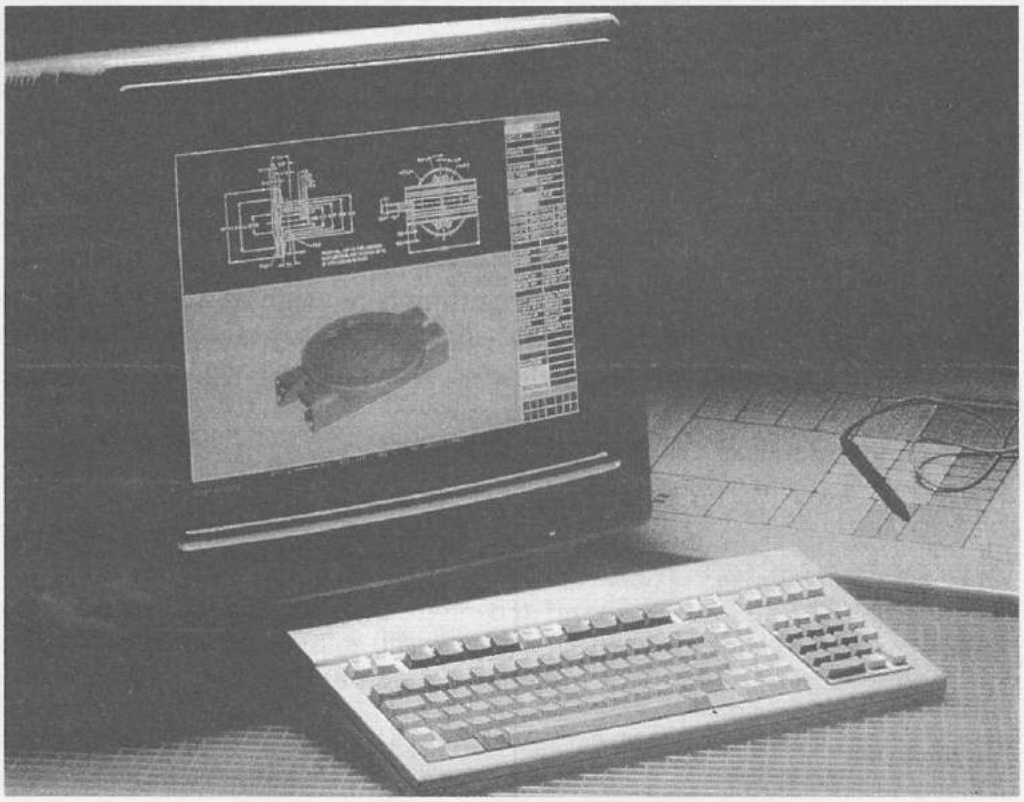


Figura 63. Diseño con ayuda de computadora (DAC)



Fuente: Reproducido con la amable autorización de Hewlett Packard.

el número de variedades en existencia, se facilita la planificación de la producción y mejora la utilización del espacio.

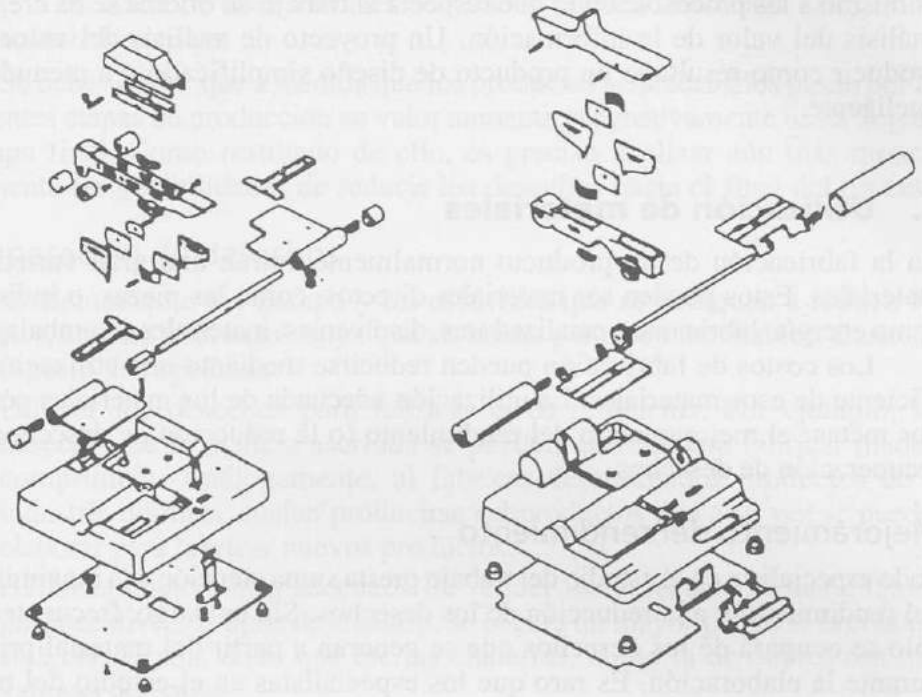
3) **Utilización de maquinaria y equipo existente:** la posibilidad de utilizar instalaciones de producción, herramientas o accesorios existentes para fabricar el nuevo producto puede reducir considerablemente los gastos de fabricación.

4) **Modificación del diseño para simplificar los métodos de trabajo:** en las actividades de montaje manual en el banco, por ejemplo, el cambio del trazado de los agujeros para crear una simetría puede facilitar el montaje o dar la posibilidad de combinar mejor ciertas actividades de montaje.

5) **Facilitación de la manipulación:** los productos o las piezas pueden también diseñarse teniendo en cuenta la manipulación. Los embalajes que pueden transformar las dimensiones de un producto en formas cuadradas o rectangulares permiten diversas posibilidades de manipulación.

6) **La utilización de sustitutivos:** el empleo del plástico o de aleaciones de aluminio en ciertos productos en lugar de las latas de metal reducen los costos. En las industrias químicas ciertos productos de relleno y aditivos son más baratos que otros.

Figura 64. Reducción de piezas en el diseño de un producto



Análisis del valor

Todos estos aspectos pueden tenerse sistemáticamente en cuenta aplicando técnicas de **análisis del valor** para aumentar el valor del producto mediante el mejoramiento de la relación entre la función de un producto y su costo. Como hasta los dos tercios de los costos de producción vienen frecuentemente determinados en la etapa de diseño de un producto, el análisis del valor puede contribuir considerablemente al mejoramiento de la productividad. Los programas de mejoramiento de la productividad frecuentemente se concentran en el proceso de producción más que en el producto, descuidando de ese modo la posibilidad potencial de aportar una importante mejora a la productividad.

El análisis del valor no sólo consiste en analizar el valor del producto, sino que se extiende a todo el proceso de creatividad y desarrollo de productos mejorados. Tiene tres características principales:

- ☐ analiza las **funciones** de un sistema y sus elementos;
- ☐ está constituido por un **trabajo en equipo** de representantes de diferentes departamentos con distintos intereses, antecedentes y conocimientos especializados;
- ☐ aplica sistemáticamente **técnicas de creatividad.**

El análisis del valor fue probablemente la primera actividad de grupos pequeños, mucho antes de que se establecieran los círculos de calidad y se

pusieran de moda esas actividades. Aunque el análisis del valor se promovió inicialmente para mejorar el valor de los productos, actualmente se aplica asimismo a los procesos. En lo que respecta al trabajo de oficina se ha creado un análisis del valor de la información. Un proyecto de análisis del valor suele producir como resultado un producto de diseño simplificado y a menudo más inteligente.

2. Utilización de materiales

En la fabricación de un producto normalmente entran una gran variedad de materiales. Estos pueden ser materiales directos, como las piezas, o indirectos, como energía, lubricantes, catalizadores, disolventes, materiales de embalaje, etc.

Los costos de fabricación pueden reducirse mediante una utilización más eficiente de esos materiales. La utilización adecuada de los materiales persigue dos metas: el mejoramiento del rendimiento (o la reducción de desechos) y la recuperación de desechos.

Mejoramiento del rendimiento

Todo especialista en el estudio del trabajo presta suma atención a la maximización del rendimiento y a la reducción de los desechos. Sin embargo, frecuentemente sólo se ocupará de los desechos que se generan a partir del material primario durante la elaboración. Es raro que los especialistas en el estudio del trabajo presten la suficiente atención a los ahorros que se pueden lograr mediante la utilización adecuada del material indirecto o a otras cuestiones relacionadas con la recuperación de desechos. Se pueden realizar economías – a veces sustanciales – en los costos de producción mediante una utilización adecuada de diversos materiales en una actividad productiva.

Los desechos se pueden clasificar en inevitables y evitables. El segundo tipo de desechos es el que aquí interesa. Las causas evitables normalmente están relacionadas con el empleo de formas excesivas o inadecuadas de la materia o unos métodos incorrectos de trabajo. Para mejorar el rendimiento se puede recurrir a diversas técnicas:

1) Modificación de la dimensión original de la materia prima para que pueda dar el máximo rendimiento. Esto es particularmente útil en las operaciones de corte de, pongamos por caso, tejidos o láminas de metal, o de papel. En la impresión de etiquetas, por ejemplo, se pueden conseguir más etiquetas por lámina modificando la dimensión del papel inicialmente utilizado. Análogamente, la colocación adecuada de esas etiquetas en una lámina puede igualmente reducir los desechos.
2) Cabe igualmente reducir los desechos durante el tratamiento mediante el empleo de métodos adecuados de trabajo. En el capítulo 7 se dan varios ejemplos en los que el estudio de los métodos produjo una reducción de los desechos.
3) Es posible también luchar contra la generación de desechos mediante una aplicación apropiada del control de la calidad, tema que se abordará en el capítulo 13.

4) El mejoramiento de la utilización del material indirecto puede ser igualmente importante. Medidas para ahorrar energía, el reciclado de ciertos disolventes y la elección de unos envases adecuados pueden contribuir asimismo a reducir los costos.

Se debe señalar que a medida que los productos semiacabados pasan por las diferentes etapas de producción su valor aumenta progresivamente hasta llegar a la etapa final. Como resultado de ello, es preciso analizar aún más meticulosamente las posibilidades de reducir los desechos hacia el final del proceso.

Recuperación de desechos

Independientemente del tiempo y los esfuerzos que se dediquen a reducir los desechos, seguirá habiéndolos, ya que en buena parte son inevitables. Existen a este respecto dos opciones:

- ☐ Utilizar los desechos para fabricar otros productos. Por ejemplo, los desechos de la madera aserrada se pueden utilizar para fabricar madera comprimida. Análogamente, al fabricar determinados productos de la industria química, suelen producirse subproductos que a su vez se pueden elaborar para fabricar nuevos productos.
- ☐ Hallar la manera más adecuada de vender los desechos. Si una empresa produce diversos tipos de chatarra, se pagará un mayor precio si la chatarra está clasificada, dado que ciertas chatarras, como la de cobre, son más valiosas que otras.

CAPITULO **13**

Control de calidad

La calidad se ha convertido en una fuerte arma competitiva debido a diversos factores. Primeramente, la fabricación de un producto de calidad que corresponda a las expectativas de los clientes fomenta su lealtad y mejora la imagen de la empresa. En segundo lugar, un control de la calidad adecuadamente aplicado puede en muchos casos reducir en vez de aumentar los costos de fabricación. En tercer lugar, cuando se utiliza como un instrumento de gestión, puede contribuir a engendrar una cultura dentro de la empresa que está procurando constantemente mejorar la calidad de los productos, los procesos, la información y otras funciones empresariales. El primer factor anteriormente mencionado es obvio y no requiere ser objeto de particular atención. Los dos últimos se pondrán de manifiesto a medida que avancemos en nuestra exposición en el presente capítulo.

1. Significado y alcance

En el párrafo anterior considerábamos la calidad como conformidad con las expectativas de los clientes. En consecuencia, control de la calidad significa la adopción de medidas para garantizar esa conformidad. **No** significa necesariamente que se adopten medidas para alcanzar la máxima calidad posible. Como consecuencia de la aplicación del control de la calidad, los productos o servicios han de tener unas especificaciones coherentes y uniformes.

El control de la calidad tiene también que identificarse con dos enfoques:

- un instrumento técnico y estadístico para controlar las desviaciones de la norma, para lo que se pueden utilizar diversas técnicas, como se explicará brevemente en la sección siguiente;
- un instrumento de gestión destinado a influir en las actitudes con el fin de que las diversas personas y grupos de la organización se comprometan a procurar alcanzar y mantener una mejora de la calidad. A este último concepto se le designa como «control de la calidad total». Este enfoque se examinará más adelante en el presente capítulo.

El enfoque del control de la calidad se basaba en el pasado principalmente en el empleo del análisis estadístico para medir las desviaciones de ciertas especificaciones determinadas. Esta es la razón por la que al control de la calidad se le designa a veces como «control estadístico de la calidad». Aunque este enfoque sigue empleándose como base para medir las normas de calidad, en los últimos quince años Taguchi ha elaborado un nuevo enfoque del control de la

calidad que representa un paso adelante en este control, a saber, hacia una mejora de la calidad en lugar de la simple medición estadística y la adopción de medidas correctivas. Un concepto aún más amplio es el del control de la calidad total, que abarca todas las actividades de la empresa. Explicamos brevemente estos enfoques más adelante.

2. Control estadístico de calidad

El control estadístico de la calidad tradicional abarca las etapas siguientes:

1) Determinar la característica de la calidad que queremos medir, que puede ser el peso, la longitud, el diámetro, la densidad, la humedad, etc.
2) Decidir los niveles de calidad deseados para esa característica. Esto dependerá del nivel de aceptación de los consumidores o de los usuarios. Al elevar el nivel de las normas de calidad, se podría incrementar la satisfacción de los consumidores pero hasta cierto punto a partir del cual unas normas más elevadas de calidad no representarán una gran diferencia para el consumidor medio. Sin embargo, el costo seguirá aumentando de manera acelerada a medida que tratamos de alcanzar niveles superiores. Por ejemplo, al refinar el aceite de oliva, para el consumidor medio no representará una gran diferencia que el porcentaje de los restos de impurezas (ácidos grasos) sea del 0,01 o del 0,005, pero el costo de refinado para llegar a esta última cifra podría ser exorbitante.
3) Decidir el nivel de tolerancia aceptado. Por diversos motivos, los productos raras veces se conforman al 100 por ciento a las especificaciones deseadas. Puede haber razones concretas relacionadas con el proceso de fabricación, variaciones en la materia prima utilizada, sensibilidad del producto al entorno externo o manufacturero, etc. Estos diversos factores agrupados producen variaciones con respecto a las especificaciones que deseamos. Debemos aceptar o «tolerar» la desviación de nuestra especificación hasta cierto punto y luego rechazar el producto si sus características no alcanzan nuestro nivel de tolerancia. El establecimiento de los niveles de tolerancia es una de las cuestiones más cruciales en cualquier actividad de control de la calidad. Si se establece un nivel de tolerancia demasiado estricto, puede aumentar considerablemente el número de rechazos, lo que incrementará los costos. Por otro lado, si las especificaciones son demasiado vagas, podrían llegar al mercado productos con una amplia variación en los niveles de calidad, lo que reduciría la satisfacción del consumidor. En último análisis, al fijar los niveles de tolerancia la dirección de la empresa debe orientarse por su estimación del grado en que los consumidores toleran las variaciones de la calidad y por el costo.
4) Decidir el método de muestreo que se va a utilizar para poner a prueba la calidad. La inspección de todos los productos podría no resultar posible en todos los casos (por ejemplo, si estamos ensayando un automóvil para determinar el impacto de un choque o accidente, la puesta a prueba de todos los automóviles producidos significa prácticamente la destrucción de todos). Tampoco existe ninguna garantía de que una prueba al 100 por ciento sea

un método eficaz. Cuando se opta por el muestreo, se deben considerar tres cuestiones. Primeramente, ¿requieren algunas operaciones más control que otras? A este respecto podemos recurrir al análisis de Pareto (véase el capítulo 6) para indicar las operaciones o los productos en fase de fabricación que tienen el máximo valor o el número más elevado de defectos. En segundo lugar, podemos decidir dónde se han de colocar nuestros puntos de inspección. Una tercera decisión que se ha de adoptar se refiere al tamaño de la muestra y a la frecuencia del muestreo. Podríamos recurrir para ello a alguno de los instrumentos estadísticos de que se dispone[1]. Estos instrumentos, sobre los que no nos explayaremos aquí, nos indican el tamaño de la muestra que necesitamos si queremos alcanzar, digamos, un 95 por ciento de confianza en que la desviación observada de la norma que exigimos se debe simplemente al azar. Si queremos estar seguros a un 99 por ciento, habrá que aumentar el tamaño de la muestra.

5) Establecer diagramas de control para medir la desviación de los niveles de tolerancia. Existen dos dimensiones básicas utilizadas en la mayoría de los diagramas: *a)* la media o promedio $\overline{X}$, que indica la tendencia central de diversas observaciones que se va a producir; y *b)* la amplitud R, o la amplitud de variación entre la característica de calidad mínima y máxima. Supongamos en aras de la simplicidad que hemos tomado diez muestras de cierto producto (una barra) y medimos su longitud en milímetros (mm). Obtenemos los resultados siguientes:

Muestra núm.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Extensión (mm)	7	10	9	10	8	9	12	7	9	9

En este caso la media es igual a $= \dfrac{\text{suma de todas las lecturas}}{\text{número de muestras}}$

esto es $\overline{X} = \dfrac{90}{10} = 9$ mm

y la amplitud = diferencia entre la lectura máxima y mínima, o
R = 12 – 7 = 5 mm

Podemos decir que se trata de una operación que produce barras de 9 mm de longitud media, pero los productos pueden variar entre 7 y 12 mm. Si hemos optado por una especificación de 9 mm y un nivel de tolerancia de ± 2 mm, esto significaría que aceptaríamos todos los productos comprendidos entre 7 y 11 mm. En este caso, rechazaríamos la muestra núm. 7, que es de 12 mm.

Existen muchos tipos de diagrama que pueden utilizarse en el control de la calidad, algunos relacionados con la desviación media de la especificación media, y otros con la amplitud. De una u otra manera se utilizan histogramas, diagramas de dispersión, etc. Sin embargo, el diagrama más comúnmente utilizado es el diagrama $\overline{X}$. La figura 65 muestra un diagrama $\overline{X}$ ajustado a nuestro ejemplo.

[1] Se pueden consultar diversas obras y documentos relativos al control de la calidad o a la gestión de la producción. Véase, por ejemplo, Elwood S. Buffa y Rakesh K. Sarin: *Modern production operations management* (Nueva York, John Wiley, 8.ª ed., 1987), cap. 13. Véase también cap. 19 del presente libro sobre el establecimiento del tamaño de las muestras para determinar diversos niveles de confianza.

Figura 65. Un diagrama $\overline{X}$: proceso encuadrado dentro de los límites de control

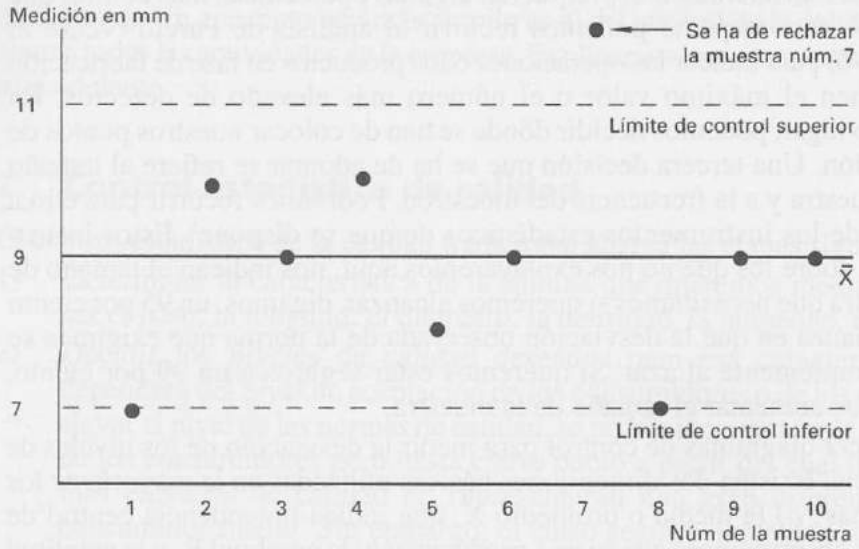
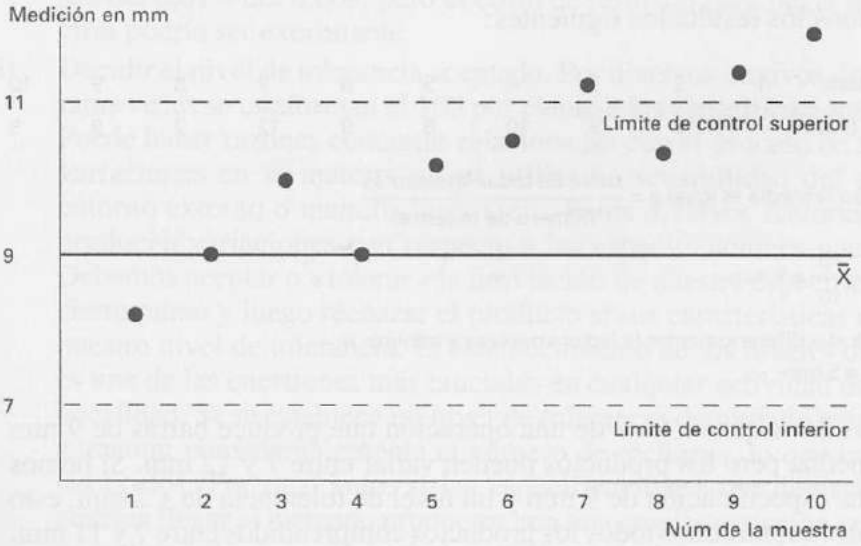


Figura 66. Un diagrama $\overline{X}$: desviación de un proceso



Muestra una media de 9 mm, un límite de control superior de 11 mm y un límite de control inferior de 7 mm. La figura 66 representa otro ejemplo hipotético en el que $\overline{X}$ tiende a ser mayor que el límite de control superior. Esta es una indicación de que el proceso está quedando fuera de control, en cuyo caso se para con el fin de detectar y corregir la razón de esta variancia.

Por útiles que sean estos diagramas, el método básico consiste en controlar la variación de un nivel de tolerancia predeterminado. El método Taguchi del control de la calidad aplica un criterio diferente.

3. Método Taguchi

El método Taguchi de control de la calidad en su forma más sencilla puede compararse con el método de un agrónomo. Los agrónomos han realizado durante años experimentos con semillas que eran inmunes a las condiciones climáticas o a los ataques de insectos. El tema central del método Taguchi con respecto a la calidad consiste en efectuar un segundo examen del producto y el diseño del proceso y en cambiarlos para que resulten más inmunes a las variaciones. Tomemos el ejemplo sencillo de una fábrica que produce tejas. Con los métodos estadísticos tradicionales de control de la calidad, se da la composición de las tejas y el control de la calidad tiene por objeto evaluar las variaciones con respecto a la especificación del producto. Esas variaciones pueden ser causadas por múltiples factores como la distribución irregular de la temperatura durante la cocción, la mezcla, etc. Con arreglo al método Taguchi, se modificaría la mezcla de los ingredientes que componen una teja, con miras a crear una que sea inmune a las variaciones de la temperatura. Por ejemplo, en este caso particular un aumento del contenido de cal viva reduce considerablemente las variaciones. Este es un enfoque preventivo que busca un mejor producto y un mejor diseño del proceso, para reducir las posibilidades de variaciones de la calidad.

Además, todo producto tiene varias características de calidad (forma, color, solidez, etc.), pero no resulta económico tratar de mejorar todas ellas. Con arreglo al método Taguchi sólo hay que investigar las que tienen una importancia primordial. Algunas de esas características se pueden obtener de conformidad con cierta especificación, pero con el uso se deterioran; por ejemplo, un tejido se puede descolorar. En este caso, el empleo de colores más estables puede atenuar el problema de la descoloración. Por consiguiente, aparte de controlar la operación de fabricación para reducir las variaciones de la norma deseada, es preferible volver a la etapa de diseño del producto y crear un diseño llamado «robusto» que pueda resistir el deterioro y las variaciones en el medio ambiente durante la fabricación.

4. Control de calidad total

Como se ha mencionado anteriormente en el presente capítulo, la calidad puede ser asimismo considerada por la dirección como un instrumento de competencia eficaz. Consecuentemente, los gerentes pueden organizar la dirección de la empresa de manera que la búsqueda de objetivos de calidad pase a ser inherente a las actividades de los empleados. Como la satisfacción de los clientes es el patrón con que se miden las especificaciones de calidad, el control de la calidad total implica la determinación constante de las preferencias de los clientes y, como con el método Taguchi, el estudio continuo del diseño del producto para reducir al mínimo las variaciones de las especificaciones, así como un esfuerzo concertado de todos los interesados para minimizar las variaciones durante el procesamiento y mejorar los servicios al cliente. En lugar de asignar la calidad a un departamento concreto como el departamento de control de la calidad, el control de la calidad total pasa a incumbir a todos. La satisfacción del cliente se obtiene no sólo mediante la adquisición de un producto de buena calidad, sino

también con un servicio telefónico cortés, la tramitación apropiada de un pedido, una facturación clara y adecuada y un eficaz servicio de postventa. En la puesta en práctica del control de la calidad total algunas empresas han descubierto que era útil establecer círculos de calidad.

Los **círculos de calidad** (CC) se iniciaron en el Japón a principios de los años sesenta. Un círculo de calidad es un pequeño grupo, constituido normalmente por seis a ocho personas, que trabajan en el mismo sector y que se reúnen voluntariamente con regularidad para pensar en la forma de mejorar la calidad de sus actividades operacionales. Los miembros del círculo suelen recibir una formación adecuada en métodos para resolver los problemas. Al inicio del establecimiento de los círculos de calidad, sus miembros se ocupaban esencialmente de los problemas relacionados con la calidad. Sin embargo, más tarde el interés se extendió a la mejora de la productividad. A medida que los miembros de los círculos aumentaban y se perfeccionaban, éstos trataban a su vez de introducir mejoras sistemáticas y no sólo experimentos aislados. Cuando el movimiento de los CC comenzó a expandirse del Japón a diversos países en desarrollo e industrializados, se introdujeron algunas variantes en el funcionamiento de estos círculos. Por ejemplo, en el Japón se reunían grupos de círculos de calidad después de las horas de trabajo, lo que no sucede en muchos países industrializados. En ese país las recompensas por las realizaciones positivas adoptan la forma de un reconocimiento (por ejemplo, un trofeo), conferencias dadas en otras organizaciones sobre los logros o asistencia a convenciones, y por los logros excepcionales se pueden organizar también visitas al extranjero. En otros países el otorgamiento de recompensas financieras directas se considera en muchos casos una forma más adecuada de compensación.

La ventaja de los círculos de calidad es que en ellos participan empleados encargados de la calidad y de programas de productividad lo que refuerza el enfoque de los planes de control de la calidad total. No obstante, no todos los movimientos de los círculos de calidad han tenido éxito. Algunos círculos han quedado inactivos casi desde su creación o han disminuido su actividad después del entusiasmo inicial; otros producían resultados marginales, mientras que algunos proseguían sus actividades con notable éxito[2].

5. Estudio del trabajo y control de calidad

En la Segunda parte de este libro se esbozaban los objetivos del estudio de los métodos. Entre éstos figuraban no sólo los aumentos cuantitativos o la reducción de los costos, sino también el mejoramiento de la calidad. En este sentido, la relación entre el estudio de métodos en particular y el control de la calidad es clara. El especialista en el estudio del trabajo evalúa los resultados de su labor tomando igualmente en consideración las mejoras de la calidad. Además, ya hemos visto en el presente capítulo que el establecimiento de especificaciones de

[2] Para un análisis de las razones del éxito y del fracaso en los Estados Unidos y en el Reino Unido, véase, respectivamente, E. E. Lawler III y S. A. Mohrman: «Quality circles after de fad», en *Harvard Business Review*, enero-febrero de 1985, págs. 65-71; B. G. Dale: «The extent of and reasons for quality circle failures», en *Management Research News*, vol. 7, núm. 2, 1984, págs. 4-9.

calidad y niveles de tolerancia adecuados y la indicación de la característica primaria de un producto con respecto al control pueden reducir los costos, cuestión que interesa igualmente al especialista en el estudio del trabajo. Hemos visto también que las tendencias modernas consideran el control de la calidad como una función dinámica que persigue el mejoramiento continuo del producto y del diseño del proceso para satisfacer las esperanzas del consumidor.

En este sentido los objetivos del estudio de los métodos y el del control moderno de la calidad coinciden. Resultaría, efectivamente, difícil para un especialista en el estudio del trabajo ocuparse principalmente de los aumentos cuantitativos y descuidar las cuestiones relacionadas con la calidad. Actuaría erróneamente el especialista que se ocupara de la simplificación del producto en el diseño sin tener en consideración los cambios que pudieran requerirse en la composición de ese producto para que fuera más resistente a las variaciones y al deterioro. Por la misma razón, el estudio de métodos no puede tratar de lograr mejoras en las operaciones sin vincularlas con los imperativos de calidad resultantes. Por último, el enfoque del control de la calidad total crea una cultura empresarial que puede ser más receptiva y propicia a un estudio de los métodos de trabajo.

CAPITULO **14**

Disposición del espacio, manipulación y planificación del proceso

1. Disposición del espacio

La forma en que la maquinaria, el equipo y el material están dispuestos en el área de trabajo determina la disposición en ese área. La disposición se suele determinar al comienzo de las operaciones, es decir, cuando una fábrica o una oficina empieza a funcionar. Incluso si la disposición inicial se hubiera estudiado adecuadamente, a menudo se requiere un nuevo examen de la utilización del espacio debido, entre otros, a los factores siguientes:

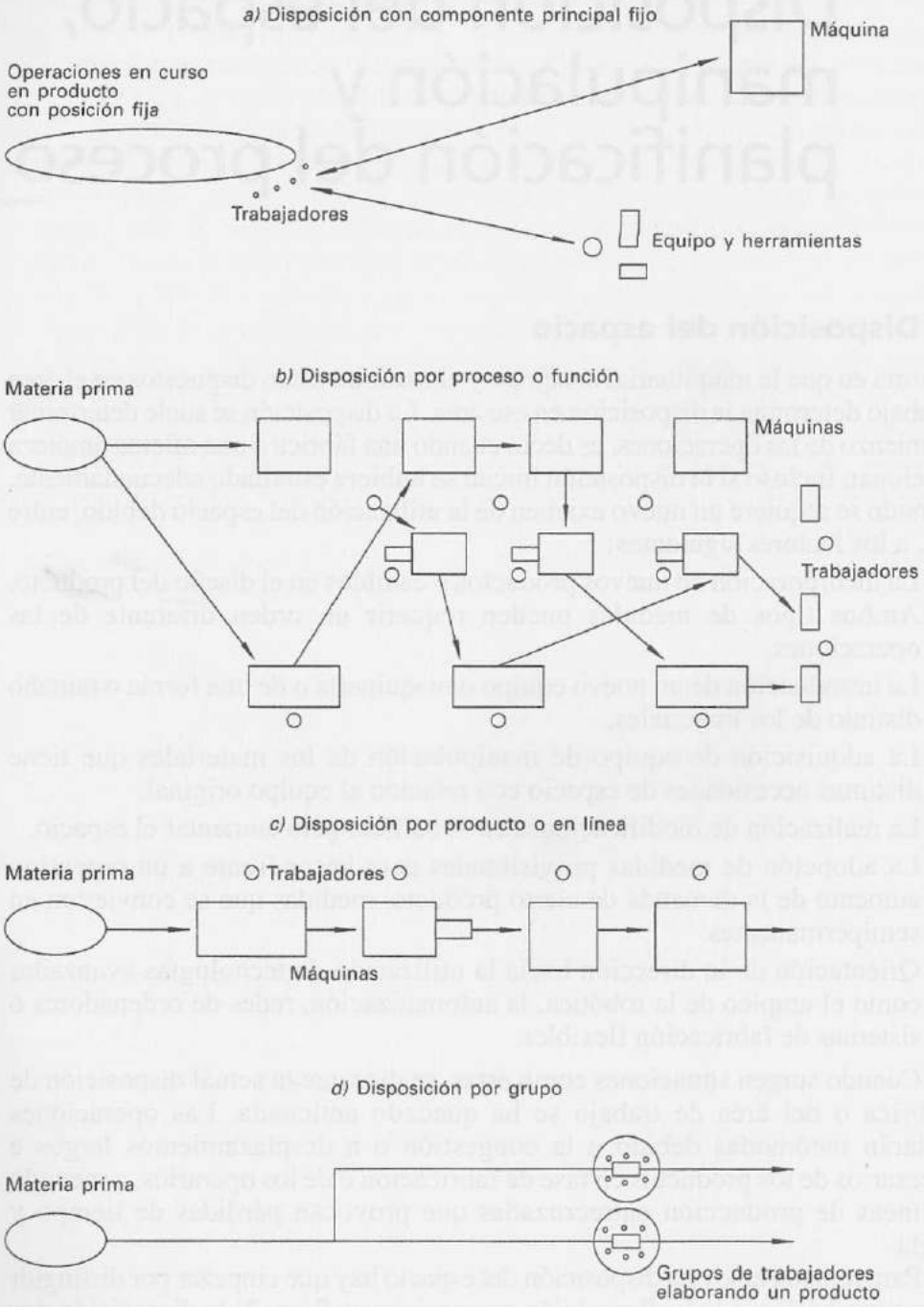
- ☐ La incorporación de nuevos productos o cambios en el diseño del producto. Ambos tipos de medidas pueden requerir un orden diferente de las operaciones.
- ☐ La introducción de un nuevo equipo o maquinaria o de una forma o tamaño distinto de los materiales.
- ☐ La adquisición de equipo de manipulación de los materiales que tiene distintas necesidades de espacio con relación al equipo original.
- ☐ La realización de modificaciones en el edificio para aumentar el espacio.
- ☐ La adopción de medidas provisionales para hacer frente a un repentino aumento de la demanda de cierto producto, medidas que se convierten en semipermanentes.
- ☐ Orientación de la dirección hacia la utilización de tecnologías avanzadas como el empleo de la robótica, la automatización, redes de ordenadores o sistemas de fabricación flexibles.

Cuando surgen situaciones como éstas, se dice que la actual disposición de la fábrica o del área de trabajo se ha quedado anticuada. Las operaciones resultarán incómodas debido a la congestión o a desplazamientos largos e innecesarios de los productos en fase de fabricación o de los operarios, a menudo con líneas de producción entrecruzadas que provocan pérdidas de tiempo y energía.

Para replantearse una disposición del espacio hay que empezar por distinguir cuatro tipos básicos: 1) la disposición por posiciones fijas; 2) la disposición por procesos o funciones; 3) la disposición por productos o por líneas de producción; y 4) la disposición por grupos (figura 67). En la práctica en un área de trabajo pueden existir combinaciones de dos o más tipos de disposición del espacio.

1) **Disposición por posiciones fijas.** Esta modalidad se utiliza cuando el material que se va a procesar no se desplaza por la fábrica, sino que se

Figura 67. Tipos de disposición



mantiene en un lugar, en cuyo caso se desplaza a ese lugar todo el equipo y la maquinaria necesarios. Así sucede cuando el producto es voluminoso y pesado y cuando sólo se fabrican unas pocas unidades a la vez. Ejemplos típicos son la construcción de naves o de aeronaves y la fabricación de motores diesel o de otros motores grandes.

2) **Disposición por proceso o función,** en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. En la industria de la confección, por ejemplo, el corte del tejido se hace en una zona, el cosido o pespunte en otra, el acabado en una tercera y así sucesivamente. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. Otros ejemplos son las fábricas de hilados y tejidos y los talleres de mantenimiento.

3) **Disposición por producto o en línea,** popularmente denominada a veces «producción en cadena». En este caso, toda la maquinaria y el equipo necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Esta disposición se emplea principalmente en los casos en que existe una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados. Ejemplos típicos son el embotellado de bebidas no alcohólicas, el montaje de automóviles y el enlatado de conservas.

4) **Disposición por grupos o que posibilita la aplicación de métodos de producción por grupos.** Recientemente, en un esfuerzo por aumentar la satisfacción en el trabajo, varias empresas han distribuido sus operaciones de un nuevo modo: el equipo de operarios trabaja en un mismo producto o parte de un producto y tiene a su alcance todas las máquinas y el equipo necesarios para completar su trabajo. En esos casos los operarios distribuyen el trabajo entre sí, normalmente intercambiándose las tareas. En el capítulo 29 se dan más detalles sobre este método de producción.

Una vez conocidos estos diversos tipos de disposición, se puede pasar a analizar el recorrido de los materiales en la fábrica. En algunas situaciones puede modificarse rápidamente el rendimiento pasando de un tipo de disposición a otro. Así es, en particular, cuando se transforma la disposición por función en disposición en línea para uno o más productos cuya producción ha aumentado considerablemente.

En la mayoría de los casos, sin embargo, antes de decidir cambiar la disposición es necesario efectuar un cuidadoso análisis del recorrido de los materiales dado que, por lo general, tal cambio resulta costoso y la dirección no lo aprobará a menos que esté convencida de que efectivamente aportará economías.

Concepción de la disposición

A. Concepción de la disposición inicial

La línea de razonamiento es la siguiente:

1) A partir de las previsiones de ventas y de la planificación de la producción es posible determinar la cantidad de maquinaria y equipo que se necesitará

Figura 68. Trazado del recorrido para varios productos utilizando la tabla cuadriculada

Desde \ Hasta	Estampar	Normalizar	Mecanizar	Desbarbar	Pintar	Chapar	Revestir	Pulir	Envolver	Embalar y expedir	Total
Estampar		14	8	6	14				1	27	70
Normalizar					17	1					18
Mecanizar				3	2	2				1	8
Desbarbar		4						1	3	2	10
Pintar				1	11	19		13	2		46
Chapar							22				22
Revestir								22			22
Pulir					2				33	1	36
Envolver										39	39
Embalar y expedir											0
Total	0	18	8	10	46	22	22	36	39	70	

Fuente: Richard Muther: «Plant layout», en H.B. Maynard (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª ed., 1971); reproducido con la autorización de McGraw-Hill Book Company.

en el presente y en el futuro. A continuación se calcula el espacio que se necesita para cada componente de la maquinaria. En un edificio de un solo piso habrá que añadir el 17 por ciento y en un edificio de varios pisos el 22 por ciento al espacio total dedicado a la maquinaria para tener en cuenta los corredores, pasillos y ascensores.

2) Luego se calcula el espacio necesario para almacenar los productos en curso de fabricación y para diversos otros almacenes.

3) Se hace otro cálculo con respecto a las instalaciones auxiliares, como los cuartos de aseo, las oficinas, las bombas, los servicios de mantenimiento, etc. Todos estos servicios se enumeran con indicación del espacio correspondiente a cada uno de ellos.

4) Podemos ahora determinar y esbozar el recorrido del trabajo. Si la disposición es a base de componentes fijos o en línea, esto resulta más o menos fácil. Utilizando un diagrama de recorrido de procesos como se explica en el capítulo 7, se puede observar el orden de las operaciones y esbozarse un diagrama para indicar el emplazamiento de los puestos de trabajo. Es la disposición por funciones la que nos plantea un problema, debido a que es muy probable que se produzca una multitud de productos con un orden diferente de operaciones para cada uno de ellos. Una manera útil de determinar el emplazamiento de los puestos de trabajo en este caso consiste en emplear una **tabla cuadriculada**.

   - ☐ Como se observa en la figura 68, la tabla cuadriculada se establece indicando, tanto en las columnas horizontales como verticales de la tabla, todas las operaciones (o máquinas) por las que pasan los diferentes productos en las diferentes fases de producción. El ejemplo de la figura 68 ilustra el empleo de la tabla cuadriculada en una empresa que fabrica productos metálicos decorados. En este caso, la empresa fabrica 70 productos, cada uno de los cuales pasa por algunas de las operaciones indicadas.
   - ☐ Para llenar esta tabla se toma un solo producto y se registra la secuencia de las operaciones en las casillas correspondientes. Si un producto pasa de «estampar» a «normalizar», se marca un trazo en la intersección entre las columnas «estampar» y «normalizar». Si a continuación se traslada de «normalizar» a «chapar», se marca otro trazo en su correspondiente casilla, y así sucesivamente hasta que se haya registrado toda la secuencia de las operaciones de dicho producto. Luego se repite el mismo procedimiento para cada uno de los 69 productos restantes. La figura 68 muestra la tabla cuadriculada una vez completada.
   - ☐ El paso siguiente consiste en decidir qué operaciones deben colocarse en posiciones adyacentes. De la tabla resulta evidente que 27 de los 70 productos (o sea, el 39 por ciento) van directamente de «estampar» a «embalar y expedir». Por consiguiente, estas dos operaciones deben colocarse una junto a la otra. Análogamente, los 22 productos que se chaparon se trasladaron de «chapar» a «revestir» y de «revestir» a «pulir», de modo que estas tres operaciones deben ser consecutivas.

Aplicando el mismo razonamiento puede establecerse la secuencia de operaciones preferida.

- Una variante de esta técnica consiste en llenar la tabla cuadriculada tomando una muestra de los productos que se fabrican en mayores cantidades. Si la empresa fabrica más de 100 productos diferentes, quizá sea engorroso seguir el método indicado. Sin embargo, realizando una pequeña investigación tal vez se descubra que, por ejemplo, hay 15 o 20 productos que posiblemente representan el 80 por ciento del volumen de producción. A continuación se anota en la tabla cuadriculada la secuencia de operaciones de dichos productos y se determina el recorrido siguiendo el procedimiento descrito.

5) Una vez determinadas las dimensiones y la posición relativa de la maquinaria, las áreas de almacenamiento y los servicios auxiliares, es preferible empezar por una representación visual de la disposición proyectada, en vez de pasar de inmediato a la reorganización efectiva del lugar de trabajo, que puede ser muy costosa. Una de las formas de hacerlo estriba en utilizar «plantillas» o trozos de cartón cortados a escala. Pueden emplearse cartones de diferentes colores para los diversos tipos de equipo: máquinas, estanterías de almacenamiento, bancos o equipo para la manipulación de los materiales. Al colocar las plantillas, es necesario comprobar si se dejan pasillos suficientemente anchos para que puedan transitar sin dificultad los artefactos de manipulación de materiales y los productos en curso de fabricación.

   Los modelos a escala reducida también pueden utilizarse para la visualización tridimensional de la disposición. En el mercado se obtienen fácilmente diversos modelos de los tipos de máquinas y equipo más conocidos, que resultan particularmente útiles para fines pedagógicos.

B. Modificación de la disposición existente

Para modificar una disposición cabe utilizar un cursograma analítico con el fin de registrar las distancias recorridas y los tiempos correspondientes a diversas operaciones. Un diagrama de circulación puede ser un complemento útil. En el capítulo 7 (figuras 27-30) se da un ejemplo. Para estudiar la modificación de una disposición es preferible observar toda la disposición de, pongamos por caso, un departamento o incluso una fábrica antes de pasar a analizar los detalles de una operación. Después de concebir una disposición ideal, hay que conciliarla con las limitaciones que existen. Puede resultar muy costoso trasladar cierta maquinaria o modificar la estructura de un edificio para tener una disposición más idónea. Los costos pueden superar a los beneficios previstos. Es preciso pasar de lo ideal a lo práctico. Algunas de las técnicas empleadas para concebir una disposición inicial, como el empleo de la tabla cuadriculada (figura 68) y los diversos cálculos de las necesidades de espacio pueden ser también pertinentes a este respecto.

2. Manipulación de materiales

A menudo se dedica mucho tiempo y esfuerzo a trasladar los materiales de un lugar a otro en el curso de la fabricación. Esta manipulación es costosa y no incorpora nada al valor del producto. Por consiguiente, esencialmente lo ideal sería que no hubiera manipulación en absoluto. Lamentablemente, esto no es posible. Un objetivo más realista sería trasladar el material con los métodos y el equipo más adecuados al menor costo posible y teniendo en cuenta la seguridad. Este objetivo se puede alcanzar:

- ☐ eliminando o reduciendo la manipulación;
- ☐ mejorando la eficiencia de la manipulación;
- ☐ eligiendo el equipo de manipulación de materiales idóneo.

Eliminación o reducción de la manipulación

A menudo existen amplias posibilidades de eliminar o reducir la manipulación. En la práctica, resulta evidente la necesidad de mejorar la situación existente cuando aparecen determinados síntomas, por ejemplo, demasiadas operaciones de carga y descarga, frecuente transporte manual de cargas pesadas, largos trayectos efectuados por los materiales, corriente del trabajo no uniforme con congestión en determinadas zonas, numerosos deterioros o roturas debidos a la manipulación, etc. Estos son algunos de los fenómenos más frecuentes que hacen necesaria la intervención del especialista en el estudio del trabajo. La manera de proceder es similar a la del estudio de métodos tradicional, es decir, utilizando cursogramas sinópticos, cursogramas analíticos y diagramas de recorrido, y haciéndose las preguntas de rigor: «dónde, cuándo y cómo se efectúa esta manipulación», «quién la efectúa» y, sobre todo, «por qué se efectúa».

Sin embargo, muy frecuentemente ese estudio tendrá que ir precedido o acompañado por un estudio sobre la disposición de la zona de trabajo, con el fin de reducir al mínimo la manipulación.

Mejora de la eficiencia de la manipulación

La eficiencia de la manipulación puede mejorarse respetando ciertas normas, como las siguientes:

1) Incrementar el tamaño o el número de unidades manipuladas cada vez. De ser necesario, modificar el diseño y embalaje del producto para ver si puede lograrse más fácilmente ese resultado.
2) Aumentar la velocidad de manipulación siempre que sea posible y económico.
3) Aprovechar la fuerza de gravedad siempre que sea posible.
4) Disponer de suficientes contenedores, paletas, plataformas, cajas, etc., a fin de facilitar el transporte.
5) Dar preferencia siempre que sea posible al equipo de manipulación de materiales que sirve para una amplia variedad de usos y aplicaciones.
6) Procurar que los materiales se desplacen lo más posible en línea recta y de que los pasillos se mantengan despejados.

Elección del equipo de manipulación de materiales idóneo

Existen diferentes clases y tipos de equipo de manipulación de materiales. Aunque realmente existen cientos de tipos, éstos se pueden clasificar en cinco categorías principales.

- **Transportadores**

Los transportadores resultan de utilidad para desplazar materiales entre dos puntos de trabajo fijos, de forma continua o intermitente. Se utilizan principalmente para las operaciones de producción en serie o continua; de hecho, sirven para la mayoría de las operaciones en que la circulación es más o menos constante. Los transportadores pueden ser de diversos tipos: de rodillos, de roldanas o de cinta, y ser accionados mecánicamente o girar libremente. La decisión de adquirir transportadores debe basarse en un cuidadoso estudio, ya que por lo general su instalación es costosa; además, son poco flexibles y, cuando dos o más de ellos convergen en un punto, es necesario coordinar la velocidad con que se mueven.

- **Carretillas industriales**

Las carretillas industriales permiten una mayor flexibilidad de empleo que los transportadores, ya que pueden desplazarse entre diversos puntos y no tienen una posición fija permanente. Son, por tanto, muy adecuadas para la producción discontinua y para la manipulación de materiales de diferentes tamaños y formas. Existen numerosos tipos de carretillas: automotoras con motor de gasolina o eléctrico, manuales, etc. Su mayor ventaja reside en la amplia gama de accesorios disponible, lo que permite aumentar su capacidad para manipular materiales de diferentes tipos y formas.

- **Grúas y polipastos**

La principal ventaja de las grúas y los polipastos es que permiten transportar materiales pesados por elevación, si bien por lo general solamente pueden utilizarse en zonas de dimensiones limitadas. También en esta categoría de aparatos existen diversos tipos y en cada uno de ellos hay diversas capacidades de carga. Las grúas y los polipastos pueden utilizarse para la producción continua y discontinua.

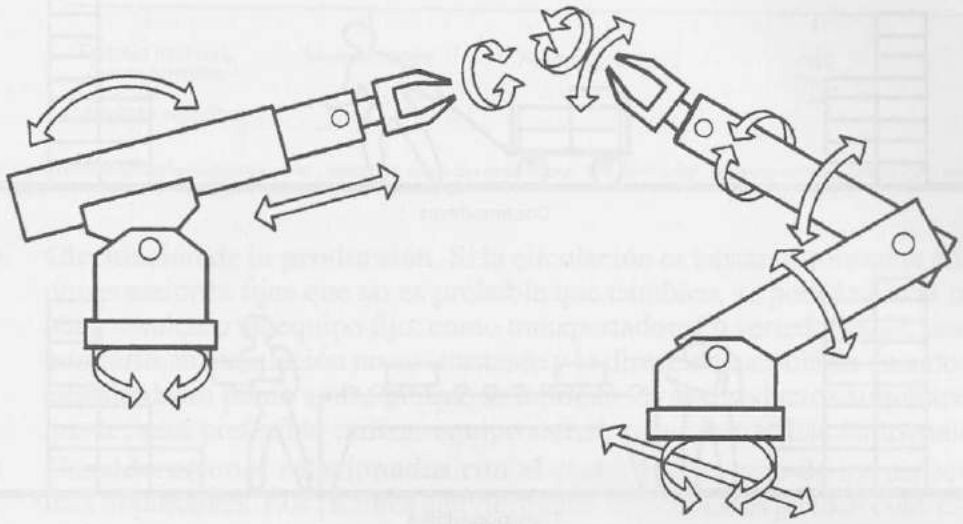
- **Contenedores**

Los contenedores pueden ser «inertes» (cajones, barriles, paletas, plataformas, etc.) que llevan dentro el material, pero que no se mueven por sí solos, y «móviles» (por ejemplo, vagonetas, carretillas de una rueda o automáticos accionados por computadora). El equipo de manipulación de este tipo puede contener y transportar el material y, por lo general, se acciona manualmente.

- **Robots**

Existen muchos tipos de autómatas o robots, de diversos tamaños, funciones y grado de manejo (figura 69). Muchos robots se utilizan para la manipulación y el transporte de materiales y otros para realizar operaciones como la soldadura o la pintura a pistola. Una ventaja de los autómatas es que pueden funcionar en un

Figura 69. Manejo de robots



entorno hostil, como en condiciones insalubres, o realizar tareas arduas como el traslado repetitivo de materiales pesados[1].

La elección del equipo de manipulación de materiales entre las diversas posibilidades que existen (figura 70) no es fácil. En varios casos el mismo material puede manipularse con diversos tipos de equipo y la gran diversidad de éstos y de los accesorios existentes no facilita las cosas. En diversos casos, sin embargo, la naturaleza del material que se ha de manipular reduce las opciones.

Entre los factores más importantes que se han de tomar en consideración para elegir el equipo de manipulación de materiales figuran los siguientes:

1) **Características del material.** El tamaño, forma y peso del material, así como el estado (sólido, líquido o gaseoso) en que se transportará constituyen consideraciones importantes y pueden imponer ya una eliminación preliminar de la gama del equipo disponible que se va a estudiar. Análogamente, si el material es frágil, corrosivo o tóxico, ciertos métodos de manipulación y contenedores resultarán preferibles a otros.
2) **Disposición y características del edificio.** Otro factor restrictivo es la disponibilidad de espacio para la manipulación. Los techos bajos pueden impedir el empleo de polipastos o grúas y la presencia de columnas de soporte en lugares inadecuados puede limitar la dimensión del equipo de manipulación de materiales. Si el edificio tiene varios pisos, pueden utilizarse vertedores o rampas para las carretillas industriales. Por último, la propia disposición mostrará el tipo de operación de producción (continua, intermitente, con componentes fijos o por grupos) lo cual indicará ya el tipo de equipo que resultará más adecuado.

[1] Varias obras de consulta tratan de los robots. Las personas interesadas pueden remitirse a Sherif D. El Wakil: *Processes and design for manufacturing* (Englewoods Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1989), *págs. 422-445.*

Figura 70. Diferentes posibilidades de manipulación de un mismo objeto

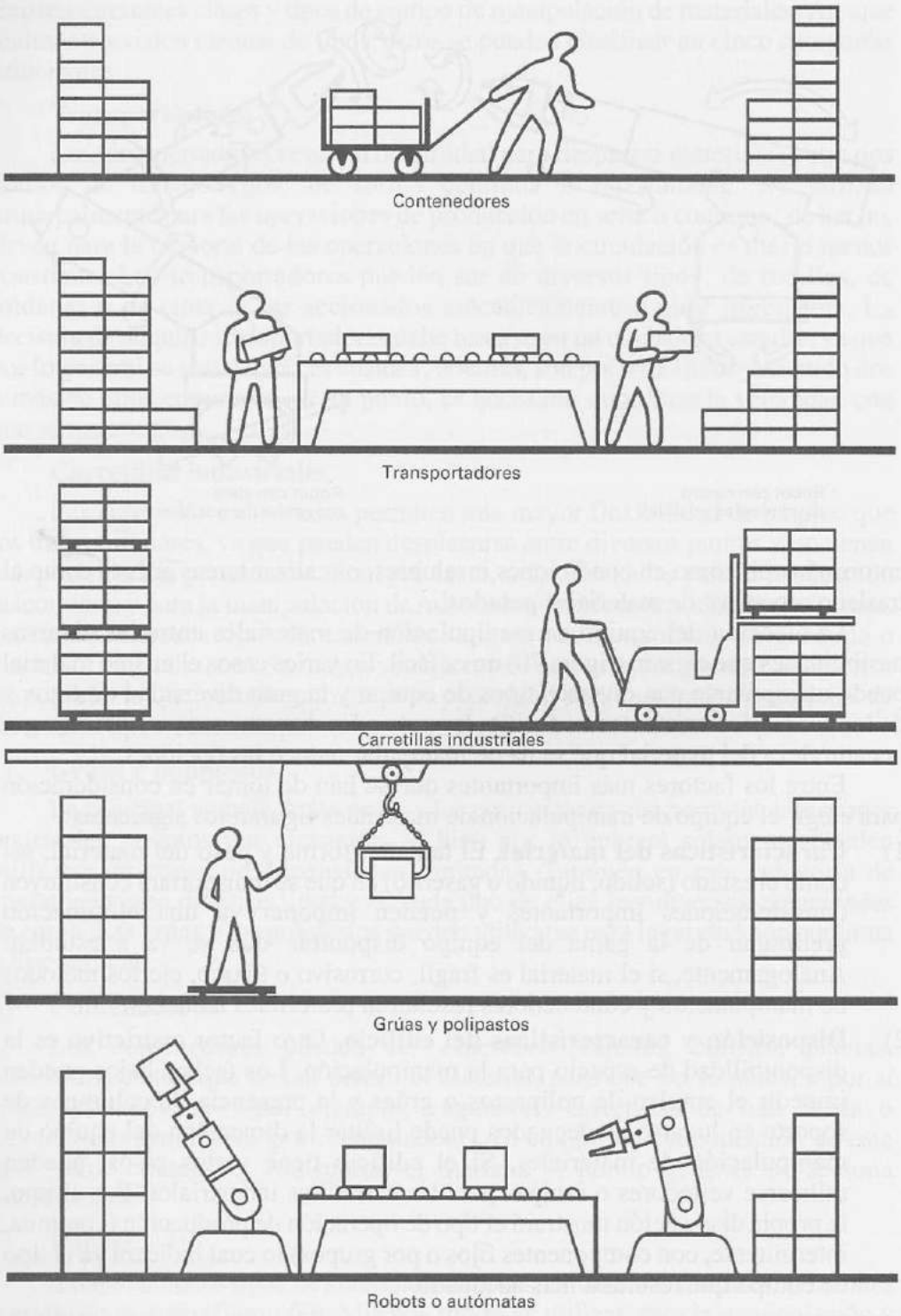
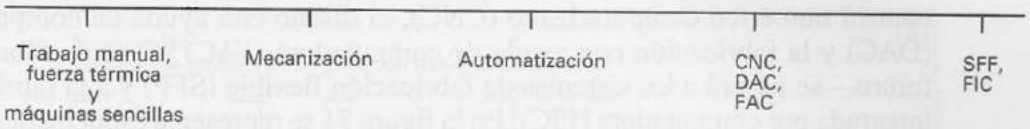


Figura 71. Evolución de la tecnología de fabricación



CNC: control numérico computadorizado; DAC: diseño con ayuda de computadora; FAC: fabricación con ayuda de computadora; SFF: sistema de fabricación flexible; FIC: fabricación integrada por computadora.

3) **Circulación de la producción.** Si la circulación es bastante constante entre dos posiciones fijas que no es probable que cambien, se podrá utilizar con buen resultado un equipo fijo, como transportadores o vertedores. Si, por el contrario, la circulación no es constante y la dirección cambia de cuando en cuando de un punto a otro porque se fabrican varios productos simultáneamente, será preferible utilizar equipo móvil, como carretillas industriales.

4) **Consideraciones relacionadas con el costo.** Este es uno de los aspectos más importantes. Los factores anteriormente mencionados pueden contribuir a reducir la gama de equipos adecuados, pero el cálculo del costo ayudará a adoptar la decisión definitiva. Es preciso tomar en consideración diversos elementos del costo al hacer comparaciones entre distintos tipos de equipo capaces de manipular la misma carga. Existe el costo inicial del equipo, del que se puede determinar el costo de inversión representado por el pago de intereses (es decir, si la empresa debe solicitar un préstamo para adquirir el equipo) o el costo de oportunidad o de sustitución (si la empresa posee los fondos y no tiene que solicitar un préstamo pero la compra del equipo la privaría de la posibilidad de invertir los fondos a una cierta tasa de rentabilidad). Del costo del equipo se puede deducir asimismo la amortización anual, a la que habrá que añadir otras cargas como los seguros, los impuestos y los gastos generales adicionales. Aparte de estas cargas fijas, existen igualmente los costos de explotación, como el de la mano de obra, la energía, el mantenimiento y la supervisión. Sólo calculando y comparando el costo total de cada tipo de equipo podrá adoptarse una decisión más racional sobre la opción más apropiada.

Si bien la disposición y manipulación adecuadas han aportado considerables mejoras a la eficiencia de las operaciones, otros cambios en la maquinaria, los sistemas de información y la computarización han producido igualmente un considerable impacto en la productividad. Examinaremos brevemente algunos de estos cambios antes de pasar a la planificación del proceso.

3. Evolución en la tecnología de fabricación

Desde la Revolución Industrial se ha procurado constantemente mejorar la tecnología de la producción de mercancías, particularmente de productos manufacturados. La introducción de la línea de montaje en 1914 para producir automóviles del modelo T Ford fue revolucionaria en esa época. Marcó una clara transición de una operación manual a una operación mecanizada. En los años

cincuenta se iniciaron procesos automatizados y, con los rápidos avances de la ciencia y la aplicación de la computadora, hemos pasado a sistemas como el control numérico computarizado (CNC), el diseño con ayuda de computadora (DAC) y la fabricación con ayuda de computadora (FAC) y – en la fábrica del futuro – se pasará a los sistemas de fabricación flexible (SFF) y a la fabricación integrada por computadora (FIC). En la figura 71 se representa esquemáticamente esta evolución.

Esta transición no significa que cada una de las fases haya sido sustituida por una fase sucesiva en el orden cronológico. Sigue habiendo un trabajo manual, la línea de montaje y procesos mecanizados, a veces junto a un proceso automatizado en la misma fábrica. Sin embargo, existe una tendencia hacia sistemas más flexibles de producción, que están ganando terreno a una velocidad acelerada. Así pues, mientras que la primera Revolución Industrial abarcó el final del siglo XVIII y comienzos del XIX, la evolución de la electrónica y las computadoras en los últimos cuarenta años ha inducido a muchos a creer que estamos viviendo, en realidad, una segunda Revolución Industrial.

Examinaremos ahora brevemente algunos de los cambios que se han producido en la tecnología de la fabricación.

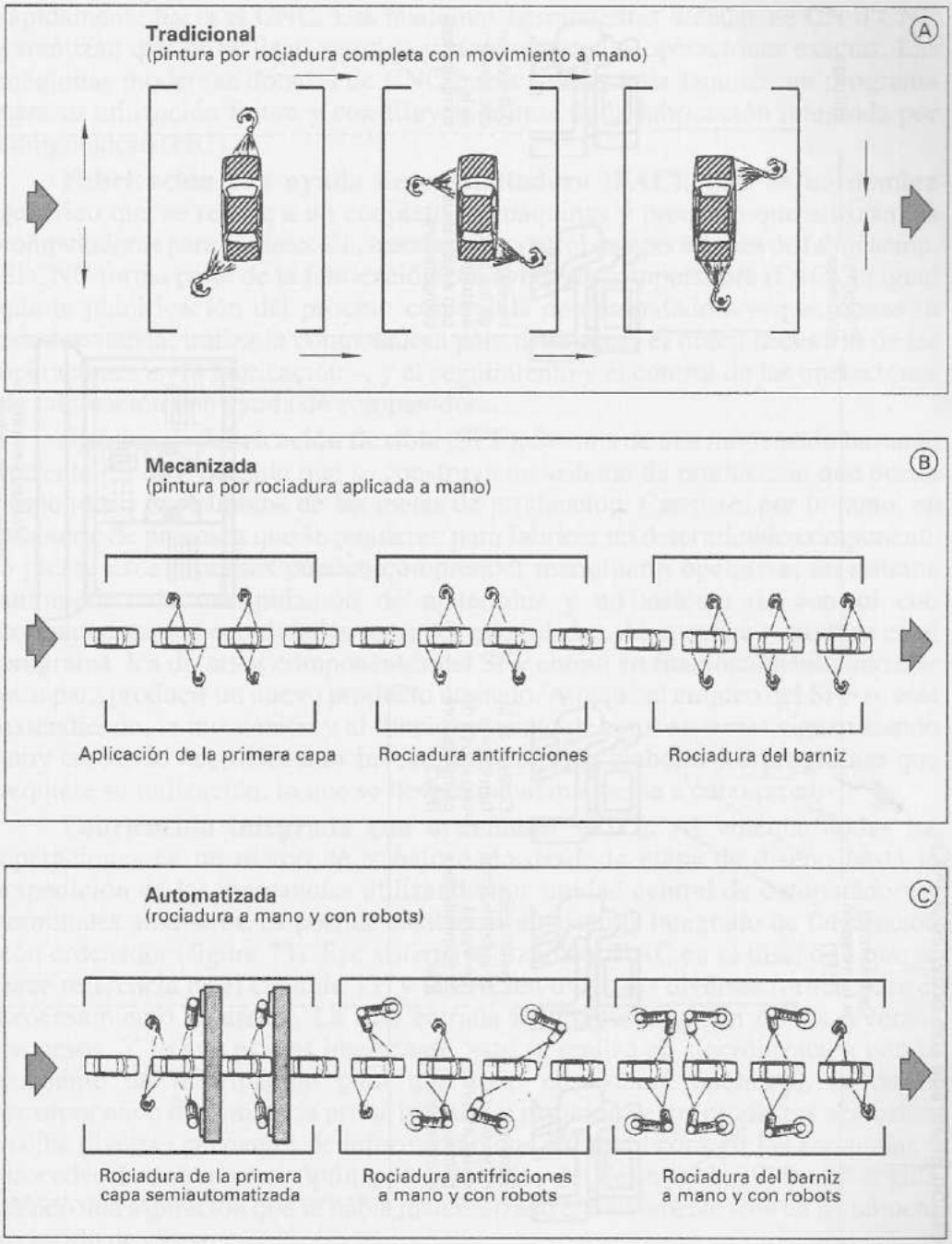
Línea de montaje. Las operaciones posibilitan un aumento masivo de la producción (de ahí que se utilicen como sinónimos las expresiones «producción en masa» o «producción en serie»). Para ello, las operaciones de producción se dividen en elementos, cada uno de los cuales corre a cargo de un operario, mientras que el producto se traslada a lo largo de la línea. De este modo, los operarios ocupan puestos fijos y el producto se traslada. Aunque las líneas de montaje permiten un aumento espectacular de la producción, engendran también monotonía ya que cada operario repite el mismo tipo de operación una y otra vez.

Mecanización. La mecanización tiene por objeto sustituir el trabajo manual por el trabajo a máquina cuando es posible. De esta manera, parte del trabajo manual repetitivo ha sido sustituido por una maquinaria capaz de realizar esas operaciones. Sin embargo, con la mecanización un trabajador maneja una máquina y la ajusta para que realice la cantidad deseada de producción con el nivel deseado de calidad. La calidad en este caso depende en gran medida de la pericia del trabajador, además de estar condicionada por la máquina y los instrumentos que se están utilizando.

Automatización. En la automatización participan pocos trabajadores. Las máquinas reciben sus instrucciones de una computadora que se ha alimentado con toda la información necesaria y, en consecuencia, siguen funcionando con independencia y con una interferencia mínima del operario. La construcción de autómatas, el CNC y la FAC han dado un impulso a la automatización. En la figura 72 se representa la transición de las operaciones tradicionales a la automatización.

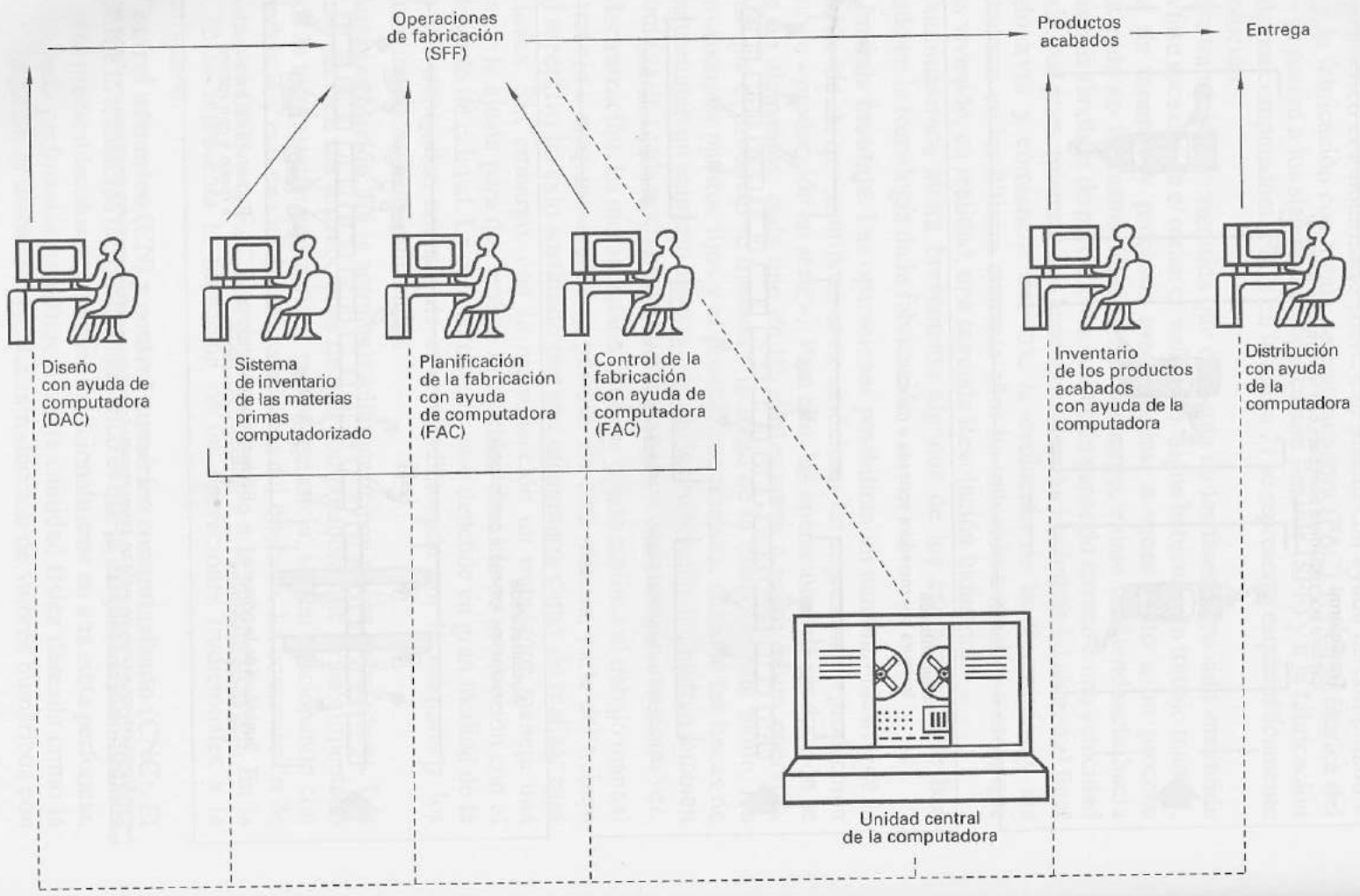
Control númerico (CN) y control numérico computarizado (CNC). El principio de la tecnología del control numérico es que la máquina está controlada por valores preestablecidos, registrados tradicionalmente en una cinta perforada, en la que cada perforación se refiere a cierta cantidad física deseada como la altura, la longitud, el diámetro, etc. La introducción de valores numéricos con

Figura 72. Evolución de la pintura de automóviles



Fuente: Reproducido con autorización de ENFAPI, Sistemi Formativi Confindustria: *La fabrica camminando con l'innovazione* (Avance de la fábrica con la innovación) (Roma, Editore SIPI, 1987), pág. 90.

Figura 73. Fabricación integrada con ordenador (FIC)



respecto a cualquier cantidad física impulsa a la máquina a realizar la operación deseada con arreglo a esos valores. Desde entonces la tecnología ha evolucionado rápidamente hacia el CNC. Las máquinas herramientas dotadas de CN o CNC garantizan que se realizan repetida y rápidamente las operaciones exactas. Las máquinas modernas dotadas de CNC pueden almacenar también un programa para su utilización futura y constituyen la base de la fabricación integrada por computadora (FIC).

Fabricación con ayuda de computadora (FAC). Este es un nombre genérico que se refiere a un conjunto de máquinas y procesos que utilizan las computadoras para la dirección, ejecución y control de operaciones de fabricación. El CNC forma parte de la fabricación con ayuda de computadora (FAC), al igual que la planificación del proceso con ayuda de computadora – que, como su nombre indica, utiliza la computadora para determinar el orden necesario de las operaciones en la fabricación –, y el seguimiento y el control de las operaciones de fabricación con ayuda de computadora.

Sistema de fabricación flexible (SFF). Se trata de una innovación bastante reciente. El SFF permite que se construya un sistema de producción que pueda responder a los cambios de las metas de producción. Consiste, por lo tanto, en una serie de procesos que se requieren para fabricar un determinado componente o pieza. Esos procesos pueden comprender maquinaria operativa, un sistema automático de manipulación de materiales y un sistema de control con computadora que coordina las otras dos actividades. Al introducir cambios en el programa, los diversos componentes del SFF entran en funcionamiento uno tras otro para producir un nuevo producto deseado. Aunque el empleo del SFF se está extendiendo, la instalación y el funcionamiento de estos sistemas siguen siendo muy caros. Se necesitan más investigaciones para elaborar los programas que requiere su utilización, lo que se llevará indudablemente a cabo pronto.

Fabricación integrada con ordenador (FIC). Al vincular todas las operaciones en un marco de trabajo dado desde la etapa de diseño hasta la expedición de las mercancías utilizando una unidad central de computadora y terminales auxiliares, es posible establecer un sistema integrado de fabricación con ordenador (figura 73). Ese sistema utilizaría el DAC en el diseño (a que se hace referencia en el capítulo 12) y la FAC en todas sus diversas formas para el procesamiento siguiente. La FIC entraña la computarización de los diversos procesos. Y lo que es más importante, esto se realiza en sincronización con la corriente de información para que todo el sistema operativo, desde la incorporación de la materia prima hasta la expedición de los productos acabados, reciba diversas corrientes de información que permitan corregir las anomalías y proceder de una manera óptima. A principios del decenio de 1990 esto seguía siendo una aspiración que se había materializado efectivamente sólo en un número reducido de casos.

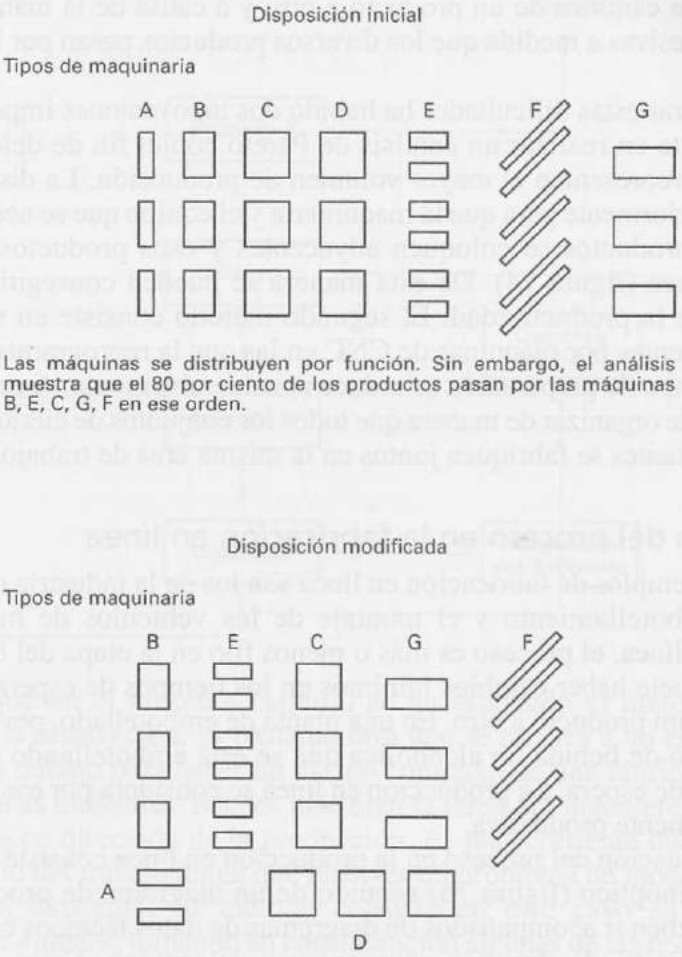
4. Planificación del proceso

La planificación del proceso tiene por objeto establecer un plan global de fabricación de una pieza o de un producto. El punto de partida es el diseño del producto, a partir del cual se puede determinar por orden cronológico:

1) El número de piezas necesarias para crear el producto.
2) Si algunas de esas piezas se deben fabricar o comprar utilizando estimaciones financieras de los costos que entraña cada solución, así como otros juicios de valor; por ejemplo, la disponibilidad de materia prima, la pericia requerida, la utilización de espacio disponible para la maquinaria y el equipo de producción existentes, etc.
3) Una vez que se adopta una decisión sobre las piezas que se fabricarán, se puede determinar la secuencia de las operaciones utilizando diagramas de bloques o de operaciones.
4) Si hay que comprar nuevo equipo o maquinaria, hace falta adoptar una decisión sobre el tipo de tecnología de fabricación que se puede emplear (véase la sección 3 supra).
5) A continuación se adopta otra decisión relativa a los subproductos del proceso de fabricación; por ejemplo, la utilización de los gases de escape, el calor excesivo y la eliminación y el tratamiento de desechos.
6) Se debe adoptar igualmente una decisión con respecto al equipo de manipulación y al tipo, competencia y número de operarios que se han de asignar a esta operación.
7) Por último, se debe decidir qué tipo de información es preciso concebir y obtener para el control de la operación, incluidas las consideraciones relativas a la calidad.

Aunque los siete pasos anteriormente indicados se aplican esencialmente a los procesos que se planifican para un nuevo producto o pieza, pueden igualmente aplicarse con ciertas adaptaciones a la modificación de los procesos existentes, para tener en cuenta un nuevo producto o un cambio de diseño. Circunscribiremos nuestro examen a la aplicación de los pasos tres y cuatro con respecto a dos tipos de operaciones: las **operaciones funcionales** y las **operaciones en línea**. Como se ha indicado anteriormente en el presente capítulo, las operaciones funcionales son aquellas en que todas las máquinas análogas se colocan juntas y los productos pasan de una máquina a otra en una secuencia que depende del tipo de operación que hace falta realizar, mientras que las operaciones en línea son aquellas en que la materia prima o la pieza pasa continuamente a través de un número de operaciones sucesivas que terminan con el producto acabado. Los pasos siguientes en la planificación del proceso a que se ha hecho referencia más arriba se han examinado anteriormente, con excepción del paso siete, que se estudiará en el capítulo siguiente, y el paso dos, la decisión de «fabricar o comprar», cuya explicación queda fuera del alcance de este libro.

Figura 74. Transformación de una disposición funcional en disposición en línea o por producto



Planificación del proceso en la fabricación funcional

La fabricación funcional tradicional, que predomina en las industrias de máquinas herramientas, la producción de prendas de vestir y otros tipos análogos de industria, se basa en el supuesto de que todas las máquinas análogas se colocan unas junto a otras. Según la secuencia de las operaciones necesarias para fabricar cierto producto, este producto pasa de una máquina a otra. En cada máquina puede ser necesario un tiempo de preparación para ajustarla al trabajo mecánico que se requiere efectuar con respecto a ese producto determinado. La planificación del proceso tiene por objeto definir el orden de las operaciones correspondientes a cada producto y el tiempo que se requerirá para pasar por todas las máquinas, con inclusión del tiempo de preparación, y ajustar luego el número de máquinas, instrumentos y materiales que se requerirán para fabricar cada producto.

En comparación con la producción en línea, este tipo de disposición no es eficaz debido al tiempo que se pierde para preparar las diversas máquinas como resultado de los cambios de un producto a otro y a causa de la manipulación y colocación sucesivas a medida que los diversos productos pasan por las distintas operaciones.

Para superar estas dificultades ha habido dos innovaciones importantes. La primera consiste en realizar un análisis de Pareto con el fin de determinar los productos que representan el mayor volumen de producción. La disposición se modifica posteriormente para que la maquinaria y el equipo que se necesitan para fabricar esos productos se coloquen adyacentes y esos productos se puedan producir en línea (figura 74). De esta manera se pueden conseguir aumentos sustanciales de la productividad. El segundo método consiste en sustituir las máquinas existentes por máquinas de CNC en las que la reprogramación es más rápida y el tiempo de preparación se reduce considerablemente. A este respecto, el CNC se puede organizar de manera que todos los conjuntos de ciertos productos o piezas importantes se fabriquen juntos en la misma área de trabajo.

Planificación del proceso en la fabricación en línea

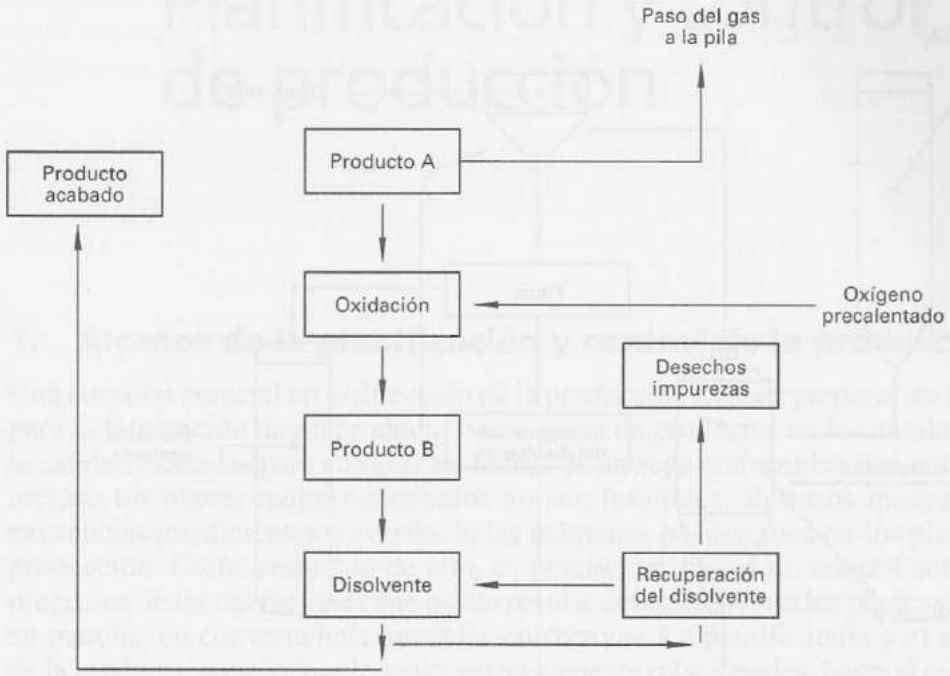
Los mejores ejemplos de fabricación en línea son los de la industria química, las plantas de embotellamiento y el montaje de los vehículos de motor. En la fabricación en línea, el proceso es más o menos fijo en la etapa del diseño de la fábrica, pero suele haber cambios mínimos en los tiempos de espera al pasar la producción de un producto a otro. En una planta de embotellado, por ejemplo, el cambio del tipo de bebida no alcohólica que se está embotellando no requiere mucho tiempo de espera. La producción en línea se considera por ese motivo una operación altamente productiva.

La planificación del proceso en la producción en línea consiste en elaborar un diagrama sinóptico (figura 75) seguido de un diagrama de procesos (figura 76). Estos deben ir acompañados de diagramas de datos técnicos en los que se indique la posición de diversos componentes del equipo. Estos pueden ser bombas, equipo de ventilación, recipientes, ventiladores, máquinas soplantes y compresores, equipo para hacer el vacío, mezcladores y agitadores. A eso se añade el equipo auxiliar como los termopermutadores, el equipo de termoaislamiento y acondicionamiento del aire y las fuentes de energía y calor.

5. Estudio del trabajo, disposición, manipulación y planificación del proceso

La disposición y la elección de los métodos de manipulación constituyen un tema importante de cualquier estudio de los métodos de trabajo. En la mayoría de los ejemplos de los estudios de métodos mencionados en los capítulos 7, 8 y 9, se obtuvieron mejoras en los métodos de trabajo mediante la modificación de la disposición, el acortamiento de las distancias que han de recorrer los materiales y los operarios y la facilitación de las operaciones de manipulación y transporte en el lugar de trabajo o entre los puestos de trabajo.

Figura 75. Diagrama en bloque de fabricación en línea

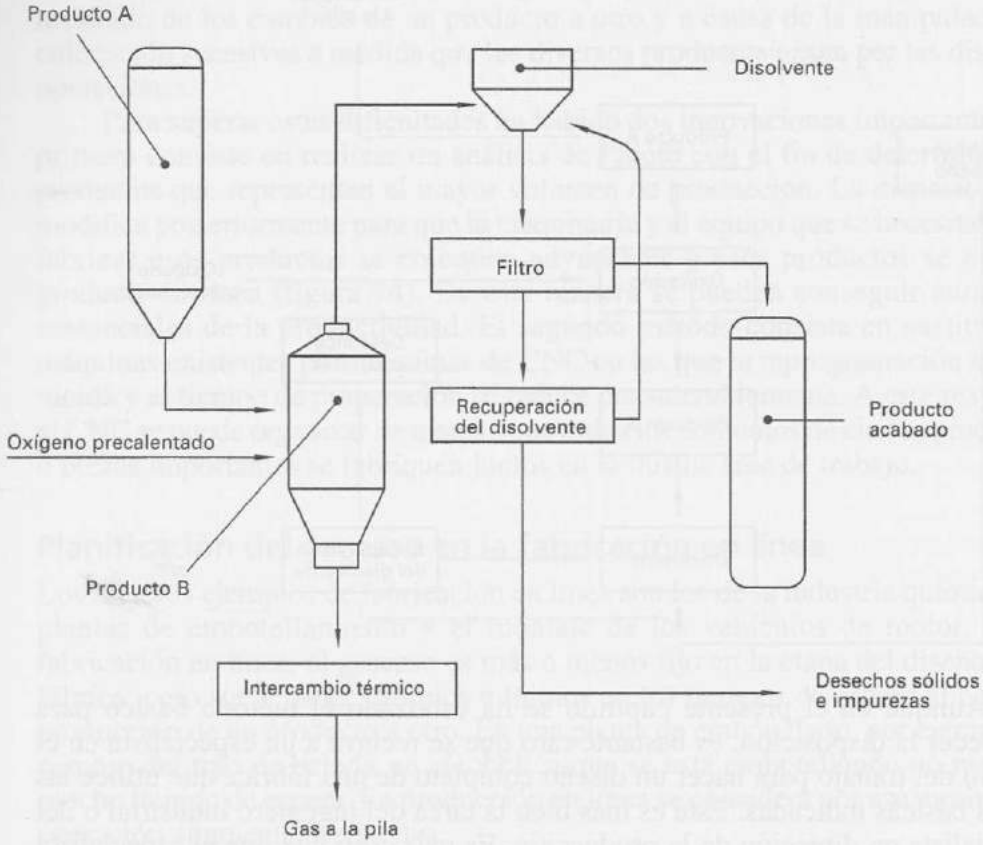


Aunque en el presente capítulo se ha esbozado el método básico para establecer la disposición, es bastante raro que se recurra a un especialista en el estudio del trabajo para hacer un diseño completo de una fábrica que utilice las etapas básicas indicadas. Esta es más bien la tarea del ingeniero industrial o del especialista en dirección de la producción. Es más corriente que el especialista en el estudio del trabajo tenga que resolver un problema de modificación de una disposición existente. El método consiste en este caso en proyectar una disposición «ideal», tomando en consideración algunas de las restricciones como el costo que entraña el traslado de la maquinaria pesada. Antes de adoptar una decisión sobre el paso de lo ideal a lo práctico, el especialista en el estudio del trabajo podrá ponderar varias soluciones posibles, evaluando cada una de ellas en función de sus propias ventajas.

Hemos visto también que en la fabricación en línea la libertad de acción de un especialista en el estudio del trabajo es más reducida, debido a que el diseño del proceso está vinculado a la instalación. Podría limitarse a un estudio de las operaciones de manipulación entre las líneas de producción, o de la materia prima y el embalaje de los productos acabados, y en algunos casos al equilibrio de las operaciones entre líneas convergentes. En cambio, el especialista en el estudio del trabajo puede obtener considerables resultados transformando una operación funcional en otra en la que los productos primarios o las piezas se dispongan sobre una línea de producción.

A este respecto, el presente capítulo ha mostrado asimismo la transición gradual en la tecnología de fabricación, particularmente en los países más industrializados, de la mecanización a la automatización y a la fabricación integrada por computadora. Esta tendencia, en cierto sentido, recuerda los

Figura 76. Diagrama de fabricación en línea



orígenes del estudio del trabajo cuando contribuía a simplificar las tareas, aislando los movimientos repetitivos que con el tiempo se mecanizaron y que están ahora parcial o totalmente automatizados. Al dar a estas tendencias su justo valor, el especialista en el estudio del trabajo investiga si la operación que está estudiando es probable que experimente un cambio tecnológico muy pronto, antes de lanzarse a hacer un profundo estudio para lograr un aumento de la eficiencia que puede resultar insignificante en comparación con los aumentos producidos por una tecnología avanzada. Debido a su profundo conocimiento de las operaciones en el taller, un especialista en el estudio del trabajo puede ser un recurso valioso cuando se trata de elegir una nueva tecnología operacional o un sistema de manipulación avanzado.

De ser necesario, se podrá recurrir al especialista para evaluar las mejoras que se lograrán probablemente como resultado de la introducción de una tecnología avanzada o, a este respecto, los problemas con que se podría tropezar.

CAPITULO **15**

Planificación y control de producción

1. Alcance de la planificación y control de la producción

Una cuestión esencial en la dirección de la producción es la de preparar los planes para la fabricación de un producto o una gama de productos en la cantidad y de la calidad deseadas para cumplir las fechas de entrega convenidas. Sin embargo, incluso los planes mejor concebidos no son infalibles. Retrasos inesperados, existencias insuficientes o averías de las máquinas pueden socavar los planes de producción. Como resultado de ello, es preciso establecer un control sobre los progresos de las operaciones que pueda revelar desviaciones de los planes y poner en marcha, en consecuencia, medidas correctivas. La planificación y el control de la producción están, por lo tanto, estrechamente relacionados, hasta el extremo de que algunos autores suelen utilizar sólo un término para abarcar a ambos. Por ejemplo, la expresión «control de la producción» se ha utilizado en algunos casos para abarcar igualmente la fase de planificación.

Además, existen dos interpretaciones divergentes del alcance de la planificación y el control de la producción.

La primera definición incluye en esta disciplina la planificación de todos los materiales, procesos y operaciones que terminan con el producto acabado. La planificación y el control de la producción se considera que abarcan el control de las existencias, la planificación de las operaciones y la planificación de los instrumentos y el equipo que se necesitan, así como el control de la calidad.

En el presente capítulo no adoptaremos esa definición amplia. El control de la calidad es un tema suficientemente importante para ser abordado por separado, como se ha hecho en el capítulo 13. Además, nuevos cambios en el control de las existencias justifican que se dedique un capítulo aparte a esta cuestión (capítulo 16).

La segunda definición considera la planificación como un concepto global unificador. El punto de partida es la previsión de las ventas o los pedidos según los productos que se estén fabricando. A continuación se hace una evaluación de la capacidad de producción y se introduce un ajuste para tener en cuenta la seguridad de suministro de las materias primas, el tiempo efectivo de las operaciones y la índole de la gama de productos. Luego comienza la planificación de las operaciones.

Este segundo enfoque, de adoptarse, abarcaría cuestiones como la estimación de la demanda de los diversos productos, una evaluación de las averías probables, el movimiento de personal y el absentismo, aspecto que queda fuera

del alcance del presente libro, que se ocupa más de las operaciones de producción y de sus relaciones con el estudio del trabajo. Por este motivo, tenemos la intención de adoptar un criterio restrictivo de la planificación y el control de la producción circunscribiéndonos a la programación, la planificación y el control de las actividades operacionales.

Al actuar de este modo, hemos de establecer una diferencia entre planificación y control en la producción continua o en línea, la planificación y el control de la producción por lotes discontinua o la producción funcional, y la planificación de proyectos concretos.

2. Planificación y control de producción continua

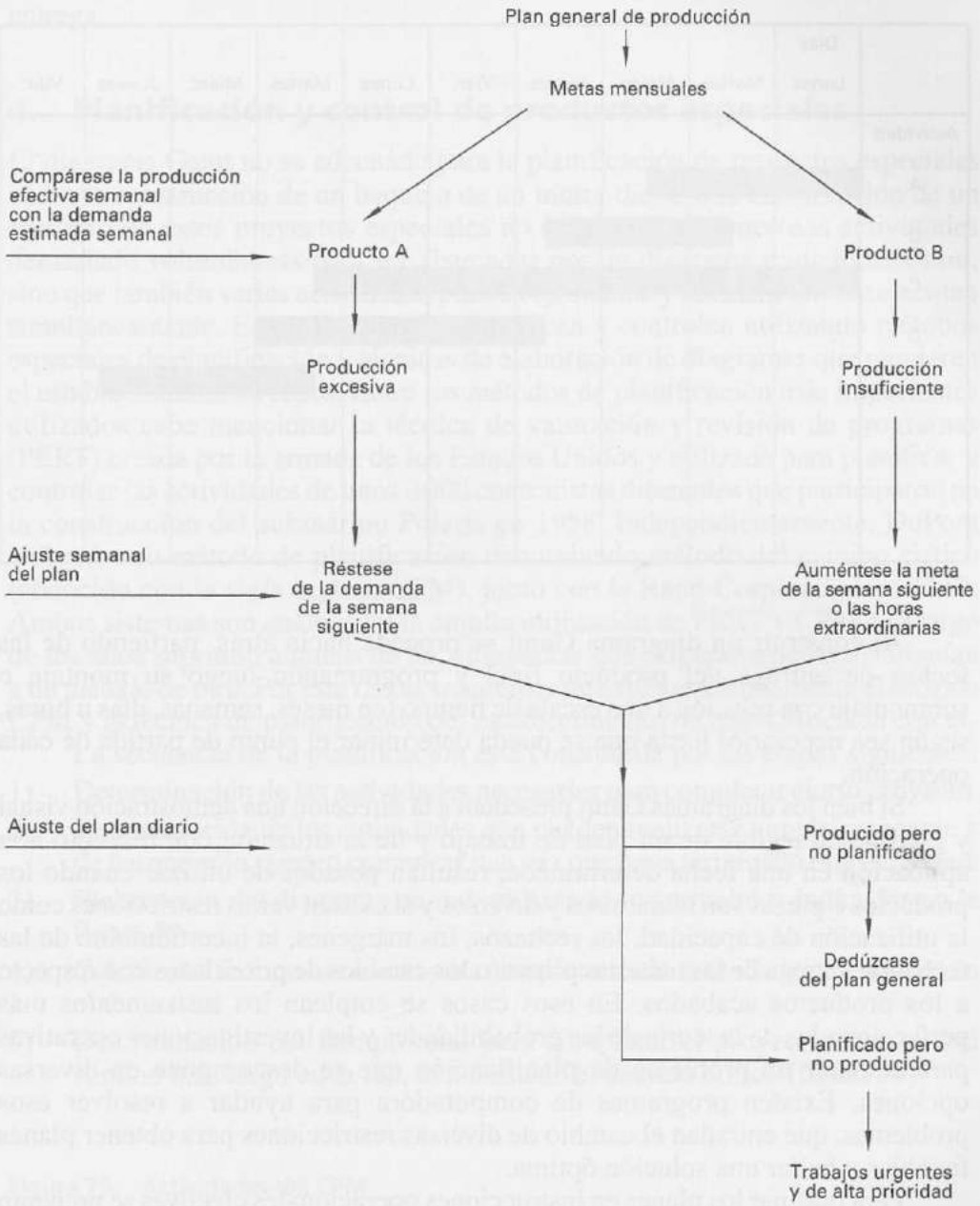
Como se explica en el capítulo 14, la producción continua o en línea consiste en operaciones en las que uno o unos pocos productos pasan por una secuencia de operaciones para producir el producto o los productos acabados deseados. Sirvan de ejemplo las industrias químicas, las plantas de fabricación de papel y pulpa y las fábricas de cemento. Cuando la empresa está fabricando un solo producto, la planificación y el control de la producción consisten en la operación bastante sencilla de asignar metas de producción por semana o diarias, partiéndose del supuesto de que todas las máquinas utilizadas en el proceso están perfectamente sincronizadas. El control de la producción indicará cualquier desviación de la norma deseada y pondrá en marcha una intervención para adoptar medidas correctivas.

Es bastante poco corriente que un único producto se traslade a través de una línea de producción. Es más probable que unos pocos productos puedan competir por la capacidad existente. La gama de productos podrá dificultar la planificación y el control. En una refinería de petróleo, por ejemplo, un aumento de las metas de planificación con respecto a la gasolina entraña una reducción de la producción de otros productos refinados como el gasoil o el queroseno. En varias operaciones de la producción en línea, como los diversos productos comparten más o menos el mismo recorrido, se realizan diariamente ajustes en el plan, según las variaciones de la demanda de cada producto. En la figura 77 está representada una secuencia de planificación simplificada con respecto a la producción en línea. Cuando los productos son más de dos o tres, a los fines de planificación normalmente se emplean instrumentos más perfeccionados que utilizan programas adecuados de computadora.

3. Planificación y control de producción discontinua

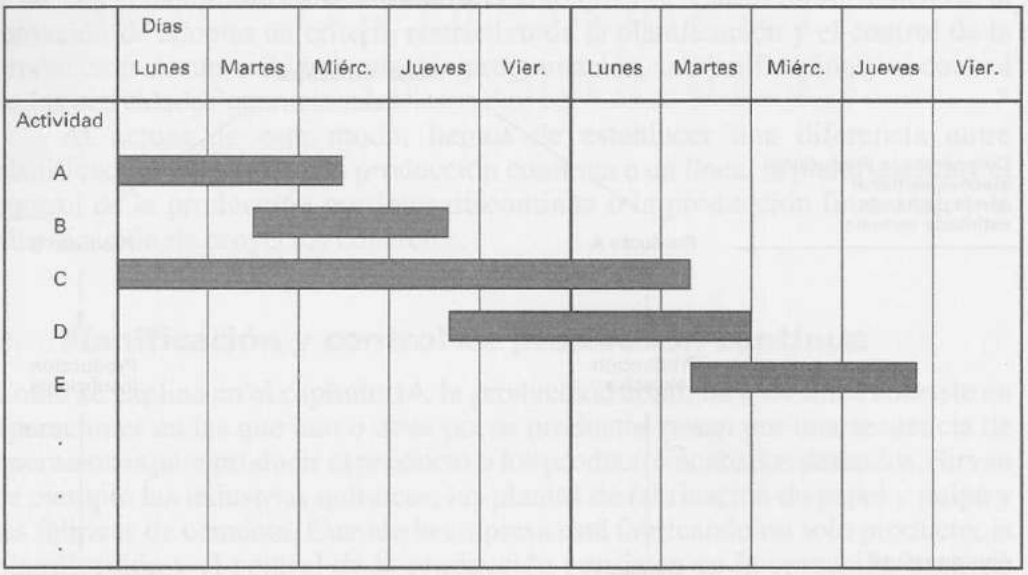
La producción discontinua es normalmente un proceso en el que se produce una multitud de productos o piezas, cada uno de los cuales requiere cierta secuencia de las operaciones. Ejemplos de producción discontinua son las industrias de la madera y de los muebles, y los talleres mecánicos. En este tipo de planificación se ha de determinar el orden de las operaciones correspondientes a cada producto o pieza y el tiempo necesario para cada operación, con inclusión de los tiempos de preparación. Si el número de productos es reducido, cabe utilizar un diagrama

Figura 77. Planificación y control de producción en línea: plan general de producción



adecuado, como el **diagrama Gantt** (figura 78) para planificar y controlar el orden de las operaciones. El mismo diagrama Gantt puede emplearse también para mostrar la carga de las máquinas, determinando de ese modo el tiempo inactivo. Esto permitiría modificar la programación para obtener la utilización óptima de las máquinas y el equipo. Por último, el diagrama Gantt puede utilizarse para planificar el despliegue de los operarios entre las diversas máquinas, o las necesidades de adquisición y entrega de materiales.

Figura 78. Diagrama de barras o diagrama Gantt



Al construir un diagrama Gantt se procede hacia atrás, partiendo de las fechas de entrega del producto final y programando luego su montaje o submontaje con relación a una escala de tiempo (en meses, semanas, días u horas, según sea necesario) hasta que se pueda determinar el punto de partida de cada operación.

Si bien los diagramas Gantt presentan a la dirección una demostración visual y fácilmente legible de un plan de trabajo y de la situación con respecto a la aplicación en una fecha determinada, resultan pesados de utilizar cuando los productos o piezas son numerosos y diversos y si existen varias restricciones como la utilización de capacidad, los rechazos, los márgenes, la incertidumbre de las fechas de entrega de las materias primas o los cambios de prioridades con respecto a los productos acabados. En esos casos se emplean los instrumentos más perfeccionados de la teoría de las probabilidades y las investigaciones operativas para analizar un problema de planificación que se descompone en diversas opciones. Existen programas de computadora para ayudar a resolver esos problemas, que entrañan el cambio de diversas restricciones para obtener planes factibles y hallar una solución óptima.

Para plasmar los planes en instrucciones operacionales efectivas se preparan diversos formularios o se dan instrucciones, a veces empleando las terminales de computadora. Entre éstos cabe mencionar los relativos a los pedidos de fabricación, con inclusión de la conducción de las materias primas y de los productos en fase de fabricación hasta los productos finales, tarjetas con el ciclo de trabajo de los operarios en las que se muestra la distribución de su tiempo entre las diversas operaciones, la carga de las máquinas y las órdenes de utilización, y la operación de seguimiento reactivo. Estos diversos tipos de información, aunque son principalmente útiles para la asignación óptima de los recursos destinados a la planificación y el control, son igualmente útiles a los efectos de la contabilidad

de los costos y permiten que se facilite información sobre las fechas probables de entrega.

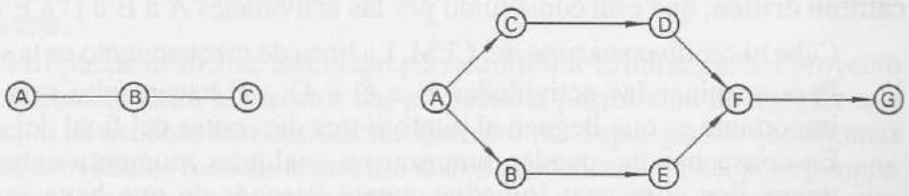
4. Planificación y control de productos especiales

El diagrama Gantt no es adecuado para la planificación de proyectos especiales como la construcción de un buque o de un motor diesel o la construcción de un edificio. En estos proyectos especiales no sólo son las numerosas actividades demasiado voluminosas para ser abarcadas por un diagrama tradicional Gantt, sino que también varias actividades pueden ejecutarse y normalmente se ejecutan simultáneamente. Esos proyectos se planifican y controlan utilizando métodos especiales de planificación y técnicas de elaboración de diagramas que requieren el establecimiento de redes. Entre los métodos de planificación más importantes utilizados cabe mencionar la técnica de valoración y revisión de programas (PERT) creada por la armada de los Estados Unidos y utilizada para planificar y controlar las actividades de unos 3 000 contratistas diferentes que participaron en la construcción del submarino Polaris en 1958. Independientemente, DuPont elaboró otro método de planificación denominado método del camino crítico (conocido con la sigla inglesa CPM), junto con la Rand Corporation en 1957. Ambos sistemas son análogos y la amplia utilización de PERT y CPM a lo largo de los años suprimió algunas de las diferencias que originariamente distinguían a un método de otro. Por esta razón, trataremos de explicar sucintamente el método CPM y la técnica de planificación del establecimiento de redes asociada con él.

La secuencia de la planificación está constituida por las etapas siguientes:

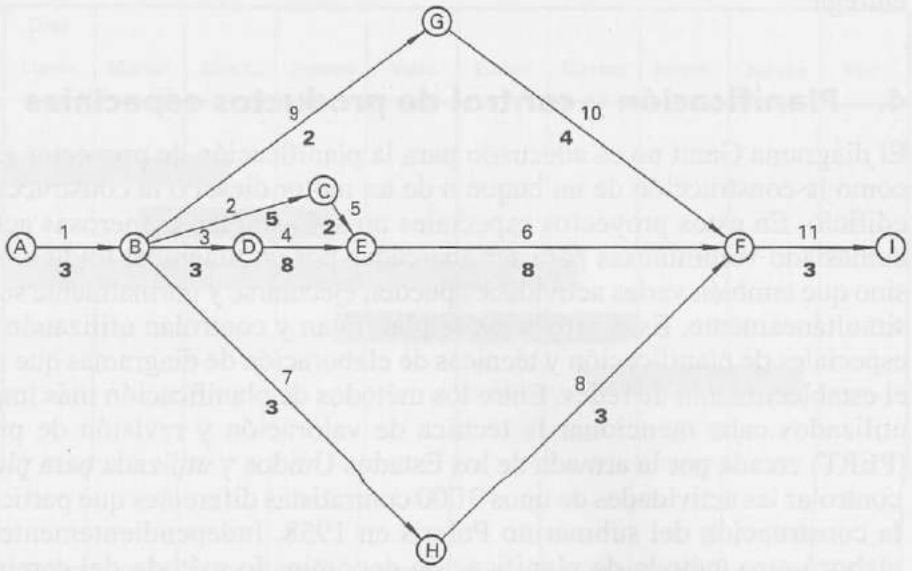
1) Determinación de las actividades necesarias para completar cierto proyecto.
2) Determinación de las actividades que pueden realizarse simultáneamente y de las que sólo pueden comenzar una vez que haya terminado otra actividad.
3) Elaboración del diagrama de red, utilizando los principios indicados en la figura 79.
4) Cálculo del tiempo necesario para completar cada actividad, indicándolo en el diagrama.
5) Determinación del tiempo total para completar el proyecto, que será el camino más largo en la red, denominado el camino crítico (figura 80).

Figura 79. Actividades del CPM



Actividades sucesivas A a B a C. La actividad B a E es independiente de la actividad C a D; sin embargo, ambas deben completarse antes de que pueda comenzar la actividad F a G.

Figura 80. Diagrama de red con uso de tiempos normales



6) Cálculo de los costos correspondientes a cada actividad, si se ha de realizar a un ritmo normal, o a un ritmo intenso o acelerado (por ejemplo, empleando a más personas, horas o recursos).

7) Empleo equilibrado de los recursos para compensar los aumentos en su utilización.

El ejemplo de la figura 80 muestra una red integrada por 11 actividades. Las cifras en negritas indican el tiempo en días necesario para completar cada actividad. Obsérvese que la extensión de las flechas no guarda ninguna relación con el tiempo que lleva realizar la actividad particular.

Para llegar del punto de partida A al punto final I hay varios caminos. Cada uno está constituido por varias actividades con asignaciones de tiempo. Son concretamente los siguientes:

A a B a G a F a I o 3 + 2 + 4 + 3 = 12 días
A a B a C a E a F a I o 3 + 5 + 2 + 8 + 3 = 21 días
A a B a D a E a F a I o 3 + 3 + 8 + 8 + 3 = 25 días
A a B a H a F a I o 3 + 3 + 3 + 3 = 12 días

De este análisis cabe deducir que el proyecto probablemente no se concluirá antes de que hayan transcurrido 25 días. Este es el camino más largo, denominado **camino crítico**, que está constituido por las actividades A a B a D a E a F a I.

Cabe hacer diversos usos del CPM. La línea de razonamiento es la siguiente:

1) Para terminar las actividades B a G y G a F hacen falta seis días. Lo importante es que lleguen al punto F tres días antes del final del proyecto. En consecuencia, pueden empezar en cualquier momento anterior y no tienen que comenzar inmediatamente después de que haya acabado la actividad A a B. Si así sucede, llegarán al punto F el noveno día y tendrán que esperar hasta el día 22. Podrían iniciarse, por ejemplo, el día 15 o el

Cuadro 10. Método del camino crítico: tiempos normales y acelerados, y costos de realización de actividades

Actividad	Tiempo normal	Tiempo acelerado[1]	Costo normal	Costo incrementado
	Días		Dólares	Dólares
1. A a B	3	1	500	1200
2. B a C	5	5	10000	10000
3. B a D	3	2	400	600
4. D a E	8	4	8000	16000
5. C a E	2	2	500	500
6. E a F	8	6	2000	2000
7. B a H	3	3	500	500
8. H a F	3	3	1000	1000
9. B a G	2	1	350	600
10. G a F	4	3	2000	2800
11. F a I	3	1	500	1500
Camino crítico	25 días	15 días	25750	36700

[1] El tiempo acelerado del nuevo camino crítico es de A a B a C a E a F a I = 15 días.

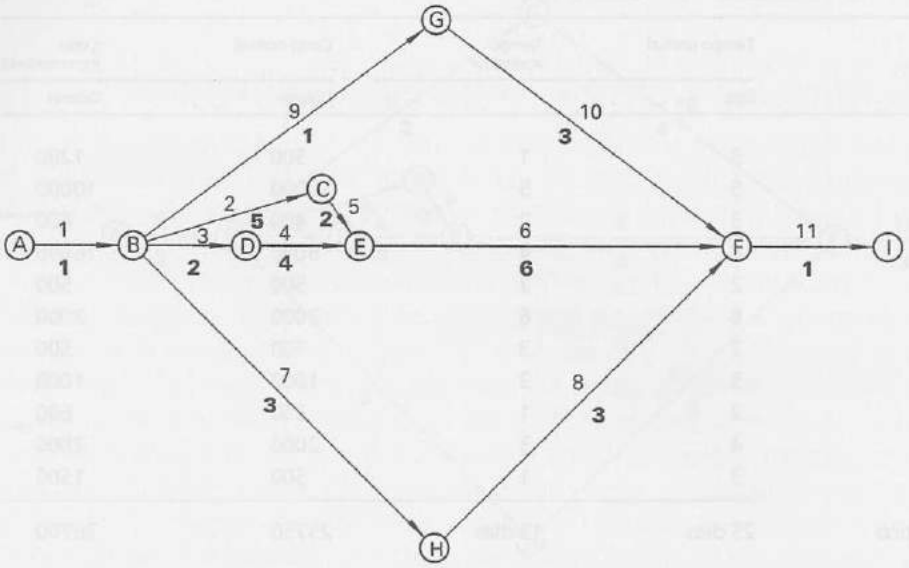
día 20, sin que ello influyera en el tiempo necesario para completar el proyecto. Como no son actividades que se encuentren en el camino crítico, se dice que son actividades que pueden **correrse** hacia adelante o hacia atrás según nuestros deseos, a condición de que puedan comenzar en cualquier momento tres días después del inicio del proyecto y acabar tres días antes del final del proyecto.

Esta movilidad de las actividades no críticas es muy útil para optimizar la asignación de recursos. Por ejemplo, el mismo personal que trabaja en las actividades B a G y G a F puede, una vez que haya terminado estas actividades, trasladarse para realizar las actividades B a H y H a F o viceversa, si los conocimientos técnicos que se requieren son los mismos o similares. El tener dos equipos trabajando simultáneamente en las actividades B-G-F y B-H-F representaría un desperdicio de recursos. En consecuencia, podemos recurrir al CPM para reducir los costos del proyecto.

2) Si esas actividades son realizadas, pongamos por caso, por subcontratistas, sería posible mediante la planificación adecuada de las actividades no críticas, utilizar esta elasticidad para establecer el programa óptimo de pago a los contratistas. Ello contribuiría también a resolver los problemas de tesorería.

3) El CPM puede utilizarse asimismo para equilibrar la duración del proyecto con el costo, dando al director del proyecto la posibilidad de adoptar una decisión de acuerdo con la situación que afronta. Supongamos que algunas de las actividades mencionadas más arriba pueden acelerarse, por ejemplo, empleando a más personas (o utilizando más carretillas o cualquier otro equipo), pero obviamente a un costo superior. Otras no se pueden alterar. En este caso se debe construir un nuevo cuadro (cuadro 10).

Figura 81. Diagrama de red con uso de tiempos acelerados



De este cuadro se puede ahora derivar una nueva red utilizando tiempos acelerados. La figura 81 representa un nuevo camino crítico de 15 días. De este modo, la duración del proyecto podría reducirse de 25 a 15 días a un costo de 36700 dólares en lugar del costo original de 25750 dólares. Obviamente existen otras opciones intermedias.

Por ejemplo, las actividades 9 y 10 podrían empezar después del primer día y acabar en cualquier momento antes del día 14. En consecuencia, constituiría un desperdicio de fondos acelerar su ejecución convirtiendo sus tiempos en tiempos acelerados y gastar una suma adicional de 1050 dólares en ese proceso.

A medida que el número de actividades aumenta y se toman más en consideración las opciones relativas a la adopción de decisiones, se va haciendo más complicado elaborar diagramas de red con respecto al CPM. Existen, en cambio, buenos programas de computadora para la administración de los proyectos que permiten procesar toda la información deseada para la planificación, así como con fines de control.

5. Estudio del trabajo y planificación y control de producción

En el capítulo 2 indicamos que el estudio del trabajo tiene dos componentes básicos, el estudio de métodos y la medición del trabajo. En los capítulos siguientes indicaremos de qué modo el estudio de métodos puede simplificar los métodos de trabajo y reducir el tiempo de la operación. Una vez hecho esto, la medición del trabajo determina el tiempo que lleva aplicar el nuevo método perfeccionado.

La planificación y el control de la producción sólo se pueden llevar a cabo si se conocen los tiempos de las diversas actividades. De ahí se deduce que los

resultados de la medición del trabajo deben constituir los componentes del proceso de planificación. Y se deduce asimismo que cada vez que un especialista en el estudio del trabajo modifica el orden de las operaciones y sus tiempos de realización, puede resultar catastrófico para la planificación a menos que los resultados de su trabajo se incorporen al sistema establecido para planificar la producción.

Por otro lado, mediante el control de la producción, los directores de explotación pueden detectar los puntos donde se plantean problemas, el establecimiento de tiempos demasiado largos o de tiempos muertos, la escasez frecuente de materiales o la utilización irregular de recursos que provoca retrasos. Todos estos aspectos constituyen indicadores para el especialista en el estudio del trabajo, al que es útil recurrir para mejorar la situación.

CAPITULO **16**

Control de existencias

1. Indole del problema

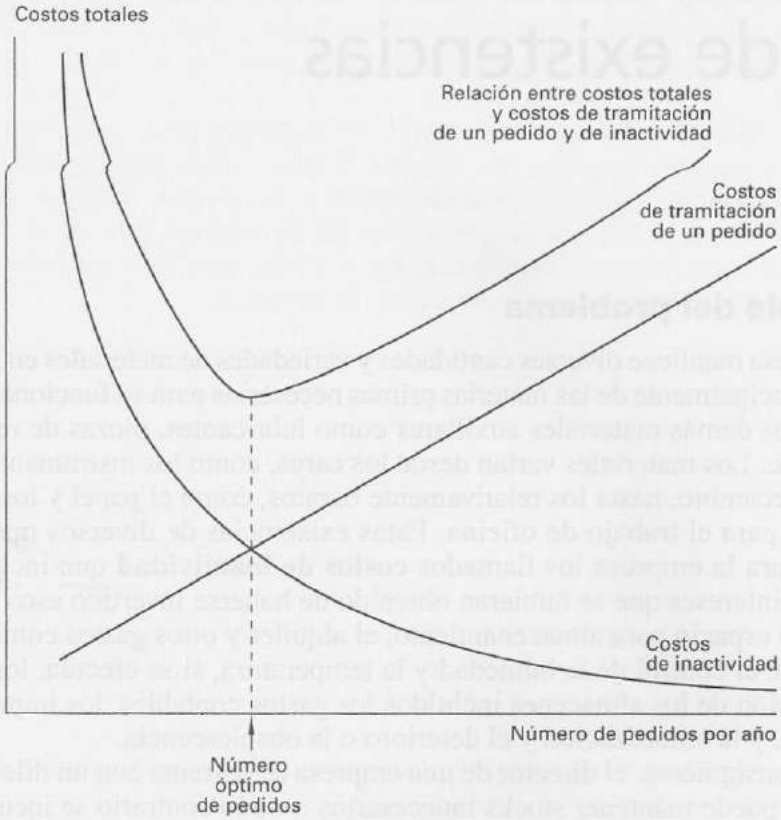
Toda empresa mantiene diversas cantidades y variedades de materiales en reserva. Se trata principalmente de las materias primas necesarias para su funcionamiento, así como los demás materiales auxiliares como lubricantes, piezas de repuesto, pinturas, etc. Los materiales varían desde los caros, como los instrumentos y las piezas de recambio, hasta los relativamente baratos, como el papel y los lápices necesarios para el trabajo de oficina. Estas existencias de diversos materiales entrañan para la empresa los llamados **costos de inactividad** que incluyen la pérdida de intereses que se hubieran obtenido de haberse invertido esos fondos, el costo del espacio para almacenamiento, el alquiler y otros gastos como los de electricidad, el control de la humedad y la temperatura, si se efectúa, los gastos de explotación de los almacenes incluidos los gastos contables, los impuestos y los seguros, y la amortización y el deterioro o la obsolescencia.

Por consiguiente, el director de una empresa se enfrenta con un dilema. Por un lado no puede mantener stocks innecesarios o de lo contrario se incurrirá en costos de inactividad; por otro, si se queda sin existencias debido a que mantiene muy pocas, se podrán provocar paros, pérdidas de oportunidades de venta y una reducción de los pedidos de clientes impacientes; en otras palabras, se incurrirá en **costos por falta de existencias**.

Es preciso, por lo tanto, elaborar una estrategia que tenga por objeto reducir al mínimo los costos de inactividad sin perder oportunidades de venta o sin incurrir en costos por falta de existencias.

Aparte de las diversas materias primas y materiales auxiliares almacenados, durante el proceso de producción se conservan temporalmente diversas piezas. Se trata de los llamados **productos en curso de fabricación**. Estas partes de un producto pueden pasar por una operación de producción y luego almacenarse temporalmente antes de pasar a otra operación o al montaje. Los productos en curso de fabricación representan un costo de existencias que es también un costo de inactividad. La reducción al mínimo del volumen de los productos en curso de fabricación puede reducir los gastos de fabricación considerablemente.

Figura 82. Relación entre costos totales y costos para pasar un pedido y recibirlo, y número de pedidos hechos



2. Métodos tradicionales de control de existencias

En la sección anterior mencionamos que una empresa mantiene una gran variedad de existencias de diversos materiales. Sería imposible investigar el nivel óptimo de las existencias que es preciso mantener de todos los materiales. Esta sería una tarea pesada y costosa. Sería, en cambio, más oportuno concentrarse en las relativamente escasas partidas que representan el mayor valor monetario, puesto que estas partidas entrañan un considerable costo de inactividad.

Para hacerlo, se realizaría un análisis de Pareto (del que ya se ha hablado en el capítulo 6). Si las diversas partidas en stock se multiplican por su precio de compra, se pueden determinar las partidas «A», que son las pocas que representan el máximo valor; las partidas «B», que son las siguientes por orden de valor, y las partidas «C», que son el gran número de productos restantes que representan una parte mucho menor del valor total de las existencias. Al concentrarse en las partidas «A» y en las partidas «B» es posible elaborar una estrategia fundada en la reducción de las cantidades de las partidas «A» y «B» mantenidas en reserva hasta el nivel óptimo. Un elemento importante de esta estrategia consiste en colocar varios pedidos de cantidades menores de las partidas «A» y «B» al año

en lugar de pasar un solo pedido para todo el año y de mantener esos productos en stock. Cuanto menor es el volumen del pedido, menores serán los costos de inactividad. Sin embargo, al mismo tiempo, si se pasan más pedidos se incurre en un costo adicional, ya que ello puede entrañar la contratación de más personal para pasar y tramitar esos pedidos y un aumento del papeleo. Por consiguiente, cuando mayor es el número de pedidos de cantidades menores, menores serán los costos de inactividad, aunque los costos para pasar los pedidos podrán aumentar. La solución óptima se alcanzará en el punto de intersección de las dos curvas (figura 82).

Al establecer una estrategia con relación a los pedidos, hace falta adoptar dos decisiones: cuánto se debe pedir de cada partida de las categorías «A» y «B» o **cuál** es el **pedido de dimensiones óptimas (PDO)**, y **cuándo** se ha de efectuar el pedido de esta cantidad o el momento de la **renovación del pedido**.

Para determinar el pedido de dimensiones óptimas (PDO), se necesitan tres cifras: las dos primeras son las **existencias medias** de la partida, expresadas en dinero, y los **costos de pasar los pedidos**, teniendo en cuenta el costo adicional por pedido o el costo de cada pedido adicional. Si una empresa pasa más pedidos, hay un aumento del costo que consiste principalmente en las remuneraciones del personal adicional que se necesitará, así como el material de escritorio y suministros adicionales. La tercera cifra que se requiere es el **costo de inactividad** (la índole de este costo se explicó en la sección 1). El costo de inactividad se calcula de manera análoga a la carga que entraña pasar los pedidos, es decir, a dos niveles diferentes de existencias a partir de los cuales se deduce el costo adicional por pedido. Este se suele expresar en forma de porcentaje del valor medio de las existencias. La ecuación que figura a continuación permite deducir el PDO de la partida de que se trate:

$$\text{PDO} = \sqrt{\frac{2\,\text{AP}}{\text{RC}}}$$

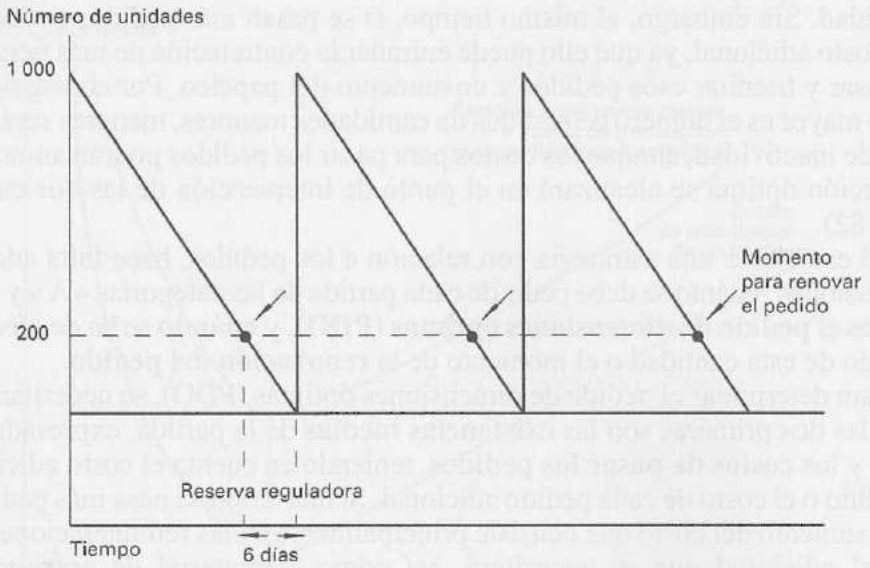
en la que A = número total de unidades utilizadas por año, P = el costo de pasar el pedido, R = el precio de cada unidad y C = el costo de inactividad expresado en porcentaje de las existencias medias.

Para tomar un ejemplo sencillo, una empresa utiliza una partida por un valor de 10000 dólares (suponiendo 10000 unidades a 1 dólar cada una), los costos para pasar el pedido son de 5 dólares por pedido y los costos de inactividad son el 10 por ciento de las existencias medias:

$$\text{PDO} = \sqrt{\frac{2 \times 10000 \times 5}{1 \times 0{,}1}} = \sqrt{1000000} = 1000 \text{ unidades por pedido.}$$

Pasamos ahora a la segunda cuestión que se ha de resolver, la de determinar el momento para renovar el pedido. Si seguimos con el ejemplo, como la cantidad total utilizada es de 10000 unidades y el PDO es de 1000 unidades, se deduce que en un año debemos pasar un pedido cada treinta y seis días. Si transcurren seis días desde el momento en que se pasa el pedido hasta que se entrega, esto significa que cuando las existencias descienden de 1000 unidades a 200 unidades (esta última cifra equivale a las existencias de seis días), se pasa un segundo

Figura 83. Momento para renovar pedidos y reserva reguladora

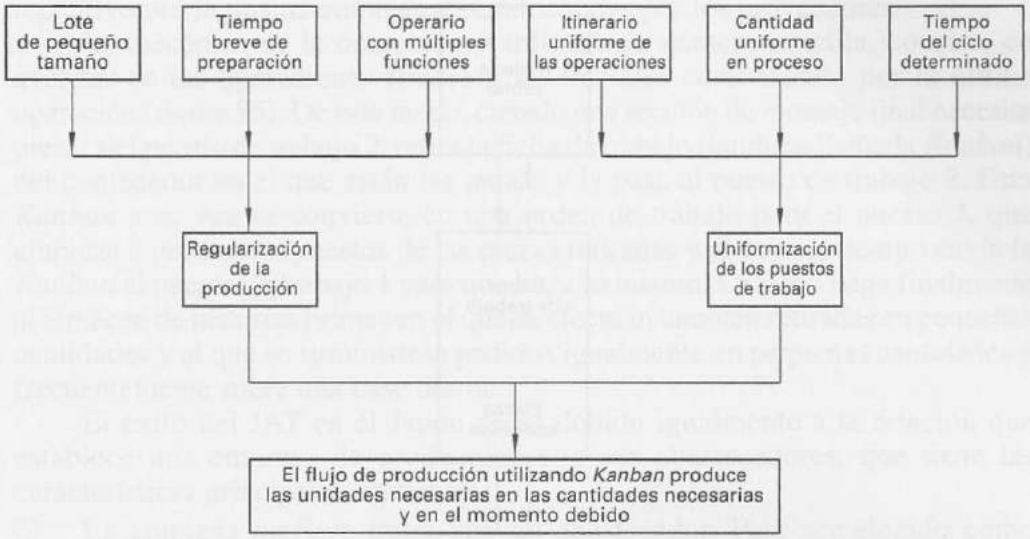


pedido y el proceso se repite diez veces al año. Sin embargo, se han de prever ligeros retrasos en la entrega o un aumento repentino de la demanda lo que podría provocar un agotamiento de las existencias a un ritmo más rápido. Por esta razón, se constituye lo que se denomina «reserva reguladora» para tener en cuenta estas eventualidades (figura 83). Para determinar el nivel óptimo de esa reserva, hay que procurar equilibrar los costos de inactividad con los costos de falta de existencias.

Aunque este método sigue siendo válido, surgen diversas situaciones prácticas que requieren la utilización de instrumentos analíticos y matemáticos adicionales para resolver los problemas de las existencias, porque el método mencionado se basa en diversas hipótesis como una demanda constante, un precio de compra constante, un tiempo de espera constante para la entrega y unos costos de inactividad y de tramitación de los pedidos constantes. En la práctica raras veces sucede así. A menudo un director o un agente de compra tiene que cambiar los cálculos mencionados introduciendo variables como la incertidumbre en los tiempos de entrega, cómo manejar las rebajas por cantidad con respecto a las compras, las previsiones de aumentos de los precios, etc. Quedaría fuera del alcance del presente libro analizar de manera detallada los cálculos que entrañan unos criterios de decisión múltiples. Varias obras sobre dirección de la producción se ocupan de esta cuestión de manera más pormenorizada[1].

[1] Véase, por ejemplo, Donald Del Mar: *Operations and industrial management: Designing and managing for productivity* (Nueva York, McGraw Hill, 1985), págs. 261-303.

Figura 84. Sistema simplificado JAT *(Kanban)*



3. Método «justo a tiempo» de regulación de existencias

En su afán de mejorar la productividad y la rentabilidad, las empresas japonesas llegaron a considerar las existencias como innecesarias y ruinosas. Toyota fue la primera empresa que estableció un método para reducir drásticamente las existencias, ya fueran de mercancías en curso de fabricación o productos almacenados: *Kanban*, o «gestión de las existencias justo a tiempo». La idea básica es que con los métodos tradicionales el departamento de compra adquiere la materia prima y la **empuja** a través de las operaciones. Con el método justo a tiempo (JAT) el material se **hace avanzar** a un puesto de trabajo desde el anterior y, en última instancia, desde el almacén de materias primas. Del mismo modo, se arrastra también desde los suministradores **sólo cuando** se necesita, y en las cantidades deseadas. Las existencias se reducen a los niveles absolutamente mínimos y se eliminan casi totalmente las reservas reguladoras.

Con la experiencia, el método JAT pasó a ser un principio de la gestión y un enfoque diferente de la planificación y el control de la producción, así como del control de las existencias. Si queremos reducir los costos de inactividad, debemos pasar pedidos en pequeñas cantidades. De ello se deduce que deberíamos tratar de tener unas cantidades correspondientes uniformes de productos en curso de fabricación. Se deduce asimismo que debemos suprimir las irregularidades en el flujo de la producción, ya que de lo contrario se producirán algunas piezas que se mantendrán como existencias hasta que otras piezas se procesen y pueda pasarse al montaje. Esto significa que hemos de medir el tiempo del ciclo de cada operación, capacitar a los trabajadores para que desempeñen diversas funciones y proceder a la normalización del procesamiento de lotes uniformes uno a la vez. En la figura 84 se representa un diagrama esquemático del método JAT.

Figura 85. Ilustración simplificada del itinerario *Kanban*



El método JAT resulta muy eficaz si la empresa fabrica una gama limitada de productos cuyas partes constitutivas son en gran medida fabricadas de modo repetitivo por la misma empresa o suministradas por los provecdores.

La mecánica de la operación, explicada de manera sencilla, consiste en avanzar de las operaciones finales a las iniciales comenzando por la última operación (figura 85). De este modo, cuando una sección de montaje final necesita piezas del puesto de trabajo 2, retira la ficha de trabajo (también llamada *Kanban*) del contenedor en el que están las piezas y la pasa al puesto de trabajo 2. Esta *Kanban* a su vez se convierte en una orden de trabajo para el puesto 2, que empieza a producir repuestos de las piezas retiradas y al mismo tiempo envía la *Kanban* al puesto de trabajo 1 para que haga lo mismo. La ficha llega finalmente al almacén de materias primas en el que se efectúan también retiradas en pequeñas cantidades y al que se suministran pedidos igualmente en pequeñas cantidades y frecuentemente sobre una base diaria.

El éxito del JAT en el Japón se ha debido igualmente a la relación que establece una empresa de producción con sus abastecedores, que tiene las características principales siguientes:

- La empresa prefiere tratar con un abastecedor. Para ser elegido como abastecedor, el vendedor debe ofrecer el precio mínimo por la calidad óptima y responsabilizarse de la reserva reguladora. A cambio, se le asegura un volumen elevado de pedidos.
- Los abastecedores suministran los pedidos en pequeñas cantidades casi a diario y se les alienta a que estén ubicados cerca de la empresa para reducir el costo de transporte y el tiempo de espera de la empresa.
- Existe una estrecha cooperación entre la dirección de la empresa y los abastecedores, que puede adoptar la forma de una asistencia técnica y financiera a los abastecedores que se considera están «en el mismo barco» que la empresa y se esfuerzan, en consecuencia, por conseguir una calidad que forme parte integrante del producto a un precio mínimo.

El método JAT se ha introducido en varias empresas en los Estados Unidos, Europa y otras regiones, a veces con excelentes resultados[2]. Como puede verse, sin embargo, mucho depende de la capacidad para reestructurar y eliminar las irregularidades de las operaciones de producción y establecer un tipo de relación sólida y diferente con los abastecedores.

4. Estudio del trabajo y control de existencias

El especialista en el estudio del trabajo pocas veces, por no decir ninguna, participa en el establecimiento de las dimensiones óptimas de los pedidos de materias primas de los abastecedores o en el análisis de la forma de ajustar cada pedido en condiciones de incertidumbre o de beneficiarse de posibilidades especiales como los descuentos por cantidad. No obstante, parte del trabajo realizado en la esfera del diseño del producto y de la utilización de los materiales,

[2] Véase, por ejemplo, L. A. Martin-Vega y cols.: «Applying just-in-time in a wafer fab: A case study», en Johnson A. Edosomwan (publicado con la direccción de): *People and product management in manufacturing* (Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1990), págs. 121-135.

como se indica en el capítulo 12, puede influir en la gama y el volumen de los productos de los que se han de mantener existencias.

El estudio del trabajo pasa a estar más directamente relacionado con el control de las existencias cuando se está introduciendo el sistema JAT. En el presente capítulo se ha indicado que los requisitos previos para aplicar este sistema son la normalización del itinerario de las operaciones, el establecimiento de tiempos de ciclo fiables y, en consecuencia, la disponibilidad de cantidades uniformes de lotes pequeños que se desplacen a lo largo de la línea de operaciones. Hemos visto asimismo que hace falta regularizar las operaciones de producción con unas fluctuaciones mínimas en las metas de producción de una operación a la siguiente, así como sincronizar los submontajes convergentes para que el método JAT sea eficaz. En todas estas esferas el especialista en el estudio del trabajo puede aportar una valiosa contribución mediante el estudio de los métodos y la medición del trabajo.

CAPITULO **17**

Mantenimiento

1. Alcance del mantenimiento

No siempre se ha dado a la función de mantenimiento la importancia que merece. A veces se considera como una actividad auxiliar que se ejecuta esporádicamente y cuando es necesario. Algunos directores de producción consideran que parar una máquina o una línea de producción para efectuar inspecciones o realizar un mantenimiento preventivo es una molestia innecesaria. La importancia del mantenimiento sólo se pone de manifiesto cuando se produce una avería en alguna de las máquinas. Sin embargo, las pérdidas ocasionadas por un mantenimiento incorrecto pueden ser enormes, porque aparte de las paradas y de la producción perdida, existe el costo de los defectos de los productos debidos a la falta de mantenimiento y las pérdidas causadas por una vida más corta de las máquinas, que pueden ser sustanciales en los países en desarrollo, puesto que para sustituir una máquina hay que utilizar divisas que suelen ser escasas.

Con la tecnología avanzada se agudiza el problema del mantenimiento. Las máquinas de tecnología avanzada producen un gran volumen por lo que se amplifica el efecto de las interrupciones del trabajo. Además, la tendencia hacia las operaciones en línea, la automatización y el sistema de fabricación flexible han establecido una conexión entre las máquinas físicamente o por medio de sistemas de información que hacen depender el funcionamiento de cada una de ellas de las demás, de tal modo que toda una línea de producción puede quedar detenida debido al fallo de una única pieza, incluso la menos importante.

Actualmente se pueden discernir dos tendencias en lo que concierne al mantenimiento. Primeramente, la proporción de los trabajadores de mantenimiento con relación a los trabajadores que trabajan directamente en la producción está aumentando en los países industrializados, en parte como reacción a la creciente complicación de las máquinas utilizadas y en parte debido a la disminución de la mano de obra directa como consecuencia de la automatización. En segundo lugar, se tiene un mayor conocimiento de la necesidad de organizar el mantenimiento de manera diferente y de tal forma que pase a incumbir a todos en mayor o menor grado y no solamente a los equipos de mantenimiento.

Existen dos tipos principales de mantenimiento:

- **Mantenimiento de reparación,** que constituye una respuesta del departamento de mantenimiento a peticiones de reparaciones debidas a fallos de la maquinaria o el equipo o a un trabajo anómalo o poco seguro resultante del mal estado de la maquinaria. En este caso, el departamento de manteni-

miento trata de atender lo mejor que puede a las diversas solicitudes recibidas. Si se presentan varias solicitudes simultáneamente, como suele suceder, aumenta el tiempo de inmovilización de la máquina. En muchos casos si se deja que una máquina llegue hasta el punto de avería, pueden resultar también necesarias reparaciones largas y a veces costosas y revisiones que duran más tiempo.

- **Mantenimiento preventivo,** que se basa en el conocido principio de que es mejor prevenir que curar. Consiste en diagnosticar las necesidades de mantenimiento de la máquina que van desde la simple lubricación y engrase hasta reparaciones preventivas más complicadas. Los factores que se han de tomar en consideración son la emisión de ruido, las vibraciones, los cambios de temperatura y la producción defectuosa, así como un análisis de los registros anteriores de rendimiento y mantenimiento para prever cuándo es inminente una interrupción. Se traza luego un plan para proyectar intervenciones sistemáticas de mantenimiento y reparación con el fin de evitar las averías.

La mayor parte de los programas de mantenimiento de las empresas se basan en una combinación del mantenimiento preventivo y la reparación de las averías, aunque se ha demostrado que si se da prioridad al mantenimiento preventivo se puede reducir considerablemente el mantenimiento de reparación.

2. Organización del mantenimiento

La organización del mantenimiento entraña dos cuestiones fundamentales:

- la organización de la función de mantenimiento que desempeñan los especialistas; y
- el cambio de actitudes en una empresa para promover una actitud sensible al mantenimiento y de apoyo.

A continuación analizaremos brevemente estos dos aspectos.

El mantenimiento como una función especializada

Como función especializada, el mantenimiento requiere que se preste atención a varios elementos fundamentales:

- **Evaluación de las necesidades de un personal de mantenimiento especializado y de su perfeccionamiento profesional.** Las operaciones de mantenimiento tienen necesidad de una proporción relativamente grande de trabajo manual. Es especialmente importante que el personal alcance un alto grado de pericia debido a que la tecnología avanzada exige también el perfeccionamiento constante de los conocimientos especializados. De hecho, una gran preocupación de la empresa antes de adquirir una nueva pieza de equipo estriba en planificar su mantenimiento y en promover los conocimientos especializados necesarios para hacerlo. La ejecución de un trabajo de mantenimiento exige igualmente una multitud de conocimientos técnicos. La separación, sustitución y reparación de un motor eléctrico podría requerir

conocimientos eléctricos y mecánicos. Si el motor está bombeando agua o líquido, pueden ser necesarios también conocimientos de fontanería. Esta es la razón por la que en las actividades de mantenimiento resulta cada vez más importante contar con operarios con múltiples especialidades.

- La **programación** de las actividades de mantenimiento preventivo debe prever un tiempo para reparaciones de urgencia. Para ello, se suele tomar como base la experiencia y el conocimiento del historial de averías de cada máquina, lo que permite en el mejor de los casos hacer una estimación. Con el tiempo mejora la estimación del período de mantenimiento de reparación. La programación es importante porque afecta a la planificación de la producción. La preparación de esos programas de mantenimiento ha de ser discutida y convenida con el personal de producción, el cual puede sugerir qué épocas resultan más adecuadas que otras para los servicios de mantenimiento de algunas máquinas y equipos. En las grandes empresas modernas, los programas de mantenimiento preventivo están computarizados y se aplican a diversas máquinas así como a instalaciones auxiliares no productivas.
- **División del trabajo.** No todas las actividades de mantenimiento han de ser realizadas por especialistas. La lubricación y el engrase periódicos, pueden encomendarse a los operarios de producción. Existe, por consiguiente, la necesidad de decidir la división y distribución del trabajo entre las diversas personas que pueden participar en el mantenimiento.
- **El control de las existencias de piezas de recambio** es un elemento importante de la organización del mantenimiento. Hace falta establecer un sistema de control de las existencias de piezas de recambio para reducir al mínimo el peligro de que falten repuestos, particularmente de piezas que son difíciles de obtener en el mercado local, y para evitar al mismo tiempo unos gastos de inactividad elevados y la obsolescencia.
- **Eficacia.** El control del mantenimiento es como cualquier otra función: no es posible medir los resultados obtenidos ni tampoco controlar la operación. Por añadidura, se plantea constantemente la cuestión de saber si se está gastando más o menos de lo necesario en mantenimiento dados los resultados logrados.

Un índice eficaz utilizado a veces guarda relación con las horas totales dedicadas al mantenimiento en un período dado, digamos un mes o un trimestre, en comparación con las horas totales de tiempo de producción perdido. Otras mediciones adecuadas consisten en comparar las horas de producción perdidas a causa de averías y al mantenimiento preventivo a lo largo de períodos sucesivos de tiempo. Se supone a este respecto que los costos de mantenimiento son más o menos constantes ya que están constituidos principalmente por gastos salariales y piezas de recambio cuya utilización anual total puede asignarse con una periodicidad mensual o trimestral. Una considerable ventaja de llevar registros de los costos y de la eficacia es que dan a la dirección de la empresa la posibilidad de adoptar decisiones importantes con respecto a los costos como la de sustituir o revisar una máquina y cuándo hacerlo.

El mantenimiento como responsabilidad de toda la empresa

Al darse cuenta de las repercusiones de un mantenimiento deficiente en la rentabilidad de las empresas, muchos directores están lanzando campañas de promoción o revisando la opinión de que el mantenimiento se debía encomendar a un equipo especializado. El elemento esencial del nuevo enfoque es que cultiva la conciencia del mantenimiento. Esto requiere un cambio de actitudes. Este enfoque necesita contar con la adhesión de la dirección general y con su disposición a experimentar nuevos métodos.

Hace falta celebrar seminarios de capacitación; algunos de ellos serán seminarios de iniciación destinados a los miembros de la alta dirección. En los seminarios para cuadros intermedios pueden participar especialistas en mantenimiento y otros directores afectados por los problemas de mantenimiento cuya finalidad es que los participantes descubran los problemas principales en su área de competencia, las causas posibles y la manera de evaluar los resultados si se encuentran remedios. Esto iría acompañado de un cursillo de mantenimiento para no especialistas en la materia. El cursillo ayudaría a los grupos, que se reúnen regularmente, en las tareas de investigación de los hechos y en el examen de los problemas planteados de una manera interactiva. Crearía igualmente un fuerte apoyo dentro de la empresa para un consultor exterior, de ser necesario. En este caso se da prelación a la solución de los problemas reales, con miras a obtener resultados, más que a un tipo de formación teórica. También se impartirá capacitación adicional a los operarios, de ser necesario, que irá acompañada de directrices visuales sobre el funcionamiento adecuado y el mantenimiento rutinario de las máquinas o del equipo que se les encomiendan. La OIT ha organizado varios programas de esta clase en diversos países[1].

3. Estudio del trabajo y mantenimiento

Un especialista en el estudio del trabajo ha de tener en cuenta las necesidades de mantenimiento preventivo al calcular los tiempos del ciclo que, a su vez, influyen en la planificación y programación de la producción. Además, algunas de las mejoras introducidas gracias al estudio de los métodos pueden reducir los tiempos de mantenimiento. Por ejemplo, el empleo de un equipo de transporte y manipulación más adecuado o un cambio del diseño del producto o del proceso pueden influir en el tiempo que se necesitaría para el mantenimiento.

Por otro lado, como ocurre con cualquier otra función, la propia actividad de mantenimiento puede ser analizada por un especialista en el estudio del trabajo. El estudio de métodos puede examinar los movimientos de los trabajadores encargados del mantenimiento en un área de trabajo y sus métodos. Es posible medir el tiempo de las actividades de mantenimiento, el trabajo que entrañan y los tiempos medios establecidos para diversos cometidos de mantenimiento utilizando sistemas de datos uniformes adecuados como el Sistema Universal de Normas de Mantenimiento[2]. En el capítulo 27 se hará referencia a los datos uniformes.

---

[1] Véase, por ejemplo, OIT: *Improving maintenance in developing countries: The ILO approach*, documento técnico Man Dev 44 del Programa de Perfeccionamiento del Personal de Dirección (Ginebra, 1987).

[2] Para una explicación de este sistema, véase H. B. Maynard (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook* (Nueva York, McGraw Hill, 1971).

CUARTA PARTE

Medición del trabajo

CAPITULO **18**

Consideraciones generales sobre medición del trabajo

1. Definición

Dijimos en el capítulo 3 que el estudio del trabajo consta de dos técnicas que se complementan: el estudio de métodos y la medición del trabajo; y aunque ambas quedaron definidas allí, antes de estudiar la medición del trabajo vale la pena repetir su definición.

> La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

En esta definición cuidadosamente articulada hay varias expresiones que tendremos oportunidad de examinar más a fondo en otros capítulos. Saltan a la vista, por ejemplo, «trabajador calificado» y «norma de ejecución preestablecida», pero no necesitamos ocuparnos por ahora de su significado exacto. En cambio, vale la pena observar que la «medición del trabajo», que hemos explicado hasta ahora como una técnica, comprende en realidad no una, sino muchas técnicas afines, que pueden utilizarse cada una por su lado para medir el trabajo. Las principales de las clasificadas con esa denominación se enumeran en la sección 5 de este capítulo.

2. Objeto de la medición del trabajo

En el capítulo 2 vimos como el tiempo total de fabricación de un producto puede aumentar a causa de malas características del modelo mismo, por el mal funcionamiento del proceso o por el tiempo improductivo añadido en el curso de la producción y debido a deficiencias de la dirección o a la actuación de los trabajadores. Todos esos factores tienden a reducir la productividad de la empresa.

Asimismo, examinamos las técnicas de dirección con las cuales se pueden eliminar, o al menos reducir, las citadas fallas. Está demostrado que el estudio de métodos es una de las principales técnicas para reducir el trabajo que lleva el producto o el proceso mediante la investigación sistemática y el examen crítico de los métodos y procesos existentes y el hallazgo e implantación de métodos mejores.

El estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al **eliminar movimientos innecesarios** del material o de los operarios y substituir métodos malos por buenos. La medición del trabajo, a su vez, sirve para investigar, reducir y finalmente **eliminar el tiempo improductivo**, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea.

En efecto, la medición del trabajo, como su nombre lo indica, es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones de tal forma que el tiempo improductivo se destaque y sea posible separarlo del tiempo productivo. Así se descubren su existencia, naturaleza e importancia, que antes estaban ocultas dentro del tiempo total. Es sorprendente la cantidad de tiempo improductivo incorporado en los procesos de las fábricas que nunca han aplicado la medición del trabajo, de modo que o bien no se sospechaba o se consideraba como cosa corriente e inevitable que nadie podía remediar. Pero una vez conocida la existencia del tiempo *improductivo y averiguadas sus causas se pueden tomar medidas para reducirlo.*

La medición del trabajo tiene ahí otra función más: además de revelar la existencia del tiempo improductivo, también sirve para fijar tiempos tipo de ejecución del trabajo, y si más adelante surgen tiempos improductivos, se notarán inmediatamente porque la operación tardará más que el tiempo tipo, y la dirección pronto se enterará.

Anteriormente dijimos que el estudio de métodos puede dejar al descubierto las deficiencias del modelo, de los materiales y de los métodos de fabricación; interesa, pues, principalmente al personal técnico. La medición del trabajo es más probable que muestre las fallas de la misma dirección y de los trabajadores, y por eso suele encontrar mucha mayor oposición que el estudio de métodos. No obstante, si lo que se persigue es el eficaz funcionamiento de la empresa en su conjunto, la medición del trabajo bien hecha es uno de los mejores procedimientos para conseguirlo.

Lamentablemente, la medición del trabajo, y en particular el estudio de tiempos, que es su técnica más importante, adquirieron mala fama hace años, sobre todo en los círculos sindicales, porque al principio se aplicaron casi exclusivamente para reducir el tiempo improductivo imputable a los trabajadores fijándoles normas de rendimiento a ellos, mientras que el imputable a la dirección se pasaba prácticamente por alto. Las causas de tiempo improductivo evitables en mayor o menor grado por la dirección son mucho más numerosas que las que podrían suprimir los trabajadores. Además, la experiencia ha demostrado que si se toleran los tiempos improductivos como las interrupciones por falta de material o avería de las máquinas sin hacer un verdadero esfuerzo para evitarlos, el personal se va desanimando y desganando y aumenta el tiempo improductivo atribuible a los trabajadores. Es lógico que así sea. Para los trabajadores, la cuestión es muy sencilla: «Si no podemos adelantar el trabajo por algo que no depende de nosotros y sí de la dirección, ¿por qué afanarse? ¡Que la dirección arregle antes lo que le toca!» A ese argumento es difícil replicar.

Así como en toda reorganización el estudio de métodos debe preceder a la medición del trabajo, de igual modo la eliminación del tiempo improductivo por deficiencias de la dirección debe preceder a toda ofensiva contra el tiempo

improductivo imputable a los trabajadores. Más aún, el solo hecho de que disminuyan las demoras e interrupciones que la dirección pueda evitar tenderá a reducir el desperdicio de tiempo de los operarios, puesto que recibirán a tiempo trabajo y material y tendrán la sensación de que la dirección «no se duerme». Eso, de por sí, tendrá efectos provechosos, sin necesidad de primas por rendimiento ni disciplina reforzada.

La medición del trabajo puede originar una reacción en cadena por toda la empresa. Veamos cómo.

Hay que darse cuenta ante todo de que las averías e interrupciones que se producen en el taller son el resultado final de una serie de medidas tomadas o dejadas de tomar por la dirección.

Examinemos un ejemplo de exceso de inactividad de una máquina costosa, descubierto después de un estudio de varios días. Se trata de una instalación de gran producción cuando está funcionando, pero que lleva mucho tiempo para aprontar. Gran parte del tiempo inactivo se debe a que cada serie abarca cantidades demasiado pequeñas, de modo que se invierte casi tanto tiempo en ajustar la máquina para la operación siguiente como en la producción propiamente dicha. La cadena de reacciones provocada por este descubrimiento puede ser como sigue:

- **El departamento de estudio del trabajo**
  comunica que la medición del trabajo revela tiempo inactivo excesivo de la máquina por razón de los pedidos pequeños del departamento de planificación, lo cual encarece apreciablemente la fabricación. Sugiere que el departamento de planificación prepare planes adecuados y reúna varios pedidos de un mismo producto en un pedido grande o fabrique más para existencias.
- **El departamento de planificación**
  alega que debe ajustarse a las instrucciones del departamento de ventas, que al parecer nunca vende suficientes cantidades de un producto como para poder encargar al taller series razonables ni puede predecir el futuro volumen de ventas como para ampliar las existencias.
- **El departamento de ventas**
  dice que no puede hacer predicciones ni encargar grandes cantidades de ningún producto mientras la dirección tenga por norma aceptar todas las variaciones de los modelos que le pidan los clientes; el catálogo está adquiriendo proporciones desmesuradas y casi todos los trabajos son ahora «especiales».
- **El director gerente**
  se sorprende cuando le muestran el efecto de su política de ventas sobre los costos de producción y dice que no había considerado el asunto desde ese punto de vista; al ser complaciente con la clientela sólo quería evitar que los pedidos pasasen a los competidores.

Se habrá logrado uno de los propósitos principales del estudio del trabajo si la investigación sirve para que el director gerente revise su política de ventas. Sin embargo, los especialistas entusiastas harían bien en meditar y recordar que tales

reacciones en cadena acaban inspirando a alguien la pregunta: «¿Quién fue el que empezó?», y a nadie le gusta ser puesto en evidencia. También aquí será necesario obrar con mucho tacto. No es misión del especialista en estudio del trabajo imponer una política de ventas, sino solamente señalar a la dirección el efecto de la que aplica sobre los costos y, por tanto, sobre la capacidad de competencia de la empresa.

Se ve, pues, que el propósito de la medición del trabajo es revelar la naturaleza e importancia del tiempo improductivo, sea cual fuere su causa, a fin de eliminarlo, y fijar unas normas de rendimiento que sólo se cumplirán si se elimina todo el tiempo improductivo evitable y si el trabajo se ejecuta con el mejor método posible y personal idóneo por sus aptitudes y formación.

Ahora podemos examinar con mayor detalle los usos y técnicas de la medición del trabajo.

3. Usos de la medición del trabajo

Revelar la existencia y las causas del tiempo improductivo es importante, pero posiblemente a la larga lo sea menos que fijar tiempos tipo acertados, puesto que éstos se mantendrán mientras continúe el trabajo a que se refieren y deberán hacer notar todo tiempo improductivo o trabajo adicional que aparezca después de fijados tales tiempos tipo.

En el proceso de fijación de los tiempos tipo quizá sea necesario emplear la medición del trabajo para:

1) Comparar la eficacia de varios métodos: en igualdad de condiciones, el mejor será el que lleve menos tiempo.
2) Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples, para que, en lo posible, le toque a cada cual una tarea que lleve el mismo tiempo (véase capítulo 8, sección 4).
3) Determinar, mediante diagramas de actividades múltiples para operario y máquina, el número de máquinas que puede atender un operario (véase capítulo 8, sección 4).

Una vez fijados, los tiempos tipo pueden ser utilizados para:

4) Obtener información en que basar el programa de producción, incluidos datos sobre el equipo y la mano de obra que se necesitarán para cumplir el plan de trabajo y aprovechar la capacidad de producción.
5) Obtener información en que basar presupuestos de ofertas, precios de venta y plazos de entrega.
6) Fijar normas sobre uso de la maquinaria y desempeño de la mano de obra que puedan ser utilizadas con cualquiera de los fines que anteceden y como base de sistemas de incentivos.
7) Obtener información que permita controlar los costos de mano de obra y fijar y mantener costos estándar.

Se ve, pues, que la medición del trabajo proporciona la información básica necesaria para llegar a organizar y controlar las actividades de la empresa en que

interviene el factor tiempo. La forma en que se aplica entonces se entenderá mejor después de ver cómo se calculan los tiempos tipo.

4. *Procedimiento básico*

En la sección 3 del capítulo 3 se explicaron las etapas fundamentales del estudio del trabajo, que abarca tanto el estudio de métodos como la medición del trabajo. Vamos ahora a examinar tan sólo las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo, a saber:

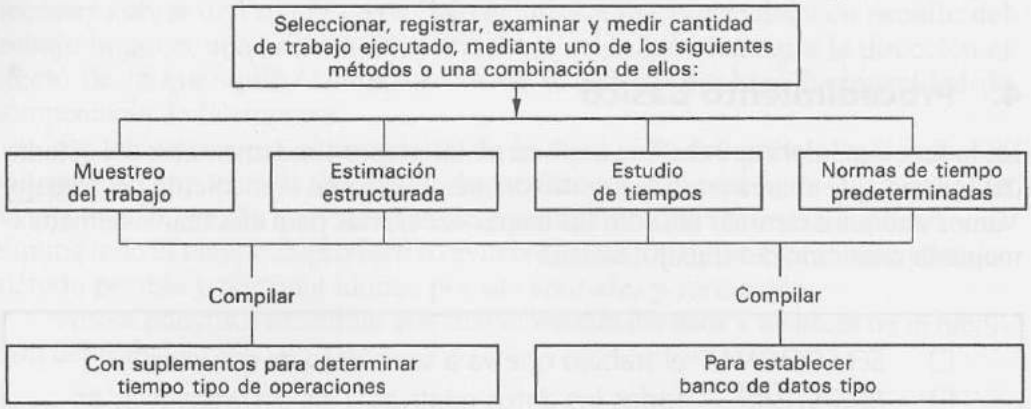
- ☐ *SELECCIONAR* el trabajo que va a ser objeto de estudio.
- ☐ *REGISTRAR* todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
- ☐ *EXAMINAR* los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
- ☐ *MEDIR* la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
- ☐ *COMPILAR* el tiempo tipo de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
- ☐ *DEFINIR* con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ése será el tiempo tipo para las actividades y métodos especificados.

Estas etapas sólo tendrán que seguirse en su totalidad cuando se desee fijar tiempos tipo. Si la medición del trabajo se utiliza para averiguar los tiempos improductivos antes o en el curso de un estudio de métodos o para comparar la eficacia de varios métodos posibles, probablemente basten las cuatro primeras etapas.

5. Técnicas de medición del trabajo

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son las siguientes (figura 86):

Figura 86. Medición del trabajo



- ☐ muestreo del trabajo;
- ☐ estimación estructurada;
- ☐ estudio de tiempos;
- ☐ normas de tiempo predeterminadas (NTPD);
- ☐ datos tipo.

En los próximos capítulos describiremos más detalladamente cada una de estas técnicas.

CAPITULO **19**

Muestreo del trabajo y estimación estructurada

El muestreo del trabajo es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad.

1. Necesidad del muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo (conocido también por «muestreo de actividades», «método de observaciones instantáneas», «método de observaciones aleatorias» y «control estadístico de actividades») es una técnica que, como su nombre indica, se basa en el muestreo. Veamos ante todo por qué resulta necesaria.

Para obtener una visión completa y exacta del tiempo productivo y del tiempo inactivo de todas las máquinas en una zona dada de producción, sería necesario observar continuamente cada una de las máquinas de dicha zona y registrar el momento y la causa de cada interrupción. Pero es algo evidentemente imposible de realizar, a menos que una multitud de trabajadores se dedicaran exclusivamente a esa tarea, lo que sería absurdo en la práctica.

Sin embargo, si fuera posible observar de una ojeada qué hace cada máquina de una fábrica en determinado momento, quizá se descubriera que, por ejemplo, 80 por ciento de las máquinas están funcionando y 20 por ciento están paradas. Si se hiciera lo mismo veinte veces más a distintas horas del día, y si cada vez la proporción de máquinas que estuviera funcionando fuera de 80 por ciento, podría decirse con cierta seguridad que en todo momento hay 80 por ciento de las máquinas en funcionamiento.

Como generalmente tampoco es posible aplicar esta técnica, hay que optar por la que le sigue en orden de preferencia: se hace una serie de recorridos del taller a intervalos aleatorios observando las máquinas que funcionan, las que están paradas y la causa de cada inmovilización. He aquí la base de la técnica de **muestreo del trabajo**. Si el tamaño de la muestra es suficientemente grande y *las observaciones se efectúan realmente al azar, existe una buena probabilidad de* que dichas observaciones reflejen la situación real, con un margen determinado de error por exceso o por defecto.

2. Algunas palabras sobre el muestreo

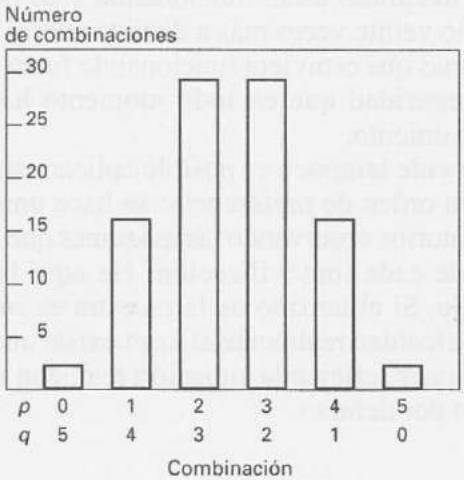
A diferencia del costoso y poco práctico método de observación continua, el muestreo del trabajo se basa principalmente en la **ley de probabilidades**. La probabilidad se ha definido como «el grado de posibilidad de que se produzca un acontecimiento». El ejemplo más sencillo, y frecuentemente mencionado para ilustrar esta idea, es el juego de cara y cruz con una moneda. Cuando lanzamos una moneda al aire pueden suceder dos cosas: que salga «cara» o que salga «cruz». La ley de probabilidades dice que de cada 100 veces que la lancemos, es probable que 50 veces salga cara y 50 cruz. Obsérvese la expresión «es probable que»; en realidad puede suceder que el resultado sea, por ejemplo, 55-45, 48-52 o cualquier otra proporción. Sin embargo, está demostrado que al aumentar el número de lanzamientos aumenta la exactitud de la ley de probabilidades. En otras palabras, cuanto mayor sea el número de lanzamientos de la moneda, tanto mayores serán las posibilidades de llegar a una proporción de 50 caras y 50 cruces. De ello se desprende que cuanto mayor sea la muestra, más exactamente representará la «población» o «universo» inicial, es decir, el grupo de factores que se están estudiando.

Ahora podemos imaginar una escala en la cual uno de los extremos corresponda a la precisión absoluta lograda por observación continua y el otro a resultados muy inciertos obtenidos mediante unas pocas observaciones aisladas. El tamaño de la muestra tiene, pues, su importancia, y podemos indicar si creemos o no en la representatividad de la muestra utilizando cierto **nivel de confianza**.

3. Cómo establecer niveles de confianza

Volvamos ahora al ejemplo citado y lancemos al aire cinco monedas simultáneamente, anotando el número de caras y cruces que salgan. Repitamos luego esta operación 99 veces más. Los resultados de estos lanzamientos podrían representarse como en el cuadro 11 o, gráficamente, como en la figura 87.

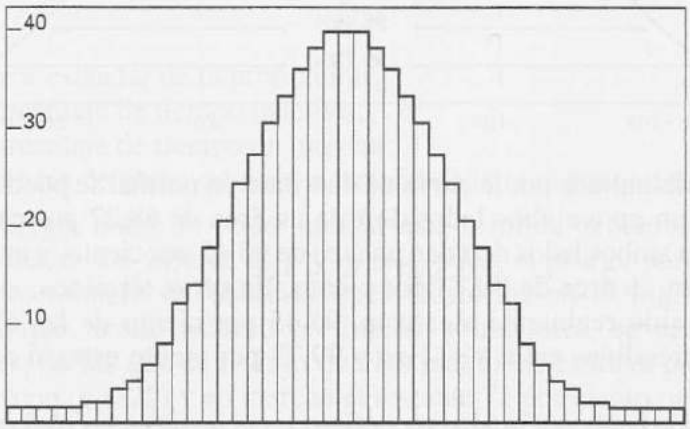
Figura 87. Distribución proporcional de «caras» y «cruces» (cien lanzamientos de cinco monedas a la vez)



Cuadro 11. Distribución proporcional de «caras» y «cruces» (cien lanzamientos de cinco monedas a la vez)

Combinación		Número de combinaciones
Caras (*p*)	Cruces (*q*)	
5	0	3
4	1	17
3	2	30
2	3	30
1	4	17
0	5	3
		100

Figura 88. Curva de distribución que indica las probabilidades de combinaciones al utilizar grandes muestras



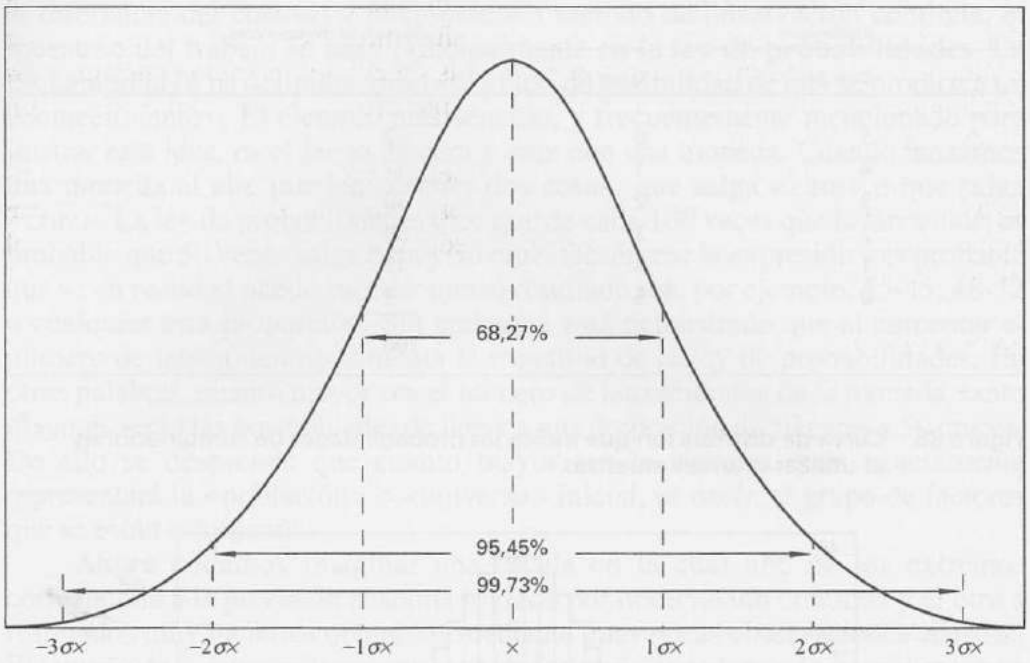
Combinaciones de *p* y *q*
(por ejemplo, de *p* x 0, *q* x 100 a *p* x 100, *q* x 0)

Si se aumenta considerablemente el número de lanzamientos, utilizando cada vez un gran número de monedas, podrá obtenerse una curva más progresiva, como la ilustrada en la figura 88.

Esta curva, llamada **curva de distribución normal**, también puede representarse como en la figura 89. Básicamente, esta curva indica que en la mayoría de los casos el número de caras tiende a igualar al de cruces en cualquier serie de lanzamientos (cuando $p = q$, el número de lanzamientos es un máximo). En pocos casos, sin embargo, p es muy diferente de q por mera casualidad.

Las curvas de distribución normal pueden tener numerosas configuraciones; según el caso, pueden ser más achatadas o más redondeadas. Para describir estas curvas se utilizan dos parámetros: $\bar{x}$, que es la media *o* la medida de la dispersión, y σ, que es la desviación de la media, denominada desviación típica o estándar. Dado que aquí se trata de una proporción, para indicar el error típico o estándar de la proporción se utilizará la expresión σp.

Figura 89. Curva de distribución normal



El área delimitada por la curva de distribución normal se puede calcular. En la figura 89, un σp a ambos lados de $\bar{x}$ da un área de 68,27 por ciento del área total; dos σp a ambos lados de $\bar{x}$ dan un área de 95,45 por ciento, y tres σp a ambos lados de $\bar{x}$ dan un área de 99,73 por ciento. En otros términos, si el muestreo realizado ha sido realmente aleatorio, 95,45 por ciento de las observaciones estarán comprendidas entre $\bar{x} \pm 2\ \sigma p$ y 99,73 por ciento estarán comprendidas entre $\bar{x} + 3\ \sigma p$.

Este es, de hecho, el grado de confianza que inspiran las observaciones. Sin embargo, para facilitar las cosas más vale evitar el uso de porcentajes decimales, pues es más sencillo hablar de un nivel de confianza de 95 por ciento que de 95,45 por ciento. Con ese fin pueden cambiarse los cálculos, obteniéndose:

- ☐ nivel de confianza de 95 por ciento, o sea 95 por ciento del área comprendida por la curva = $1{,}96\ \sigma p$;
- ☐ nivel de confianza de 99 por ciento, o sea 99 por ciento del área comprendida por la curva = $2{,}58\ \sigma p$;
- ☐ nivel de confianza de 99,9 por ciento, o sea 99,9 por ciento del área comprendida por la curva = $3{,}3\ \sigma p$.

En este caso podemos decir que si tomamos una muestra **aleatoria** de gran tamaño, podemos confiar en que en 95 por ciento de los casos las observaciones estarán comprendidas entre $\pm\ 1{,}96\ \sigma p$, y así sucesivamente para los demás valores.

En el muestreo del trabajo, el nivel de confianza más generalmente utilizado es el de 95 por ciento.

4. Cómo determinar el tamaño de la muestra

Además de definir el nivel de confianza de nuestras observaciones, también debemos decidir el margen de error que admitiremos. Debemos poder decir que «tenemos confianza en que 95 por ciento de las veces la observación que hagamos tendrá una exactitud de ± 5 por ciento», o 10 por ciento, o cualquier otro margen de exactitud que adoptemos.

Volvamos ahora a nuestro ejemplo del tiempo productivo y del tiempo inactivo de las máquinas de una fábrica. Para determinar el tamaño de la muestra que se necesita con este ejemplo existen dos métodos: el método estadístico y el método nomográfico.

Método estadístico

La fórmula utilizada en este método es la siguiente:

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

en la que:

σp = error estándar de la proporción;
p = porcentaje de tiempo inactivo;
q = porcentaje de tiempo en marcha;
n = número de observaciones o tamaño de la muestra que determinar.

Sin embargo, antes de poder aplicar esta fórmula debemos tener por lo menos una idea de los valores de p y q. Así, pues, el primer paso consiste en efectuar cierto número de observaciones aleatorias en el lugar de trabajo. Supongamos que, como estudio preliminar y aleatorio, se efectuaron 100 observaciones, de las que se dedujo que las máquinas estaban paradas 25 por ciento del tiempo ($p = 25$) y en marcha el restante 75 por ciento ($q = 75$). Ahora ya disponemos de los valores aproximados de p y q; para poder determinar el valor de n debemos calcular antes el valor de σp.

Tomemos, por ejemplo, un nivel de confianza de 95 por ciento con un margen de error de 10 por ciento (es decir, que tenemos confianza en que en nuestros cálculos el 95 por ciento de los casos corresponderán a ± 10 por ciento del valor real).

Al nivel de confianza de 95 por ciento,

$$1{,}96\ \sigma p = 10$$
$$\sigma p = 5 \text{ (aproximadamente).}$$

Ahora podemos volver a nuestra ecuación inicial para derivar n:

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$
$$5 = \sqrt{\frac{25 \times 75}{n}}$$
$$= 75 \text{ observaciones.}$$

Si reducimos a ± 5 por ciento el margen de error, tendremos:

$$1{,}96\,\sigma p = 5$$

$$\sigma p = 2{,}5 \quad \text{(aproximadamente)}$$

$$2{,}5 = \sqrt{\frac{25 \times 75}{n}}$$

$$n = \sqrt{\frac{25 \times 75}{(2{,}5)^2}}$$

$$= 300 \text{ observaciones.}$$

En otras palabras, para reducir el margen de error a la mitad habrá que cuadruplicar el tamaño de la muestra.

Método nomográfico

El tamaño de la muestra puede determinarse con mayor facilidad leyendo directamente el número de observaciones requeridas en un nomograma como el presentado en la figura 90. Tomando nuevamente el ejemplo precedente, tracemos una línea recta que partiendo de la ordenada *p* «porcentaje de aparición» (en este caso, 25-75) corte la ordenada «error (precisión requerida)» (digamos 5 por ciento) y se prolongue hasta encontrar la ordenada *n* «número de observaciones»; se ve que la corta a 300 para un nivel de confianza de 95 por ciento. Este sistema para determinar el tamaño de la muestra es rapidísimo.

5. Cómo efectuar observaciones aleatorias

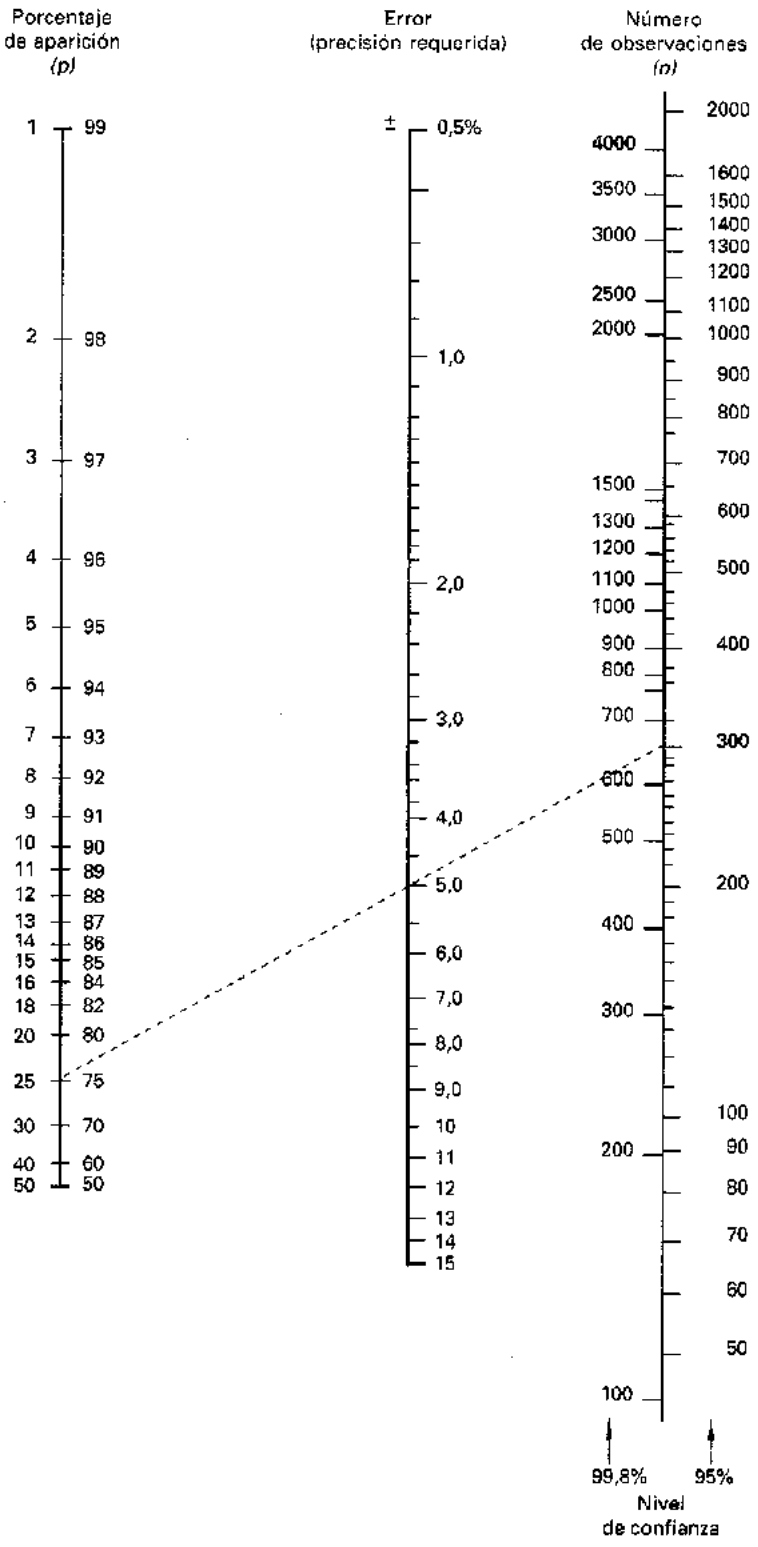
Las conclusiones a que hemos llegado son válidas siempre que podamos efectuar el número de observaciones necesarias para lograr el nivel de confianza y la precisión requeridos, y a condición de que las observaciones se hagan **al azar**.

Para asegurarnos de que las observaciones son efectivamente aleatorias podemos utilizar una tabla de números aleatorios como la del cuadro 12. Existen varios tipos de tablas de ese género, que pueden utilizarse de diferentes maneras. En nuestro caso, supongamos que nuestras observaciones se llevarán a cabo durante un turno de trabajo de ocho horas, de las 7,00 a las 15,00 horas. Una jornada de trabajo de ocho horas tiene 480 minutos, que pueden dividirse en 48 períodos de diez minutos.

Podemos empezar escogiendo en la tabla un número al azar, por ejemplo, cerrando los ojos y colocando la punta de un lápiz en algún lugar de la tabla. Supongamos que en este caso hemos caído por pura casualidad en el número 11, que se encuentra en el segundo bloque de la primera hilera vertical, cuarta columna, cuarta línea (cuadro 12). Seguidamente escogemos un número cualquiera de 1 a 10. Supongamos nuevamente que hemos elegido el número 2; bajando ahora por la columna, seleccionamos una cifra de cada dos y la anotamos, como se indica a continuación (si hubiéramos escogido el número 3, deberíamos seleccionar una cifra de cada tres, y así sucesivamente):

11 38 45 87 68 20 11 26 49 05

Figura 90. Nomograma para determinar el número de observaciones



Cuadro 12. Tabla de números aleatorios

49 54 43 54 82	17 37 93 23 78	87 35 20 96 43	84 26 34 91 64
57 24 55 06 88	77 04 74 47 67	21 76 33 50 25	83 92 12 06 76
16 95 55 67 19	98 10 50 71 75	12 86 73 58 07	44 39 52 38 79
78 64 56 07 82	52 42 07 44 38	15 51 00 13 42	99 66 02 79 54
09 47 27 96 54	49 17 46 09 62	90 52 84 77 27	08 02 73 43 28
44 17 16 58 09	79 83 86 19 62	06 76 50 03 10	55 23 64 05 05
84 16 07 44 99	83 11 46 32 24	20 14 85 88 45	10 93 72 88 71
82 97 77 77 81	07 45 32 14 08	32 98 94 07 72	93 85 79 10 75
50 92 26 (11) 97	00 56 76 31 38	80 22 02 53 53	86 60 42 04 53
83 39 50 08 30	42 34 07 96 88	54 42 06 87 98	35 85 29 48 39
40 33 20 38 26	13 89 51 03 74	17 76 37 13 04	07 74 21 19 30
96 83 50 87 75	97 12 25 93 47	70 33 24 03 54	97 77 46 44 80
88 42 95 45 72	16 64 36 16 00	04 43 18 66 79	94 77 24 21 90
33 27 14 34 09	45 59 34 68 49	12 72 07 34 45	99 27 72 95 14
50 27 89 87 19	20 15 37 00 49	52 85 66 60 44	38 68 88 11 80
55 74 30 77 40	44 22 78 84 26	04 33 46 09 52	68 07 97 06 57
59 29 97 68 60	71 91 38 67 54	13 58 18 24 76	15 54 55 95 52
48 55 90 65 72	96 57 69 36 10	96 46 92 42 45	97 60 49 04 91
66 37 32 20 30	77 84 57 03 29	10 45 65 04 26	11 04 96 67 24
68 49 69 10 82	53 75 91 93 30	34 25 20 57 27	40 48 73 51 92
83 62 64 11 12	67 19 00 71 74	60 47 21 29 68	02 02 37 03 31
06 09 19 74 66	02 94 37 34 02	76 70 90 30 86	38 45 94 30 38
33 32 51 26 38	79 78 45 04 91	16 92 53 56 16	02 75 50 95 98
42 38 97 01 50	87 75 66 81 41	40 01 74 91 62	48 51 84 08 32
96 44 33 49 13	34 86 82 53 91	00 52 43 48 85	27 55 26 89 62
64 05 71 95 86	11 05 65 09 68	76 83 20 37 90	57 16 00 11 66
75 73 88 05 90	52 27 42 14 86	22 98 12 22 08	07 52 74 95 80
33 96 02 75 19	07 60 62 93 55	59 33 82 43 90	49 37 38 44 59
97 51 40 14 02	04 02 33 31 08	39 54 16 49 36	47 95 93 13 30
15 06 15 93 20	01 90 10 75 06	40 78 78 89 62	02 67 74 17 33
22 35 85 15 33	92 03 51 59 77	59 56 78 06 83	52 91 05 70 74
09 98 42 99 64	61 71 62 99 15	06 51 29 16 93	58 05 77 09 51
54 87 66 47 54	73 32 08 11 12	44 95 92 63 16	29 56 24 29 48
58 37 78 80 70	42 10 50 67 42	32 17 55 85 74	94 44 67 16 94
87 59 36 22 41	26 78 63 06 55	13 08 27 01 50	15 29 39 39 43
71 41 61 50 72	12 41 94 96 26	44 95 27 36 99	02 96 74 30 83
23 52 23 33 12	96 93 02 18 39	07 02 18 36 07	25 99 32 70 23
31 04 49 69 96	10 47 48 45 88	13 41 43 89 20	97 17 14 49 17
31 99 73 68 68	35 81 33 03 76	24 30 12 48 60	18 99 10 72 34
94 58 28 41 36	45 37 59 03 09	90 35 57 29 12	82 62 54 65 60

Cuadro 13. Determinación de la secuencia de tiempos para observaciones aleatorias

Cifras utilizables seleccionadas de la tabla de números aleatorios	Clasificadas por orden numérico	Hora de la observación[1]
11	05	7.50
38	11	8.50
45	14	9.20
20	15	9.30
26	20	10.20
05	22	10.40
14	26	11.20
15	38	13.20
47	45	14.30
22	47	14.50

[1] Multiplicar cada cifra por 10 minutos y empezar a las 7 horas.

Observando estas cifras nos damos cuenta de que debemos eliminar los números 87, 68 y 49, ya que son demasiado elevados (tenemos sólo 48 períodos de diez minutos y, por lo tanto, toda cifra superior a 48 debe eliminarse). Asimismo debe eliminarse el 11, pues es la cifra que hemos escogido al azar. Por consiguiente, debemos seguir seleccionando otras cifras para sustituir las cuatro que hemos eliminado. Aplicamos, pues, el mismo sistema, tomando una cifra de cada dos a partir de la última apuntada, o sea, 05:

14 15 47 22

Estas cuatro cifras están dentro de la gama deseada y no han aparecido antes. Ahora podemos clasificar por orden numérico las cifras seleccionadas, basándonos en ellas para calcular los momentos de la jornada de trabajo en que deben efectuarse las observaciones. La cifra más pequeña (05) representará el quinto período de diez minutos a contar de la hora en que empezó el trabajo, o sea las 7,00 horas. Por lo tanto, la primera observación se efectuará a las 7,50 horas, y así sucesivamente (véase cuadro 13).

6. Cómo realizar el estudio

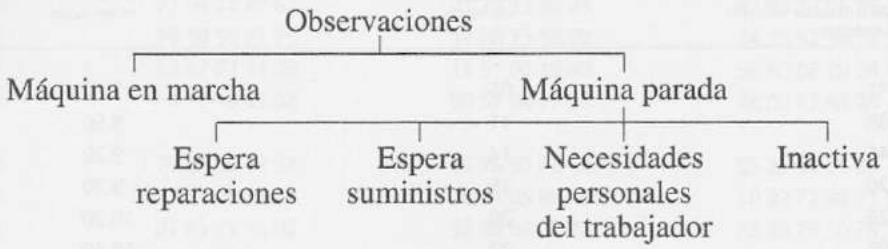
Cómo determinar el objetivo del estudio

Antes de llevar a cabo las observaciones es importante decidir el objetivo de nuestro muestreo del trabajo. El objetivo más simple es averiguar si determinada máquina está parada o en marcha. En este caso nuestras observaciones tienden a descubrir sólo una de dos posibilidades:

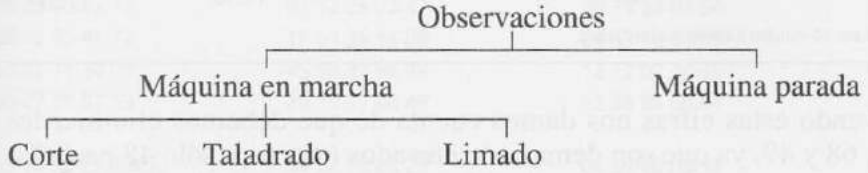
Observaciones

Máquina en marcha — Máquina parada

Pero también podemos ampliar las observaciones con objeto de determinar la causa de que la máquina esté parada:



Puede ocurrir también que estemos interesados en determinar el porcentaje de tiempo dedicado a cada actividad cuando la máquina está en marcha:



Quizá queramos asimismo formarnos una idea de la distribución del tiempo (expresada en porcentajes) durante los períodos en que la máquina está en marcha y parada; en este caso debemos combinar los dos últimos modelos.

Puede ser que nos interese saber el porcentaje de tiempo dedicado por un trabajador o grupo de trabajadores a determinado elemento del trabajo. Si una tarea consta de diez elementos diferentes, observando al trabajador en los momentos que correspondan podemos anotar en qué elemento está trabajando y así determinar el porcentaje de tiempo que ha dedicado a cada elemento.

Los objetivos que se busquen al hacer el estudio determinarán, pues, el modelo de hoja de registro que se utilizará en el muestreo del trabajo, como puede observarse en las figuras 91, 92 y 93.

Cómo efectuar las observaciones

Hasta ahora, en la realización del estudio de muestreo del trabajo hemos seguido los primeros cinco pasos lógicos, que en resumen son:

- ☐ Seleccionar el trabajo que se estudiará y determinar los objetivos del estudio.
- ☐ Efectuar una observación preliminar para determinar los valores aproximados de p y q.
- ☐ Determinar, en base al nivel de confianza y al grado de precisión seleccionados, el número n de observaciones requeridas.
- ☐ Determinar la frecuencia de las observaciones utilizando tablas de números aleatorios.
- ☐ Preparar hojas de registro conforme a los objetivos del estudio.

Todavía falta otro paso, o sea efectuar y registrar las observaciones y analizar los resultados. Para efectuar las observaciones es necesario que el especialista en

Figura 91. Ejemplo de hoja simple de registro de muestreo del trabajo

Fecha:	Observador:	Estudio núm.:
Número de observaciones: 75	Total	Porcentaje
Máquina en marcha	𝍸 𝍸 𝍸

estudio del trabajo tenga desde el principio una idea clara de lo que quiere lograr y por qué lo quiere. Debería evitar ambigüedades al clasificar las actividades. Por ejemplo, si el motor de una carretilla de horquilla está funcionando mientras que se espera que la carguen o descarguen, el especialista debe decidir de antemano si la carretilla debe considerarse en marcha o parada. También debe de todas maneras hablar con las personas que desea observar, explicándoles el objeto del estudio e indicándoles que deben llevar a cabo su trabajo al ritmo normal; además, debe esforzarse por conquistar su confianza y colaboración.

La observación propiamente dicha de las sucesivas máquinas deberá efectuarse siempre al pasar por la que se observa. En otros términos, el especialista que observa la máquina A no debería anotar lo que está sucediendo a la máquina B, porque falsearía el estudio. En un taller de tejido, por ejemplo, quizá vea que el telar situado inmediatamente después del que está estudiando se ha parado. Sin embargo, es posible que, al llegar allí, el encargado del telar ya lo haya puesto nuevamente en marcha. Por lo tanto, si el analista lo hubiese anotado entre las máquinas inactivas, habría dado una visión errónea de la realidad.

La anotación en sí, como puede verse en las figuras, es una simple raya que se hace en la hoja de registro, en el espacio que corresponda, a la hora predeterminada adecuada. No se utilizan cronómetros.

El cálculo de los resultados puede efectuarse rápidamente en la misma hoja de registro. Gracias a este método se puede calcular el porcentaje de tiempo productivo en relación con el de espera, analizar los motivos del tiempo improductivo y determinar el porcentaje de tiempo dedicado por un trabajador, grupo de trabajadores o máquina a determinado elemento de trabajo. Todos estos datos son de por sí una información útil que puede obtenerse de forma sencilla y relativamente rápida.

7. Muestreo del trabajo de régimen normal

En el capítulo 22 examinaremos el problema de la valoración del rendimiento de un trabajo en relación con el ritmo normal concebido. Por ejemplo, los trabajadores calificados que trabajan de acuerdo con un método especificado y que están motivados para trabajar vigorosamente, pero naturalmente sin llegar al agotamiento, se dice que trabajan a un ritmo normal del 100 por ciento en la escala de rendimiento. Como resultará evidente en ese capítulo, la valoración es un factor importante para determinar el tiempo de una operación dado que no todos los trabajadores llevan el mismo ritmo. Como resultado de ello, un especialista en el estudio del trabajo tiene que tomar en consideración el ritmo de trabajo al programar un estudio.

Esta valoración del ritmo puede combinarse igualmente con el muestreo del trabajo para obtener lo que se designa como un **muestreo del trabajo de régimen normal** o un **muestreo de la actividad normal**.

Con este método, se efectúan observaciones a intervalos fijos y no elegidos al azar. Cuando se recurre al muestreo a intervalos fijos, se debe poner cuidado en que el intervalo fijo elegido no coincida con un ciclo natural del trabajo. Esa coincidencia distorsionaría los resultados, pero en general si el intervalo es lo

suficientemente breve en comparación con el tiempo del ciclo global de un trabajo, las variaciones normales en el trabajo evitarán que surja un problema de ese tipo.

Durante el estudio por muestreo, además de la actividad que se está realizando en el instante de la observación, se efectúa un registro del ritmo del trabajador utilizando una escala de valoración del rendimiento. Esta valoración puede utilizarse para modificar los resultados del estudio por el procedimiento de la extensión (la conversión de los tiempos observados en tiempos básicos) que se examina en el capítulo 22.

8. Técnicas de muestreo por grupos

Como su nombre indica, estas técnicas están destinadas a medir el trabajo realizado por grupos de trabajadores. A estas técnicas se las designa a veces como «muestreo de alta frecuencia» puesto que, cuando se utilizan para medir trabajos de ciclo corto, emplean intervalos fijos breves en los que el observador está constantemente presente. Se acercan mucho, en consecuencia, al estudio de tiempos, pero tienen la ventaja de que el observador puede abarcar el trabajo del grupo. Las técnicas de muestreo por grupos pueden utilizar la valoración.

Considérese un ejemplo muy sencillo de tres trabajadores cada uno de los cuales produce las mismas piezas por medio de un proceso en el que sólo se emplean herramientas manuales. El muestreo se realiza a intervalos de 0,5 minutos y abarca únicamente las categorías de «trabajando» y «sin trabajar». Las observaciones del muestreo se han valorado, por lo que este método es un ejemplo de un muestreo de actividades valoradas y un muestreo por grupos.

En el cuadro 14 se representa una hoja de registro de muestreo.

9. Cómo utilizar el muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo se utiliza muchísimo. Constituye una técnica relativamente sencilla, que puede aplicarse provechosamente en una amplia variedad de operaciones, sean de fabricación, mantenimiento u oficina. Además, su costo es relativamente reducido y crea menos controversias que el estudio de tiempos con cronómetro. La información que permite obtener puede utilizarse para comparar la eficiencia de dos departamentos, proceder a una distribución más equitativa del trabajo dentro de un grupo y, por lo general, proporcionar a la dirección una evaluación del porcentaje de tiempo improductivo y sus motivos. Como resultado, puede indicar dónde se debe aplicar el estudio de métodos, mejorar la manipulación de materiales o introducir mejores métodos de planificación de la producción, como puede ocurrir si el muestreo del trabajo pone de manifiesto que un elevado porcentaje del tiempo de máquina es improductivo porque los suministros demoran en llegar.

Cuadro 14. Hoja de registro de muestreo del trabajo valorado

Tiempo	Operario 1		Operario 2		Operario 3	
	Trabajando	Sin trabajar	Trabajando	Sin trabajar	Trabajando	Sin trabajar
9.00	85		90		80	
9.005	90				85	
9.01	90		90			
9.015						
9.02	95					
9.025						

Tiempo total de observación	=	250 min.	
Núm. de observaciones de cada operario	=	500 min.	
Número total de observaciones – trabajando	=	1370 min.	
– sin trabajar	=	130 min.	
Valoración media de los tres trabajadores	=	87% (basado en un rendimiento uniforme del 100%)	
	=	62	
De donde, tiempo total de trabajo	=	$1370 \times 0{,}5$	= 685 min.
Conversión a tiempo básico	=	$\frac{685 \times 87}{100}$	= 596 min.
Min. básicos por pieza	=	$\frac{596}{62}$	= 9.6 min.
Si la valoración no se toma en consideración, los resultados del muestreo por grupo serían		$\frac{685}{62}$	= 11.04 min.

10. Estimación estructurada

La estimación es probablemente la más antigua técnica «de medición». La experiencia se ha utilizado siempre como base para predecir acontecimientos futuros. Normalmente, sin embargo, las estimaciones simples son demasiado poco fiables para ser utilizadas como base de una planificación y un control eficaces. La precisión de las estimaciones depende de la experiencia del estimador en la esfera en que esté actuando. Las técnicas de estimación estructurada son un intento de tener en cuenta este hecho y al mismo tiempo de imponer una estructura y una disciplina sobre el proceso de estimación con el fin de que los resultados obtenidos puedan tratarse con confianza.

Las ventajas de la estimación son que:

- ☐ es barata y por consiguiente, puede ser la única técnica adecuada para los trabajos no realizados en serie;
- ☐ puede utilizarse para predecir tiempos de un trabajo que no se ha observado y, en consecuencia, como base para calcular el precio de grandes trabajos únicos (no realizados en serie).

Normalmente se recurre a la estimación cuando los valores del tiempo necesario no tienen que ser muy detallados. Por esa razón, esas técnicas son útiles en el trabajo de ciclo largo y en situaciones en que se emplean datos de medición globales para la planificación, el control o el pago durante períodos de tiempo razonablemente extensos.

Estimación analítica

La estimación analítica es una combinación de estimación y síntesis de los datos medios. La técnica se basa en el hecho de que, si los trabajos se descomponen en sus elementos constitutivos y los elementos individuales se miden o calculan, los errores en los tiempos individuales no serán uniformes y se contrarrestarán para dejar un tiempo global que corresponderá a los límites aceptables. Análogamente, cuando varios puestos de trabajo se combinan en una acumulación de tiempos mayor (como la carga de trabajo en una semana determinada), los errores individuales en los tiempos del trabajo se producirán de manera irregular y se compensarán entre sí para dejar un tiempo global que sea aceptable.

La estimación corre normalmente a cargo de un trabajador capacitado en la esfera de trabajo que se está midiendo y con conocimientos en técnicas de estudio del trabajo. El estimador:

- ☐ descompone un trabajo en sus elementos;
- ☐ aplica los datos uniformes o sintéticos de que se dispone;
- ☐ realiza las mediciones de los elementos que se considera justifican ese esfuerzo y gasto;
- ☐ estima cualquier elemento restante utilizando su experiencia y conocimientos de las condiciones de trabajo, los factores de seguridad, etc.

Los tiempos correspondientes a los elementos que se calculan pueden incorporarse luego a los datos tipos para su utilización futura, aunque esos datos se deben confirmar a intervalos.

Estimación comparativa

La estimación comparativa se funda en la determinación y medición de los puestos de trabajo «de referencia» que tienen un contenido de trabajo conocido y con relación a los cuales se medirán y compararán todos los demás trabajos. Los puestos de trabajo de referencia se eligen para que representen todo el conjunto de trabajos analizados y puntos intermedios en la escala global de los trabajos. Estos trabajos de referencia se miden con cierta precisión recurriendo a una técnica de medición del trabajo establecida.

La etapa siguiente en determinar tramos de tiempo o segmentos, que pueden no ser de igual anchura, mediante el análisis estadístico. Normalmente, se elige

una progresión logarítmica asignándose a cada segmento un tiempo básico o tipo equivalente a su punto medio.

Por ejemplo:

Segmento	1	2	3	4
Extensión (min.)	0-30	31-60	61-120	121-240
Tiempo básico	15	45	90	180

Cada trabajo de referencia se asigna al segmento adecuado.

Cuando se estima posteriormente el trabajo, el estimador se refiere a los puestos de trabajo de referencia y compara el trabajo que está midiendo. Tomando como base su experiencia, efectúa una comparación del contenido de trabajo del puesto que se ha de estimar con cierto número de trabajos de referencia. Cuando está convencido de que se ha señalado el segmento correcto para el trabajo, asigna el tiempo básico del segmento a ese trabajo. Como este tiempo se tiene que combinar con otros para obtener una carga de trabajo total durante un largo *período, no importa que ese tiempo sea «impreciso». Sin embargo, es peligroso* utilizar esos tiempos individuales fuera del período planificado designado para ofrecer el período de compensación de errores estadísticamente correcto.

Debido al elevado costo de establecimiento de este sistema (determinado por la medición de todos los puestos de trabajo de referencia, la capacitación de los estimadores, etc.), la estimación comparativa es más adecuada para situaciones en las que existen muchos trabajos de ciclo largo y no repetitivos. Una esfera común de aplicación es el trabajo de mantenimiento, donde las tareas son análogas, pero no existen dos puestos de trabajo idénticos. Para reducir el tiempo de preparación, es posible «importar» datos sobre los trabajos de referencia de otra organización (como una empresa de consultoría). Si se hace así, conviene confirmar los datos (al igual que cualquier otro dato tipo importado) en esta esfera de aplicación mediante la realización de algunos estudios comparativos.

CAPITULO **20**

Estudio de tiempos: el material

1. ¿Qué es el estudio de tiempos?

En el capítulo 18 enumeramos algunas de las principales técnicas de medición del trabajo. En los próximos capítulos examinaremos una de las más importantes, o sea el **estudio de tiempos**.

> El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

2. Material fundamental

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental, a saber:

- ☐ un cronómetro;
- ☐ un tablero de observaciones;
- ☐ formularios de estudio de tiempos;

cabe notar que alguno de estos materiales o todos ellos pueden reemplazarse por sus equivalentes electrónicos, como se indica más adelante.

En principio, éstos son los útiles que debe llevar en todo momento el especialista, pero además tendrá en su oficina otros materiales para el análisis, que pueden comprender desde una pequeña calculadora a un ordenador personal.

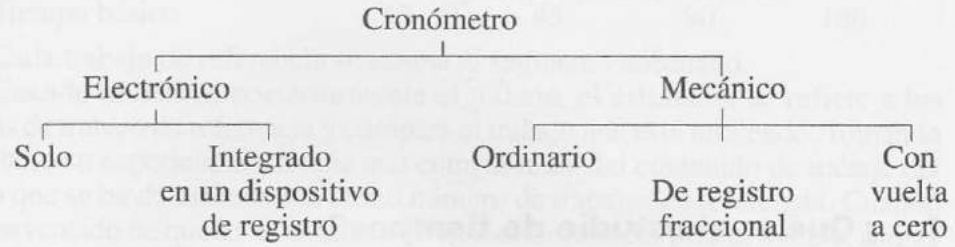
En ocasiones, también necesitará otros instrumentos para medir, tales como un cinta métrica, una regla de metal, un micrómetro, una balanza de resortes, etc.

Asimismo, en la oficina habrá un reloj de precisión, con segundero, que servirá para registrar las horas de comienzo y fin de los estudios.

Cronómetro

Para el estudio de tiempos se utilizan dos tipos de cronómetros: el mecánico y el electrónico. El mecánico puede subdividirse en otros tres tipos: el cronómetro

ordinario, el cronómetro con vuelta a cero y, de uso menos frecuente, el cronómetro de registro fraccional de segundos u otra unidad de tiempo. El electrónico comprende dos subdivisiones: el que se utiliza solo y el que se utiliza integrado en un dispositivo electrónico de registro.



Los cronómetros mecánicos pueden tener una de las tres esferas graduadas siguientes:

- Para registrar un minuto por vuelta a intervalos de 1/5 de segundo, con una manecilla que puede contar hasta treinta minutos.
- Para registrar un minuto por vuelta, con esfera graduada en 1/100 de minuto y una manecilla que puede registrar treinta minutos (cronómetro de minuto decimal).
- Para registrar 1/100 de hora por vuelta, con esfera graduada en 1/10000 de hora; una manecilla registra hasta una hora en 100 espacios (cronómetro de hora decimal).

También hay cronómetros con esfera de minuto decimal y una esfera auxiliar independiente, generalmente en rojo, graduada en segundos y quintos de segundo.

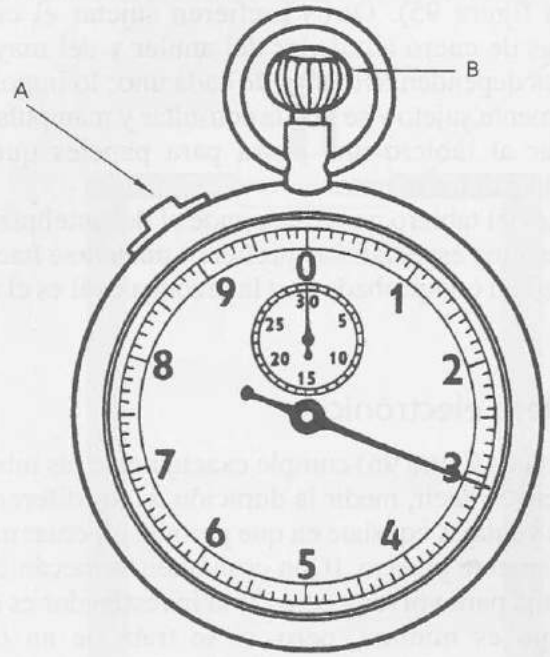
La figura 94 muestra un cronómetro de minuto decimal y vuelta a cero, que es probablemente el tipo más empleado hoy día. La manecilla de la esfera pequeña da 1/30 de vuelta por cada vuelta de la manecilla grande y, por tanto, da la vuelta entera en treinta minutos.

En este tipo de cronómetro se inicia o se detiene el movimiento por medio de una corredera (A) situada al lado de la corona para dar cuerda (B). Si se presiona la corona, las dos manecillas vuelven a cero sin que se detenga el mecanismo, y desde ese punto inmediatamente se ponen de nuevo en movimiento. Utilizando la corredera es posible detener las manecillas en cualquier punto de la esfera y hacerlas después reanudar la marcha al soltar la corredera, sin necesidad de volver a cero. Este tipo de cronómetro puede utilizarse para cronometrar «con vuelta a cero» o en cronometraje «acumulativo» (véase capítulo 21, sección 9).

El cronómetro sin vuelta a cero se regula oprimiendo la corona: con la primera presión las agujas se ponen en movimiento; con la segunda se detienen, y con la tercera vuelven a cero. Este tipo sólo se presta para el cronometraje acumulativo.

En el cronómetro para registrar fracciones de unidad hay dos coronas: si se oprime la segunda, una de las manecillas se detiene mientras la otra continúa midiendo el tiempo; se aprieta de nuevo la corona, la manecilla parada se coloca a la par de la que está en movimiento y ambas continúan andando juntas. Gracias

Figura 94. Cronómetro de minuto decimal



A = Corredera para iniciar y detener el movimiento.
B = Corona de dar cuerda. Cuando se presiona, las dos manecillas vuelven a cero.

a la posibilidad de observar la manecilla parada se pueden obtener datos más exactos que con una aguja en movimiento.

El cronómetro de registro fraccional, que es el más fácil de consultar, es más pesado, más caro y, dada su complejidad, más difícil de hacer arreglar. Con una buena capacitación previa se obtienen resultados igualmente buenos utilizando un reloj más sencillo, más liviano y más barato. A menos que haya razones para preferir uno de los otros modelos, sirve perfectamente el de vuelta a cero, una sola presión, «segundero» central, esfera principal graduada en centésimas de minuto y esfera secundaria de 30 minutos. Es el modelo de la figura 94.

Sea cual sea el modelo elegido, siempre hay que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que debe manipularse con cuidado. Se le debe dar toda la cuerda antes de cada estudio y dejar que se pare por la noche. Periódicamente se debe mandar verificar y limpiar.

Tablero para formularios de estudio de tiempos

Es sencillamente un tablero liso, generalmente de madera contrachapada o de un material plástico apropiado, donde se fijan los formularios para anotar las observaciones. Deberá ser rígido y de un tamaño mayor que el más grande de los formularios que se utilicen. Puede tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, *de modo que el especialista quede con las manos relativamente libres y vea fácilmente el cronómetro. Las personas que no son zurdas colocan habitualmente el cronómetro en la parte superior derecha del tablero, que descansa en el*

antebrazo izquierdo, con el borde inferior contra el cuerpo, y el índice o el mayor de la mano izquierda listos para oprimir la corona cuando haya que ajustar el cronómetro (véase la figura 95). Otros prefieren sujetar el cronómetro con elásticos fuertes o tiras de cuero alrededor del anular y del mayor de la mano izquierda. Esos detalles dependen del gusto de cada uno; lo importante es que el cronómetro esté firmemente sujeto y se pueda consultar y manipular con facilidad. También se debe fijar al tablero una pinza para papeles que sostenga los formularios donde se hagan los apuntes.

Cuando el tamaño del tablero no corresponde al del antebrazo, el que lo usa pronto se cansa. Por eso los especialistas prefieren mandarse hacer un tablero a la medida, una vez que han comprobado con la práctica cuál es el tamaño que les resulta más cómodo.

Cronómetro y tablero electrónicos

El cronómetro electrónico (figura 96) cumple exactamente las mismas funciones que el de tipo mecánico, es decir, medir la duración de los diferentes elementos. Una de sus principales ventajas consiste en que permite efectuar un cronometraje con vuelta a cero sumamente preciso. (Con cronómetros mecánicos se pierde el tiempo que toma la aguja para volver a cero. Si el investigador es experimentado esta pérdida de tiempo es mínima, pero, si se trata de un observador sin experiencia, puede ser más considerable y perjudicar la exactitud de la medición.) Con un cronómetro electrónico la medida de tiempo no se interrumpe y sólo cambia el indicador cuando se presiona la corona para la vuelta a cero. La mayor parte de los modelos permite efectuar una lectura de la duración total del estudio al final de las observaciones.

Los cronómetros electrónicos pueden utilizarse a menudo de diferentes formas y se los puede ajustar para el registro de fracciones de segundos, minutos u horas.

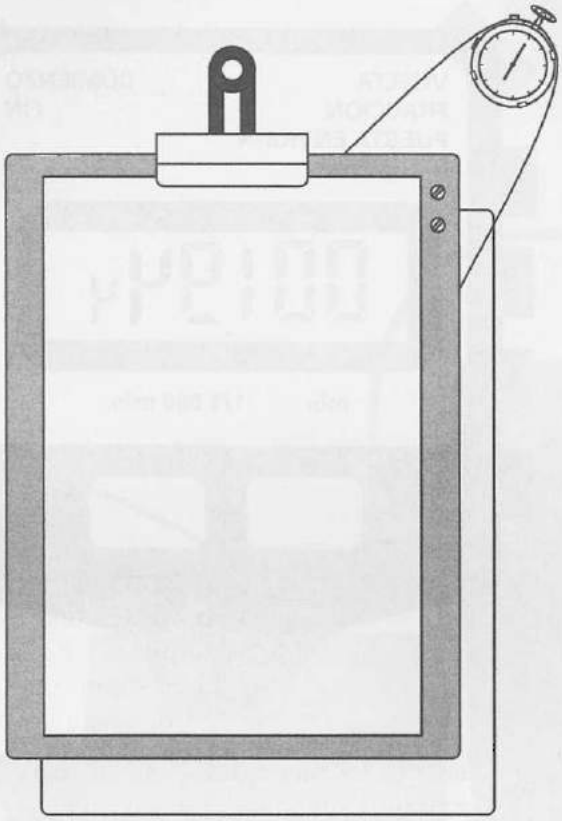
Los tableros de cronometraje electrónicos y los aparatos para toma de datos sirven para registrar las actividades durante el tiempo de estudio y permiten correlacionar automáticamente los tiempos con los elementos.

De acuerdo con el procedimiento más usual, el observador teclea un código que identifica el elemento que se ha de medir y luego teclea en el reglaje asignado al elemento. En el momento de parada, apoya una tecla para indicar que el elemento ha terminado. El tiempo queda registrado, sin que se indique su lectura, y comienza el registro del siguiente elemento. El aparato memoriza todos estos datos (código y duración del elemento, y reglaje) que luego se analizarán, a menudo con la ayuda de un ordenador personal.

Existen dos grandes grupos de aparatos: los ordenadores portátiles que han sido adaptados al estudio de tiempos (principalmente por medio de un soporte lógico especializado, pero la modificación puede comprender incluso la inscripción de nuevos símbolos en las teclas) y los tableros de cronometraje electrónicos. Los ordenadores tienen la ventaja de que se los puede utilizar con otros fines diferentes a la medición de tiempos; su inconveniente reside en que se necesita a menudo un tablero para tomar notas, lo cual no es siempre muy práctico. En cambio, los tableros electrónicos son en general de uso más cómodo.

Figura 95. Tableros para formularios de estudio de tiempos

a) Tablero para formularios de estudio de tiempos de tipo corriente



U.T.N. - F.R.C. BIBLIOTECA CENTRAL

b) Tablero para formularios de estudio de tiempos de ciclo breve

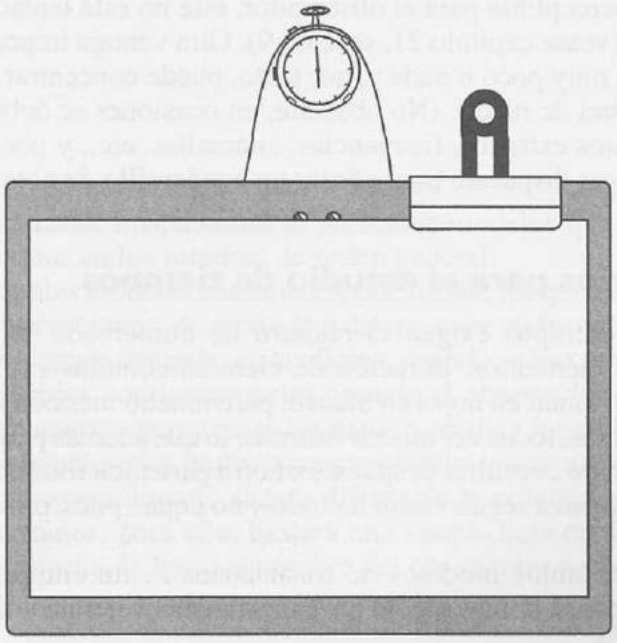


Figura 96. Cronómetro electrónico



Por ejemplo, pueden tener teclas marcadas como OC para «elemento ocasional» y EE para «elemento extraño», etc.

En la figura 97 se presenta un ejemplo de tablero electrónico.

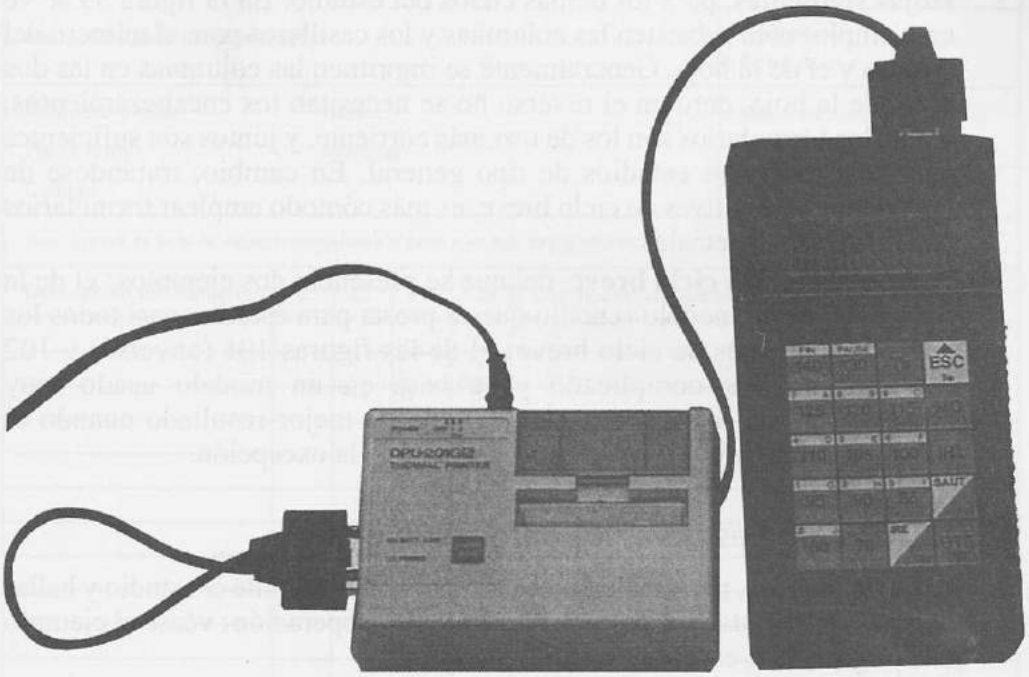
Una de las ventajas de la toma electrónica de datos consiste en que, como el tiempo no es perceptible para el observador, éste no está tentado de ajustar la marcha del reloj (véase capítulo 21, sección 9). Otra ventaja importante es que el observador anota muy poco o nada y, por tanto, puede concentrar su atención en el trabajo que habrá de medir. (No obstante, en ocasiones se deben tomar notas acerca de elementos extraños, frecuencias, anomalías, etc., y por tal razón en el tablero hay un lugar dispuesto para adosar un cuadernillo de notas.)

3. Formularios para el estudio de tiempos

Los estudios de tiempos exigen el registro de numerosos datos (códigos o descripciones de elementos, duración de elementos, notas explicativas). Los apuntes se pueden tomar en hojas en blanco, pero mucho más cómodo es emplear formularios impresos, todos del mismo formato, lo que además permite colocarlos en ficheros fáciles de consultar después. Por otra parte, los formularios impresos prácticamente obligan a seguir cierto método y no dejan, pues, omitir ningún dato esencial.

Ha de haber tantos modelos de formularios como empresas que hagan estudios de tiempos. La mayoría de los especialistas veteranos tienen su teoría

Figura 97. Tablero electrónico



sobre el trazado ideal. En esta obra se presentan modelos que han dado buenos resultados prácticos en los estudios de orden general.

Los principales modelos caen en dos categorías: los que se utilizan mientras se hacen las observaciones, de modo que deben tener un formato adaptado al del tablero, y los que sirven después, en la oficina, cuando se han reunido ya los datos.

Los formularios son innecesarios cuando el observador utiliza un tablero electrónico o un aparato para tomar los datos y analiza luego los resultados por medio de un ordenador. Sin embargo, es necesario tomar notas sobre el trabajo en observación, especialmente si éste difiere de la práctica o se aparta de las condiciones normales; para ello, bastará una simple hoja en donde se registren como mínimo la fecha, la hora, el nombre del observador y el del operario.

Formularios para reunir datos

- **Primera hoja de estudio de tiempos**, en la cual figuran los datos esenciales sobre el estudio, los elementos en que fue descompuesta la operación y los «cortes» que los separan entre ellos. También pueden anotarse los primeros ciclos del estudio mismo. En el ejemplo de la figura 98 se previeron casilleros para todos los datos que se necesitan normalmente, salvo el plano interior del taller, que debería ir dibujado, si es muy sencillo, al dorso de la hoja, y en caso contrario, en otra hoja, preferiblemente cuadriculada.
- **Hojas siguientes**, para los demás ciclos del estudio. En la figura 99 se ve un ejemplo: sólo subsisten las columnas y los casilleros para el número del estudio y el de la hoja. Generalmente se imprimen las columnas en las dos caras de la hoja, pero en el reverso no se necesitan los encabezamientos. Estos dos formularios son los de uso más corriente, y juntos son suficientes para casi todos los estudios de tipo general. En cambio, tratándose de operaciones repetitivas de ciclo breve, es más cómodo emplear formularios con columnas especiales.
- **Formulario para ciclo breve**, del que se presentan dos ejemplos: el de la figura 100 es un modelo sencillo que se presta para estudiar casi todos los trabajos corrientes de ciclo breve; el de las figuras 101 (anverso) y 102 (reverso) es más complicado y se basa en un modelo usado muy comúnmente en los Estados Unidos, que da mejor resultado cuando el trabajo de ciclo breve es más bien la regla que la excepción.

Formularios para estudiar los datos reunidos

- **Hoja de trabajo**, para analizar los datos anotados durante el estudio y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación: véase el ejemplo de la figura 123, en el capítulo 25.
  Existen distintas maneras de hacer el análisis, como se verá más adelante, y cada una requiere un trazado distinto del formulario. Por eso, muchos especialistas prefieren usar hojas rayadas corrientes, pero del mismo formato que las de tomar apuntes para poderlas enganchar juntas.
- **Hoja de resumen del estudio**, donde se transcriben los tiempos, seleccionados o deducidos, de todos los elementos, con indicación de su respectiva frecuencia. Como su nombre lo indica, esta hoja permite resumir claramente los apuntes tomados. Lleva epígrafes para consignar todos los datos que figuran en los casilleros de la hoja con membrete. Una vez llenada la hoja de resumen, se añade al conjunto de hojas de estudio y se archiva con ellas. Por lo tanto, debe ser del mismo tamaño. Se verá por el ejemplo de la figura 103 que en la parte rayada de la hoja queda sitio a la derecha para añadir columnas cuando el estudio que se esté haciendo las exija.
- **Hoja de análisis de los estudios**, donde se transcriben, a partir de las hojas de resumen, los datos de todos los estudios efectuados sobre la operación del caso, independientemente de sus autores o del momento en que se hicieron. Esta es la hoja que sirve para computar en definitiva los tiempos básicos de los respectivos elementos de la operación. Es frecuente que sea

Figura 98. Formulario general de estudio de tiempos (primera hoja)

Estudios de tiempos									
Departamento:						Estudio núm.: Hoja núm.: de			
Operación:	Estudio de métodos núm.:					Término: Comienzo: Tiempo transc.:			
Instalación/máquina:	Núm.:								
Herramientas y calibradores:						Operario: Ficha núm.:			
Producto/pieza:	Núm.:					Observado por: Fecha:			
Plano núm.:	Material:								
Calidad:						Comprobado:			
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza al dorso o en hoja aparte adjunta.									
Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.
Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.									

Figura 99. Formulario general de estudio de tiempos (segunda hoja y siguientes)

Estudio núm.:	**Estudio de tiempos: continuación**				Hoja núm.: de				
Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.

Figura 100. Formulario simple de estudio para ciclo breve

Estudios de tiempos: ciclo breve

Departamento:	Sección:	Estudio núm.: Hoja núm.: de
Operación:	Estudio de métodos núm.:	Término: Comienzo: Tiempo transc.:
Instalación/máquina:	Núm.:	
Herramientas y calibradores:		Operario: Ficha núm.:
Producto/pieza:	Núm.:	
Plano núm.:	Material:	Observado por: Fecha:
Calidad:	Condiciones de trabajo:	Comprobado:

Nota: Dibuje plano del taller al dorso.

El. núm.	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B. = Tiempo básico.

Figura 101. Formulario de estudio para ciclo breve (anverso)

Fecha del estudio: _____	Término: _____ Comienzo: _____ Tiempo transc.: _____	**Hoja de estudio: ciclo breve**	Estudio núm. _____ Hoja núm. ____ de ____
Departamento: _____ Operación: _____ Herramientas utilizadas: _____		Nombre de la pieza: _____ Plano núm. _____ Pieza núm. _____ Velocidad: _____ R/min. _____ Avance: _____ MM/min. _____	Tiempo del ciclo básico ____ min. o Total de tiempos medios de los elementos ____ min. Factor de valoración ____ Tiempo del ciclo básico ____ min. Suplementos [Personales % / Esperas % / Descansos % / Varios %] ___ % ___ min. Tiempo tipo por pieza ____ min.
Máquina y núm. _____ Funcion. Autom. ☐ A pie ☐ A mano ☐ Material	Tipo _____ _____ _____	Motivo del estudio Primer estudio ☐ Modificar estudio de métodos ☐ Verif. tiempo tipo ☐	

Disposición del lugar de trabajo	Descripción del método
	Observaciones:

Figura 102. Formulario de estudio para ciclo breve (reverso)

Fecha del estudio: _____	Término: _____ Comienzo: _____ Tiempo transcurrido: ____	**Hoja de estudio: ciclo breve**	Estudio núm.: _____ Hoja núm.: ____ de _____

Elemento núm.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nombre del operario: _____
De pie ☐ Sentado ☐ Moviéndose ☐											Ficha núm.: _____ Observado por: _____ Aprobado por: _____

Ciclo núm.																					Elementos extraños: Símbolo		Descripción
1																					A		
2																					B		
3																					C		
4																					D		
5																					E		
6																					F		
7																					G		
8																					H		
9																					I		
10																					J		
11																					K		
12																					L		
13																					M		
14																					N		
15																					O		
16																					P		
17																					Q		
18																					R		
19																					S		
20																					T		
Total																							
Núm. de obs.																							
Media																							
Valoración %																							
Tiempo básico																							

Figura 103. Hoja de resumen de estudio

Resumen del estudio

Departamento:	Sección:	Estudio núm.: Hoja núm.: de	
Operación:	Estudio de métodos núm.:	Fecha:	
Instalación/máquina:	Núm.:	Término: Comienzo:	
Herramientas y calibradores:		T. transcurrido: T. punteo:	
Producto/pieza:	Núm.:	T. neto: T. observado:	
Plano núm.:	Material:	Diferencia: Idem como %	
Calidad:	Condiciones de trabajo:	Observado por: Comprobado por:	
Operario: Sexo:	Ficha núm.:		

Croquis y notas al dorso de hoja 1.

El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	

Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia de aparición por ciclo. Obs. = Núm. de observaciones.

Figura 104. Hoja de análisis de estudios

Análisis de los estudios

Operación: Departamento: Sección:

Datos de máquinas, materiales, etc.:

Estudio núm.:
Fecha:
Operario:
Ficha núm.:
Máquina núm.:
Realizado por:
Núm. ciclos obs.:

El. núm.	Descripción del elemento	Tiempos básicos	Totales (Ciclos)	Tiempo básico medio o seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	Tiempo básico por ciclo	Suplem. por descanso: Personal + fatiga	Tiempo tipo M.T./H.T. por:
			M.B.	M.B.		M.B.	%	M.T.

Nota: El. = elemento. M.B. = Minutos básicos. M.T. = Minutos tipo.

mucho más grande que los formularios corrientes de estudio: véanse la figura 104 y la figura 125 del capítulo 25.

- ☐ Los **suplementos por descanso** a menudo también se registran en una hoja especial.

El modo en que se utilizan todos estos formularios, tanto los que sirven para tomar apuntes durante el estudio como los que se llenan después, se explicará en otros capítulos.

4. Otros aparatos

Los cronómetros y los aparatos electrónicos para toma de datos tienen una precisión suficiente para los estudios generales. Cuando ello no ocurre, como, por ejemplo, en el caso de trabajos muy repetitivos de ciclo breve, conviene utilizar una técnica diferente, en lugar del estudio de tiempos, a menos que se recurra a la filmación o al vídeo (ver capítulo 9). Si se utilizan películas, se puede medir con precisión la duración de un trabajo muy breve contando el número de imágenes, siempre que la velocidad de la proyección sea exactamente la misma que la velocidad con que se tomaron las imágenes. Otro método consiste en colocar un instrumento que permita medir el tiempo, en el campo de visión de la cámara que registra el trabajo. De ese modo se pueden leer los tiempos proyectando en cámara lenta la película o la casete del vídeo.

CAPITULO **21**

Estudio de tiempos: selección y cronometraje del trabajo

1. Selección del trabajo

Lo mismo que en el estudio de métodos, lo primero que hay que hacer en el estudio de tiempos es seleccionar el trabajo que se va a estudiar. La selección rara vez se hace sin un motivo preciso, que de por sí obliga a elegir determinada tarea; por ejemplo:

1) novedad de la tarea, no ejecutada anteriormente (cuando son nuevos el producto, el componente, la operación o la serie de actividades);
2) cambio de material o de método, que requiere un nuevo tiempo tipo;
3) quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo tipo de una operación;
4) demoras causadas por una operación lenta, que retrasa las siguientes, y posiblemente las anteriores, por acumularse los trabajos que no siguen su curso;
5) fijación de tiempos tipo antes de implantar un sistema de remuneración por rendimiento;
6) bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas;
7) preparación para un estudio de métodos o para comparar las ventajas de dos métodos posibles;
8) costo aparentemente excesivo de algún trabajo, tal como queda puesto de manifiesto por un análisis, por ejemplo, como el de Pareto.

Si el propósito del estudio es fijar normas de rendimiento, normalmente no se debería hacer mientras no se haya establecido y definido con un estudio de métodos la mejor forma de ejecutar el trabajo. El porqué salta a la vista: si no se ha buscado antes sistemáticamente el mejor método, siempre queda la posibilidad de que el propio obrero o algún técnico encuentre un modo de obtener el mismo resultado con mucho menos trabajo. Además, las ventajas de la innovación pueden variar de magnitud y naturaleza según el momento, el trabajador asignado al puesto o el método que él mismo haya adoptado. Incluso puede ocurrir que la cantidad de trabajo exigida por el proceso u operación aumente efectivamente más adelante si se encomienda a un obrero menos idóneo que el cronometrado, que quizá aplique un método más laborioso que el seguido cuando se fijó el tiempo.

Mientras no se haya encontrado, definido y estandardizado el mejor método, no estará estabilizada la cantidad de trabajo que supone la tarea o proceso. No

habrá manera de planificar los programas, y si el tiempo tipo influye en el cálculo de la remuneración, tal vez resulte antieconómico el costo de mano de obra de esa tarea o proceso. Al obrero puede resultarle imposible terminar dentro del tiempo asignado, o bien, por el contrario, puede sobrarle tiempo. En este último caso, muy probablemente reducirá su rendimiento hasta el límite en que le parezca que la dirección no va a iniciar averiguaciones sobre el acierto del tiempo tipo que se había fijado. Aunque en los contratos colectivos que prevén estudios del trabajo se suele incluir una cláusula que autoriza a modificar el tiempo de las tareas cuyo contenido de trabajo aumente o disminuya, y aunque la dirección podría, pues, en teoría, invocar esa cláusula, tanto cuando es la responsable del cambio de contenido del trabajo como cuando lo es el trabajador, la modificación del tiempo tipo en esas circunstancias siempre da lugar a cierto descontento. Si, además, se hace con frecuencia, los trabajadores pronto perderán confianza en los especialistas del estudio del trabajo y también en la buena fe de la empresa. Por consiguiente, **hay que asegurarse primero de que el método es bueno**, y no hay que olvidar, después, que todo tiempo corresponde exclusivamente a un método bien determinado.

Al elegir las tareas que se van a estudiar surgen problemas que no dependen de la importancia que tienen esas tareas para la empresa ni de la pericia de los operarios. Se plantearán dificultades si en una fábrica donde ya se aplica el sistema de trabajo a destajo los tiempos existentes para ciertas tareas, fijados por negociación o cálculo, son tan holgados que los trabajadores han estado cobrando primas elevadas y es seguro que una evaluación exacta de las tareas las hará bajar. Toda tentativa de modificar los métodos que lleve automáticamente a una nueva evaluación de los tiempos asignados probablemente despierte gran resistencia, y sería imprudente continuar los estudios. En tal caso, es preferible empezar por tareas donde sea evidente que el estudio de tiempos puede provocar un **aumento** de los ingresos de los trabajadores, aunque los trabajos sean menos importantes para el rendimiento general de la empresa. Tal vez sea posible volver después a las tareas «espinosas», una vez demostrada y reconocida la integridad del especialista en estudio del trabajo. Seguramente será necesario negociar el asunto con los representantes de los trabajadores y quizá haya que indemnizar a los posibles perjudicados. Pero si todos comprenden bien el motivo de los cambios, será posible llevar las negociaciones a buen término.

2. El estudio de tiempos y los trabajadores

En el capítulo 4 nos ocupamos con cierto detenimiento de las relaciones entre el especialista en estudio del trabajo y los jefes y trabajadores de la empresa. Volvemos a referirnos a este tema porque lo dicho acerca del estudio del trabajo en general se aplica más aún al estudio de tiempos, particularmente en lo que se refiere a los operarios.

La finalidad del estudio de métodos es evidente: consiste en perfeccionar el método con que se efectúa una tarea, y a nadie le cabe duda de que es una función del especialista en estudio del trabajo. Los operarios incluso le quedarán agradecidos si consigue evitarles faenas fatigosas o molestas. Pero el propósito

del estudio de tiempos no es tan claro, y si no se explica con especial cuidado puede ser objeto de interpretaciones completamente erróneas o falseadas, con el consiguiente descontento, cuando no alguna huelga.

Supongamos ahora que todos están ya acostumbrados a ver al especialista en el taller realizando sus estudios de métodos, y que el capataz y los representantes de los trabajadores lo conocen bien. No obstante, si nunca se ha efectuado allí un estudio de tiempos, más vale que el especialista reúna a los representantes de los trabajadores y al personal dirigente para explicarles en términos sencillos la razón y el objeto de su trabajo, y les pida que manejen el cronómetro. Deberá contestar con franqueza a todas las preguntas que le hagan. Ahí es donde se ve cuán útiles son los cursos de estudio del trabajo para los representantes de los trabajadores y para los capataces.

Cuando se pueda escoger entre varios operarios, es mejor preguntar al capataz y a los representantes de los trabajadores qué obrero, a su juicio, se debería estudiar primero, subrayando que debe ser competente y constante en su trabajo. Deberá tener un rendimiento promedio o ligeramente superior, y en ningún caso deberá ser una persona que por temperamento no pueda trabajar normalmente cuando siente que la observan.

Si existe la probabilidad de que el trabajo estudiado se realice en serie, posiblemente por un gran número de operarios, es importante que el estudio se base en varios trabajadores calificados.

En la práctica del estudio de tiempos se hace la distinción entre los trabajadores llamados «representativos» y los «calificados». Es **representativo** aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, lo que no coincide necesariamente con el concepto de trabajador **calificado**. Este último concepto tiene su importancia en el estudio de tiempos, y es oportuno definirlo expresamente:

> Trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad[1].

Esa insistencia en seleccionar trabajadores calificados tiene su razón de ser. Al fijar tiempos tipo, sobre todo cuando vayan a servir para calcular primas, deberá procurarse que sean de un nivel que pueda alcanzar y mantener un trabajador calificado sin excesiva fatiga. Como cada cual trabaja a distinta velocidad, los tiempos registrados deben ajustarse para determinar ese nivel, aplicándoles factores que dependen del criterio del especialista en estudio del trabajo. La experiencia ha demostrado que las cifras exactas se sitúan dentro de un margen de velocidades bastante limitado, alrededor de lo normal para un trabajador calificado. Observando a trabajadores lentos o no calificados, o bien excepcionalmente rápidos, se suele llegar a tiempos demasiado largos (o sea «holgados»), y por tanto antieconómicos, o demasiado cortos (o sea «ajustados»),

[1] BSI: *Glossary of terms used in management services*, BSI 3138 (Londres, 1991).

que son injustos para el trabajador medio y que más tarde probablemente sean motivo de quejas.

Una vez seleccionado el operario cuyo trabajo se estudiará en primer lugar, el especialista deberá hablarle, en compañía del capataz y del representante de los trabajadores, para explicarle cuidadosamente el objeto del estudio y lo que hay que hacer. Se le pedirá que trabaje a su ritmo habitual, haciendo las pausas a que esté acostumbrado, y se le recomendará que exponga las dificultades con que tropiece. (Esta fase sobra cuando el estudio del trabajo es algo común y corriente y todos saben para qué sirve, pero no debe omitirse con trabajadores nuevos; los nuevos especialistas o sus asistentes deben ser presentados al personal dirigente y a los operarios al iniciar sus funciones.) Es importante convencer al capataz de que no vigile más al trabajador: hay obreros que experimentan verdadero pánico cuando los observa su superior.

Cuando se haya implantado un método nuevo hay que dar al trabajador tiempo sobrado para habituarse antes de cronometrarlo. Lleva mucho tiempo adaptarse a un método nuevo y alcanzar la velocidad máxima constante. Tal vez se necesiten varios días e incluso varias semanas de práctica, según la duración o complejidad de la operación, antes de que el trabajo se pueda cronometrar valederamente para fijar tiempos tipo. Tampoco deberá utilizarse para medir el tiempo un trabajo hecho por obreros recién asignados a un puesto al que aún no estén perfectamente habituados.

Es importante la posición en que se coloca el especialista con relación al operario. Debería situarse de modo que pueda observar todo lo que hace el operario, particularmente con las manos, sin entorpecer sus movimientos ni distraer su atención. No debería estar exactamente delante de él ni tan cerca que le dé la sensación de «tener a alguien encima». La posición exacta del especialista dependerá de la clase de operación que se estudie, pero generalmente conviene que se sitúe a un lado del operario, un poco hacia atrás y a unos dos metros de distancia. Así, el trabajador puede verlo volviendo ligeramente la cabeza, y en caso necesario pueden hablarse para hacer preguntas o explicar algo relacionado con la operación. El tablero con los formularios de estudio de tiempos y el cronómetro deben estar en una línea de visión que permita ver la hora y anotarla sin dejar de observar el trabajo estudiado.

De ningún modo se intentará cronometrar al operario desde una posición oculta, sin su conocimiento o llevando el cronómetro en el bolsillo. No sería honrado, y en todo caso no faltaría quien se enterara y la noticia se propagaría rápidamente. El estudio del trabajo no debe tener nada que ocultar.

Es igualmente importante que el especialista esté de pie mientras realiza el estudio. Entre los obreros hay tendencia a pensar que todo el trabajo les toca a ellos, mientras que el analista es un mero espectador. Acentuará esa impresión si se instala cómodamente: pronto le perderían el respeto, que es la mayor ventaja con que cuenta. Por consiguiente, no deberá sentarse ni recostarse, sino colocarse de pie en una postura cómoda en que pueda quedarse mucho tiempo si fuera necesario. El estudio de tiempos exige intensa concentración y constante atención, particularmente para tomar el tiempo de «elementos» o «ciclos» muy breves, y está generalmente reconocido que de pie es más fácil mantenerlas.

La mayoría de los operarios pronto se habituarán a trabajar a su ritmo normal, pero los de tipo nervioso, especialmente las mujeres, tienden a trabajar más de prisa de lo que acostumbran, con los errores y tropiezos consiguientes. Cuando así sea, el analista detendrá su estudio, charlará con el operario para quitarle la nerviosidad, o incluso lo dejará solo un rato hasta que se le pase.

En las tareas repetitivas se nota más fácilmente qué operarios trabajan a un ritmo que no es el suyo, porque no pueden regular tan uniformemente la duración de los ciclos como lo hacen sin querer cuando siguen su cadencia natural, una vez bien iniciada la operación. Si hay grandes variaciones en los tiempos de los ciclos, y si no se deben a variaciones del material, herramientas o maquinaria (que el especialista debería entonces notificar a la persona competente), sólo pueden deberse al desempeño de los operarios. Cuando esto ocurra, el analista deberá interrumpir el estudio y hablar con el capataz. Tal vez sea más diplomático no quejarse del operario que trató de «tomarle el pelo» y pedir al capataz que venga a ver el trabajo porque aparentemente no marcha como debiera. Este es el tipo de situación que debe resolverse caso por caso, tratando de no suscitar antipatías sin necesidad; por eso son esenciales las cualidades personales del especialista que se enumeraron en el capítulo 4.

En cambio, cuando los aspectos técnicos ejerzan gran influencia no será tan fácil descubrir quiénes tratan de alargar el tiempo de una tarea, a menos que el analista sea perito en la materia. Esto sucederá particularmente en los trabajos que requieren especial destreza (como los de chapistería o las operaciones para tornear y cortar tornillos con gran exactitud y acabado perfecto en un torno de precisión), aun cuando el departamento de planificación de procesos haya especificado la velocidad y el avance. Es difícil discutir con un especialista si uno no lo es. Esta es una de las razones de que sea tan importante fijar con toda precisión el método y las condiciones de una operación antes de cronometrarla. Un estudio de métodos bien hecho, antes de cronometrar una tarea, simplifica enormemente la fijación de los tiempos tipo.

En los párrafos anteriores hemos procurado indicar algunos de los problemas prácticos que tendrá que resolver el especialista en estudio del trabajo para obtener tiempos representativos, pero hay muchos más que sólo se aprende a resolver en la dura escuela de la experiencia, en el ambiente de la fábrica o del taller, conviviendo con los que allí trabajan. La palabra escrita no los puede reflejar fielmente: el hombre de corazón pondrá el máximo empeño en allanarlos; quien no lo sea no deberá dedicarse al estudio del trabajo.

3. Etapas del estudio de tiempos

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes (véase asimismo figura 86):

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en «elementos».

3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada «elemento» de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en «tiempos básicos».
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el «tiempo tipo» propio de la operación.

4. Obtener y registrar información

Antes de iniciar el estudio propiamente dicho deberá registrarse, a partir de lo observado, la información que se indica a continuación o los datos aplicables a la operación del caso. Se acostumbra hacerlo en la primera hoja de los formularios, la que se manda imprimir o policopiar con los casilleros apropiados para evitar olvidos u omisiones graves. El número de epígrafes que se prevean, y de los cuales se presenta una lista indicativa, dependerá de la clase de trabajos que realice la empresa. En las industrias no fabriles, como el transporte y la hostelería, no se necesitará un espacio para el «producto», etc. Tampoco se necesitará un espacio para «instalaciones o máquinas» cuando todo el trabajo se haga a mano, pero sí hará falta un espacio para «herramientas».

Los detalles del lugar de trabajo pueden registrarse con mayor rapidez y exactitud fotografiándolos con una simple cámara de revelado e impresión inmediatos dotada de flash.

Es importante registrar **toda** la información pertinente obtenida **por observación directa**, por si acaso se debe consultar posteriormente el estudio de tiempos. Si la información es incompleta, el estudio puede ser prácticamente inútil a los pocos meses. Los formularios de las figuras 98 a 102 están concebidos de modo que reúnan el máximo de información habitualmente necesaria en la industria manufacturera.

Dicha información puede agruparse como sigue:

A. Información que permita hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite:

número del estudio;

número de la hoja y, a veces, número de hojas;

nombre del especialista que hace el estudio;

fecha del estudio;

nombre de la persona que aprueba el estudio (jefe del departamento de estudio del trabajo, jefe de producción u otro superior competente).

B. Información que permita identificar con exactitud el producto o pieza que se elabore:

nombre del producto o de la pieza;
número del plano o de la especificación;
número de la pieza (si no es el del plano);
material;
condiciones de calidad[2].

C. Información que permita identificar con exactitud el proceso, el método, la instalación o la máquina:

departamento o lugar donde se lleva a cabo la operación;
descripción de la operación o de la actividad;
número de la hoja de estudio de métodos o de instrucciones (cuando existan);
instalación o máquina (marca de fábrica, tipo, tamaño o capacidad);
herramientas, plantillas, dispositivos de fijación y calibradores utilizados;
croquis del lugar de trabajo o de la maquinaria, y de la pieza, o de una u otra, mostrando las superficies trabajadas (al dorso del formulario o, en caso necesario, en hoja aparte anexa al estudio);
velocidad y avance de la máquina u otros datos de la regulación que determinen el ritmo de producción de la máquina o proceso (como temperatura, presión, caudal, etc.). Es preferible que el capataz ponga su «visto bueno» en la hoja misma como confirmación de la exactitud de los datos.

D. Información que permita identificar al operario:

nombre del operario;
número de la ficha del operario[3].

E. Duración del estudio:

comienzo (hora en que empieza el estudio);
término (hora en que termina el estudio);
tiempo transcurrido.

F. Condiciones físicas de trabajo:

temperatura, humedad, buena o mala luz y demás datos que no figuren en el croquis del lugar de trabajo.

En caso de utilización de un dispositivo electrónico que no permita registrar las informaciones anteriores, éstas deberán consignarse en una hoja especial, similar a una hoja de cronometraje normal y debidamente marcada con un código de referencia.

---

[2] De cuando en cuando en las industrias mecánicas se modifica el modelo de alguna pieza y se distribuye un plano corregido, en cuyo caso hay que anotar de qué edición se trata. Para las «condiciones de calidad», muchas veces bastará poner un número de especificación tipo o «buen acabado». En trabajos de ingeniería suelen especificarse en el plano las tolerancias y el acabado.

[3] Cuando la tarea o el operario sean nuevos conviene anotar cuánta experiencia de la operación tiene el obrero en el momento del estudio, con objeto de determinar su posición en el aprendizaje.

5. Comprobar el método

Antes de emprender el estudio es importante comprobar el método empleado por el operario. Si el propósito del estudio es fijar un tiempo tipo, ya se habrá hecho el estudio de métodos y se habrá establecido la hoja de instrucciones. En tal caso basta comparar lo que se hace de hecho con lo que especifica la hoja. Si el estudio se debe a que un operario se quejó de no lograr la producción fijada en el estudio anterior, habrá que comparar muy cuidadosamente el método del operario con el utilizado cuando se efectuó el primer estudio. Es frecuente comprobar en tales casos que el operario no se atiene a las instrucciones originales: tal vez emplea otras herramientas u otro montaje, velocidad o avance de la maquinaria, o está haciendo movimientos innecesarios, o bien han variado la temperatura u otras condiciones del proceso.

Quizá estén desafiladas las herramientas cortantes, o bien fueron afiladas con un bisel inadecuado. Claro está que los tiempos tomados en esas condiciones o en otras condiciones impropias no sirven para calcular tiempos tipo.

En trabajos repetitivos de ciclo breve, como los efectuados en bandas transportadoras (montar piezas pequeñas, empaquetar galletas, clasificar baldosas), los cambios de método probablemente sean mucho más difíciles de descubrir, porque a menudo se deben a que el operario mueve los brazos y manos en otra forma (cambió su «esquema de movimientos»), lo cual no se observa a simple vista y exige aparatos especiales para analizar el cambio.

Hemos subrayado repetidamente en este libro la necesidad de efectuar un estudio de métodos adecuado antes de empezar las operaciones para fijar tiempos tipo, pero en ciertas ocasiones no hay más remedio que prescindir de ese estudio de métodos completo, siendo el caso más típico el de tareas cortas que sólo se ejecutan en el taller unas pocas veces al año. En tales casos el especialista deberá anotar minuciosamente el método empleado, después de subsanar las deficiencias evidentes, por ejemplo, colocando recipientes para el trabajo acabado en el lugar más cómodo o rectificando la velocidad de las máquinas. Esas notas tienen particular importancia porque serán la única constancia que quede, y las probabilidades de desviación aumentan cuando no se ha señalado al operario un método bien determinado.

6. Descomponer la tarea en elementos

Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario necesarios para poderlos identificar debidamente más tarde y de comprobar que el método que se utiliza es adecuado o el mejor en las circunstancias existentes, el especialista deberá descomponer la tarea en elementos.

> Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

> Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

El ciclo de trabajo empieza al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad; empieza entonces el segundo ciclo, y así sucesivamente, como lo muestra el ejemplo completo de estudio de tiempos del capítulo 25.

Es necesario detallar los elementos para poder:

1) separar el trabajo (o tiempo) productivo de la actividad (o tiempo) improductiva;
2) evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro: el operario quizá no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y tienda a ejecutar ciertas operaciones más rápidamente que otras;
3) reconocer y distinguir los diversos tipos de elementos (véase más adelante) para ocuparse de cada uno según su tipo;
4) aislar los elementos que causan especial fatiga y fijar con mayor exactitud los tiempos marginales de descanso (suplementos por fatiga);
5) verificar más fácilmente el método, de modo que más tarde se note en seguida si se omiten o añaden elementos, para el caso en que haya protestas contra el tiempo tipo de la tarea;
6) hacer una especificación detallada del trabajo (véase capítulo 28);
7) extraer los tiempos de los elementos que se repiten a menudo, como el manejo de los mandos de máquinas o el quita y pon de piezas en los dispositivos de fijación, a fin de poder establecer datos tipo (véase capítulo 27).

Tipos de elementos

Los elementos se han dividido en ocho tipos: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños, según sus características, a saber:

- **Elementos repetitivos** son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado.

  Ejemplos: los elementos que consisten en recoger una pieza antes de la operación de montaje; en colocar el objeto que se trabaja en la plantilla; en poner a un lado el artículo terminado o montado.

- **Elementos casuales** son los que no reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares.

  Ejemplos: regular la tensión o aprontar la máquina, o bien recibir instrucciones del capataz; los elementos casuales forman parte del trabajo provechoso y se incorporarán en el tiempo tipo definitivo de la tarea.

- **Elementos constantes** son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual.

Ejemplos: poner en marcha la máquina; medir un diámetro; atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.

- **Elementos variables** son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.

  Ejemplos: aserrar madera a mano (el tiempo varía según la dureza y el diámetro); barrer el piso (depende de la superficie); llevar una carretilla con piezas a otro taller (depende de la distancia).
- **Elementos manuales** son los que realiza el trabajador.
- **Elementos mecánicos** son los realizados automáticamente por una máquina (o proceso) a base de fuerza motriz.

  Ejemplos: templar tubos; cocer baldosas; dar forma a botellas de vidrio; prensar una chapa de carrocería de automóvil; la mayoría de las operaciones de corte en máquinas-herramientas.
- **Elementos dominantes** son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.

  Ejemplos: mandrilar una pieza y mientras tanto calibrarla de vez en cuando; calentar agua y mientras tanto preparar la tetera y las tazas; revelar películas fotográficas y mientras tanto agitar la solución de cuando en cuando.
- **Elementos extraños** son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

  Ejemplos: lijar el borde de una tabla de ebanistería no acabada de acepillar; desengrasar una pieza no acabada de trabajar a máquina.

De estas definiciones se deduce claramente que los elementos repetitivos pueden ser también constantes o variables, o bien que los elementos constantes pueden ser repetitivos o casuales, e igualmente que los elementos casuales pueden ser constantes o variables, y así sucesivamente, porque las categorías establecidas no se excluyen mutuamente.

7. Delimitar los elementos

Hay algunas reglas generales para delimitar los elementos de una operación, entre las cuales las siguientes:

- Los elementos deberán ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. El comienzo o fin puede reconocerse por un sonido (por ejemplo, al pararse una máquina, soltar el cierre de una plantilla, depositar una herramienta), o por el cambio de dirección del brazo o de la mano. Estos «cortes» en la secuencia deberán describirse cuidadosamente en la hoja de observaciones, quedando entendido que se trata del instante en que termina un elemento del ciclo de trabajo y empieza otro.
- Los elementos deberán ser todo lo breves que sea posible, con tal que un analista experto pueda aún cronometrarlos cómodamente. Las opiniones difieren en cuanto a la unidad mínima que un cronómetro puede registrar en

la práctica, pero suele fijarse en 0,04 minutos (2,4 segundos). Para observadores menos expertos puede ser de 0,07 a 0,10 minutos. Siempre que sea posible, los elementos muy cortos deben figurar al lado de otros más largos para que se les pueda tomar y registrar el tiempo con mayor exactitud. Los elementos manuales largos se deberían valorar cada 0,33 minutos (20 segundos). (La valoración se examina en el capítulo siguiente.)

- ☐ Dentro de lo posible, los elementos, sobre todo los manuales, deberían elegirse de manera que correspondan a segmentos naturalmente unificados y visiblemente delimitados de la tarea. Dada, por ejemplo, la acción de alcanzar una llave, acercarla al trabajo y apretar una tuerca, se pueden identificar las acciones de estirar la mano, asir la llave, acercarla, cambiarla de posición en la mano para manejarla mejor y colocarla en la tuerca. Para el trabajador es un solo conjunto de movimientos, más bien que una serie de actos autónomos. Es preferible tratarlos como un solo elemento, que se designará «tomar llave» o «tomar y colocar llave» y cronometrar todos los movimientos juntos, que hacer un corte, digamos, en el instante en que los dedos tocan por primera vez la llave, y dividir así en dos elementos el grupo natural de movimientos.
- ☐ Los elementos manuales deberían separarse de los mecánicos. Estos pueden calcularse a partir de los avances automáticos o las velocidades fijadas y servir para verificar los tiempos cronometrados. Los elementos manuales dependen comúnmente por entero del operario. Esta separación es de particular importancia cuando se quiere calcular tiempos tipo.
- ☐ Los elementos constantes deberían separarse de los variables.
- ☐ Los elementos que no aparecen en todos los ciclos (casuales y extraños) deben cronometrarse aparte de los que sí aparecen.

La minucia con que deban delimitarse los elementos dependerá mucho del tipo de fabricación, de la operación de que se trate y de los resultados que se deseen. En las operaciones de montaje de aparatos eléctricos y radios, por ejemplo, las operaciones son generalmente de ciclo breve y de elementos muy cortos.

Es preciso reiterar la importancia de dividir, definir y describir adecuadamente los elementos. La cantidad de detalles de la descripción depende de una serie de cosas; por ejemplo:

- ☐ Los trabajos que se hacen por lotes pequeños y a intervalos bastante largos necesitan descripciones menos detalladas de los elementos que la producción en gran serie por períodos prolongados.
- ☐ Los movimientos de un lugar a otro requieren generalmente menos descripción que los movimientos de manos y brazos.

Los elementos deben comprobarse durante varios ciclos y consignarse por escrito antes de cronometrarlos.

Se pueden ver ejemplos de descripciones de elementos y de sus diversos tipos en las figuras 118 y 120.

8. Tamaño de la muestra

Mucho de lo expuesto en el capítulo 19 sobre el muestreo, los niveles de confianza y las tablas de números aleatorios se aplica aquí igualmente. En el presente caso, sin embargo, no se trata de establecer una proporción, sino de calcular el valor del promedio representativo para cada elemento. Así, pues, el problema consiste en determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados.

También en este caso se puede utilizar un método estadístico o un método tradicional.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula siguiente[4] para un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de ± 5 por ciento:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}\right)^2$$

siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;
n' = número de observaciones del estudio preliminar;
Σ = suma de los valores;
x = valor de las observaciones.

Para aclarar lo que precede, veamos un ejemplo práctico. Supongamos que para un elemento dado se efectúan cinco observaciones y que los valores de los respectivos tiempos transcurridos, expresados en centésimas de minuto, son 7, 6, 7, 7, 6. Pasemos a calcular ahora los cuadrados y la suma de los cuadrados de dichos números:

x	x^2
7	49
6	36
7	49
7	49
6	36
$\Sigma x = 33$	$\Sigma x^2 = 219$

$n' = 5$ observaciones.

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior se obtiene el valor de n:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 \times (219) - (33)^2}}{33}\right)^2 = 8{,}81, \text{ o sea 9 observaciones.}$$

Dado que el número de observaciones preliminares n' es inferior al requerido de 9, debe aumentarse el tamaño de la muestra. Sin embargo, no basta

[4] La explicación de la derivación de esta fórmula cae fuera del marco de la presente obra. Véase Raymond Mayer: *Production and operations management* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª ed., 1975), págs. 516-517.

Cuadro 15. Número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos

Minutos por ciclo	Hasta 0.10	Hasta 0.25	Hasta 0.50	Hasta 0.75	Hasta 1.0	Hasta 2.0	Hasta 5.0	Hasta 10.0	Hasta 20.0	Hasta 40.0	Más de 40
Número de ciclos recomendado	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Fuente: A. E. Shaw: «Stop-watch time study», en H. B. Maynard (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook*, Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª edición, 1971. Reproducido con la autorización de McGraw-Hill Book Company.

decir que se necesitan cuatro observaciones más. Si se suman los valores de esas cuatro observaciones suplementarias, los valores de x y x^2 cambiarán y tal vez alterarán el valor de n. Por consiguiente, puede ocurrir que la muestra siga siendo pequeña y deban hacerse otras observaciones, o bien que la muestra sea de hecho suficiente o más que suficiente.

Si se eligen un nivel de confianza y un margen de exactitud diferentes, la fórmula también cambiará. Normalmente, sin embargo, se selecciona un nivel de confianza de 95 o de 95,45 por ciento.

El método estadístico para determinar el tamaño de la muestra es fidedigno en la medida en que los supuestos establecidos son también fidedignos, es decir, que las variaciones constatadas en las observaciones son puramente aleatorias y no son causadas intencionalmente por el trabajador. En la práctica, el método estadístico puede resultar difícil de aplicar, ya que un ciclo de trabajo se compone de varios elementos. Como el tamaño de la muestra variará según las observaciones para cada elemento, es posible que se llegue a diferentes tamaños de muestra para cada elemento de un mismo ciclo, a menos, claro está, que los elementos tengan más o menos el mismo promedio. Como resultado, en el caso del cronometraje acumulativo, el tamaño de la muestra quizá deba calcularse tomando como base el elemento que requiera la muestra de mayor tamaño.

Algunos autores y ciertas empresas como la General Electric han adoptado, pues, una guía convencional para determinar el número de ciclos que cronometrarán, y la guía se basa en el número total de minutos por ciclo (véase cuadro 15).

También es importante que las observaciones se hagan durante cierto número de ciclos, a fin de tener la seguridad de que podrán observarse varias veces los elementos casuales: eliminación de cajas de piezas acabadas, limpieza periódica de las máquinas, afiladura de las herramientas, etc.

Durante el estudio se puede utilizar la tabla de números aleatorios (véase capítulo 19) para determinar a qué horas precisas se harán las observaciones.

9. Cronometraje de cada elemento

Una vez delimitados y descritos los elementos se puede empezar el cronometraje.

Existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro:

- ☐ cronometraje acumulativo, y
- ☐ cronometraje con vuelta a cero.

En el **cronometraje acumulativo** el reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer elemento del

primer ciclo y no se lo detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro, y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio. Con este procedimiento se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación.

En el **cronometraje con vuelta a cero** los tiempos se toman directamente: al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente, sin que el mecanismo del reloj se detenga ni un momento.

En todos los estudios de tiempos es costumbre verificar aparte el tiempo total por el reloj de pulsera o el de la oficina de estudio. Así también se anota la hora en que se hizo el estudio, lo que puede ser importante, porque es muy probable, en los trabajos repetitivos, que el obrero cumpla el ciclo en menos tiempo al principio de la mañana que a última hora de la tarde, cuando está cansado.

Cuando el especialista emplea el método de vuelta a cero, espera que las agujas del reloj de pared marquen un minuto exacto (de ser posible una cifra redonda, como la hora o los intervalos de cinco minutos), pone en marcha su cronómetro y anota la hora exacta en el espacio del formulario que dice «comienzo». Luego vuelve al lugar de trabajo donde va a efectuar el estudio, con el cronómetro en marcha, y no lo detiene más hasta el momento de iniciar el cronometraje. Al comienzo del primer elemento del primer ciclo vuelve la manecilla a cero y, como primera anotación en el cuerpo de la hoja, apunta el tiempo transcurrido. Al final del estudio, cuando acaba el último elemento del último ciclo, hace volver la manecilla a cero, y de ahí en adelante la deja correr continuamente hasta que llega de regreso al reloj de pared, anota la hora a que terminó y para definitivamente el cronómetro. La hora se anota en el espacio que dice «término». Los dos lapsos inscritos, antes y después del estudio, son los «tiempos para punteo». La hora de comienzo se resta de la correspondiente al término, y el resultado es el «tiempo transcurrido» que se debe anotar.

La suma de los tiempos de todos los elementos y demás actividades anotadas, más el tiempo improductivo, más los tiempos para punteo, constituye el «tiempo registrado», que también se anota. En teoría debería coincidir con el tiempo transcurrido, pero en la práctica suele haber una pequeña diferencia, debida a la acumulación de pequeñas fracciones de tiempo perdido al volver las manecillas a cero y también, posiblemente, a errores de observación de la hora o de los elementos. Hay empresas que anulan el estudio cuando la diferencia pasa de 2 por ciento.

Si se aplica el mismo procedimiento con el cronometraje acumulativo, el tiempo transcurrido y el registrado deberían ser idénticos, ya que el cronómetro sólo se mira, sin volverlo a cero.

El cronometraje acumulativo tiene la ventaja de que incluso si se omite un elemento o no se registra alguna actividad esporádica, el tiempo total no cambia. Muchos sindicatos son decididos partidarios de este sistema porque les parece más exacto que el de vuelta a cero y no da la posibilidad de acortar los tiempos a favor de la empresa omitiendo elementos u otras actividades. Tiene la desventaja evidente del gran número de restas que hay que hacer para determinar los tiempos de cada elemento, lo que prolonga muchísimo las últimas etapas del estudio.

El cronometraje con vuelta a cero sigue empleándose mucho. En manos competentes es casi tan exacto como el continuo. Sin embargo, existen motivos para creer que quienes están aprendiendo a usar el cronómetro llegan más rápidamente a un grado aceptable de exactitud con el método acumulativo que con el de vuelta a cero.

La experiencia de las misiones de la OIT que han enseñado y aplicado el estudio de tiempos indica que es preferible el cronometraje acumulativo, por las razones siguientes:

1. Según parece, con ese método los educandos adquieren más rápidamente una precisión aceptable en el manejo del cronómetro.
2. No importa que los observadores inexpertos omitan a veces los tiempos de algunos elementos, puesto que no cambia el tiempo total del estudio. Las interrupciones y los elementos extraños quedan automáticamente incluidos, puesto que el cronómetro nunca se detiene.
3. Al valorar el ritmo de trabajo del operario es menos fácil caer en la tentación de ajustar la valoración del ritmo al tiempo invertido en el elemento, que utilizando el método de vuelta a cero, ya que se anota la hora del reloj y no los tiempos mismos.
4. Los trabajadores y sus representantes tendrán probablemente más confianza en la equidad del estudio como base para fijar las primas si ven que es imposible omitir el más mínimo tiempo, lo que puede facilitar la implantación de tales estudios en la empresa y hasta en la industria de que se trate.

En el método de vuelta a cero, a los errores de observación del reloj tal vez se sumen las pequeñas demoras producidas al volver la manecilla a cero. El porcentaje de error es mucho mayor con elementos cortos. Por consiguiente, el cronometraje continuo probablemente resulte más exacto para trabajos de elementos cortos y ciclos breves, mientras que el método de vuelta a cero puede emplearse con menos riesgos para tareas de elementos y ciclos largos, porque los errores son demasiado pequeños para viciar el resultado. También aquí interviene el importante factor de la confianza de los trabajadores.

El cronometraje de vuelta a cero, que tiene la ventaja de evitar los cálculos de resta, es tan preciso como el acumulativo si se utiliza un cronómetro electrónico, ya que en ese caso la vuelta a cero se efectúa sin retardo. No obstante, es posible que se produzcan errores de lectura y, por tanto, es necesario comparar el tiempo registrado y la duración.

Con los dispositivos de toma electrónica de datos, los tiempos quedan registrados de forma automática, lo cual elimina los errores de lectura.

Cuando hay que cronometrar trabajos con elementos cortos y ciclo breve se recurre a un tercer método, que en realidad quizá sea el único posible para medir con exactitud elementos de tan ínfima duración que no den al analista tiempo para mirar el reloj y apuntar la hora. Viene a ser un cronometraje por diferencia: en efecto, se cronometran varios elementos juntos, agrupándolos de manera que cada uno de ellos quede comprendido una vez y excluido la vez siguiente, y al final se hace la resta para deducir el tiempo que lleva. Supongamos, por ejemplo, que la tarea consta de siete brevísimos elementos; el analista puede cronometrar durante los primeros ciclos los números 1 a 3 y 4 a 7 y anotar sólo esos dos tiempos, y

después, los números 1 a 4 y 5 a 7 durante unos cuantos ciclos más, y así sucesivamente. Con este sistema se puede utilizar tanto el cronometraje acumulativo como el de vuelta a cero.

Hemos visto ahora todo lo que precede al estudio de tiempos en sí, desde la selección del trabajo, la anotación de los datos interesantes, el desglose en elementos y los posibles métodos de cronometraje hasta el registro de los tiempos mismos de los elementos. El capítulo siguiente tratará de las maneras de modificar esos tiempos observados para tener en cuenta las variaciones de la cadencia de trabajo.

CAPITULO **22**

Estudio de tiempos: valoración del ritmo

En la sección 3 del capítulo anterior dividimos el estudio de tiempos en ocho etapas o fases y examinamos las cuatro primeras; vamos a examinar ahora la quinta: «Determinar... la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.»

La forma como abordaremos este problema se basa en la experiencia pedagógica adquirida por las misiones de productividad y perfeccionamiento del personal de dirección de la OIT, y parece ser la que mejor se adapta a las circunstancias en la mayoría de los países en que probablemente se emplee este libro.

La valoración del ritmo y los «suplementos» (tratados en el próximo capítulo) son los dos temas más discutidos del estudio de tiempos. Ese estudio, en efecto, tiene casi siempre por objeto en las empresas determinar tiempos tipo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto y establecer sistemas de primas. Los procedimientos empleados repercuten, pues, en los ingresos de los trabajadores, y no sólo en la productividad, sino también quizá en los beneficios de la empresa. El estudio de tiempos no es una ciencia exacta, aunque se han hecho y se continúan haciendo muchas investigaciones para tratar de darle base científica. Sin embargo, la valoración del ritmo de trabajo del operario y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga y para otros fines siguen siendo en gran parte cuestión de criterio y por lo tanto objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores.

Se han ideado varios métodos para evaluar el ritmo de trabajo del operario, y cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. Los que se exponen en el presente capítulo corresponden a los aplicados corrientemente con buenos resultados. Bien aplicados, serán aceptables tanto para la dirección como para los trabajadores, particularmente cuando se utilicen para determinar normas en la producción en serie de mediana importancia, que es la más común en el mundo entero, fuera de los Estados Unidos y de algunas empresas especializadas de los demás países. Indudablemente, proporcionarán al lector un sistema básico sólido que le servirá para la mayoría de casos y que podrá perfeccionar más adelante si la naturaleza especial de la operación exige, por ejemplo, que se mida otra cosa, y no la velocidad.

1. El trabajador calificado

Ya se dijo que los estudios de tiempos se deberían hacer, en lo posible, con varios trabajadores calificados, y que es preferible evitar a los muy rápidos o muy lentos, por lo menos mientras se efectúan los primeros estudios de una operación. Pero ¿qué es un «trabajador calificado»?

Cada clase de trabajos requiere cualidades humanas distintas: unos exigen agilidad mental, concentración, buena vista; otros, fuerza física, y la mayor parte, alguna destreza o conocimiento especial adquirido. No todos los obreros tienen las aptitudes necesarias para determinado trabajo, pero si la dirección aplica procedimientos serios de selección y buenos programas de capacitación para el puesto, normalmente se consigue que la mayoría de los trabajadores tengan las dotes necesarias para desempeñar sus funciones. Se aproximarán entonces al trabajador calificado definido en el capítulo anterior, a saber:

> Trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Adquirir destreza no es cosa sencilla. Se ha observado[1] que el obrero experimentado le lleva al inexperto las siguientes ventajas:

- ☐ da a sus movimientos soltura y regularidad;
- ☐ adquiere ritmo;
- ☐ reacciona más pronto a las señales;
- ☐ prevé las dificultades y está más preparado para superarlas;
- ☐ ejecuta su tarea sin forzar la atención y por tanto relaja más los nervios.

Dominar totalmente la ejecución de una tarea es algo que puede llevar mucho tiempo. Unos trabajadores sometidos a ciertas pruebas necesitaron nada menos que 8000 ciclos de práctica para alcanzar tiempos más o menos constantes, y estos tiempos, por lo demás, equivalían a la mitad de los registrados en el primer intento. Por consiguiente, los tiempos tipo que se fijen basándose en el ritmo de obreros novatos pueden resultar completamente erróneos, sobre todo si la tarea es de las que se demora en aprender, aunque evidentemente hay trabajos que se aprenden muy rápidamente.

El ideal sería poder estudiar cualquier trabajo con la seguridad de que todas las personas que lo hacen están debidamente calificadas, pero en la práctica es mucho esperar. Tal vez no se pueda siquiera decir que una sola de ellas es absolutamente competente para hacerlo, aunque con el tiempo se pueda remediar la situación gracias a la formación. O bien puede haber trabajadores que dominen su oficio, pero sean tan pocos que no se los pueda considerar como promedios o como representativos de su grupo. El trabajador representativo es el que tiene una destreza y desempeño que corresponden al promedio del grupo estudiado: no es necesariamente un trabajador calificado.

[1] W. D. Seymour: *Industrial training for manual operations* (Londres, Pitman, 1966).

Claro está que, si el grupo está formado total o casi totalmente por trabajadores calificados, habrá uno o varios que, además de ser calificados, se puedan considerar como representativos. El concepto de «tiempo tipo», en esencia, corresponde al tiempo que debería tardar normalmente en hacer la tarea u operación un trabajador calificado medio que proceda como acostumbra hacerlo, pero con suficiente motivación para querer cumplir su cometido. En teoría, por lo tanto, el especialista en estudio del trabajo debería empezar por buscar al trabajador calificado medio. En la práctica no es tan fácil como parece, y vale la pena detenerse a examinar lo que significa el «promedio» en este contexto.

2. El trabajador «promedio»

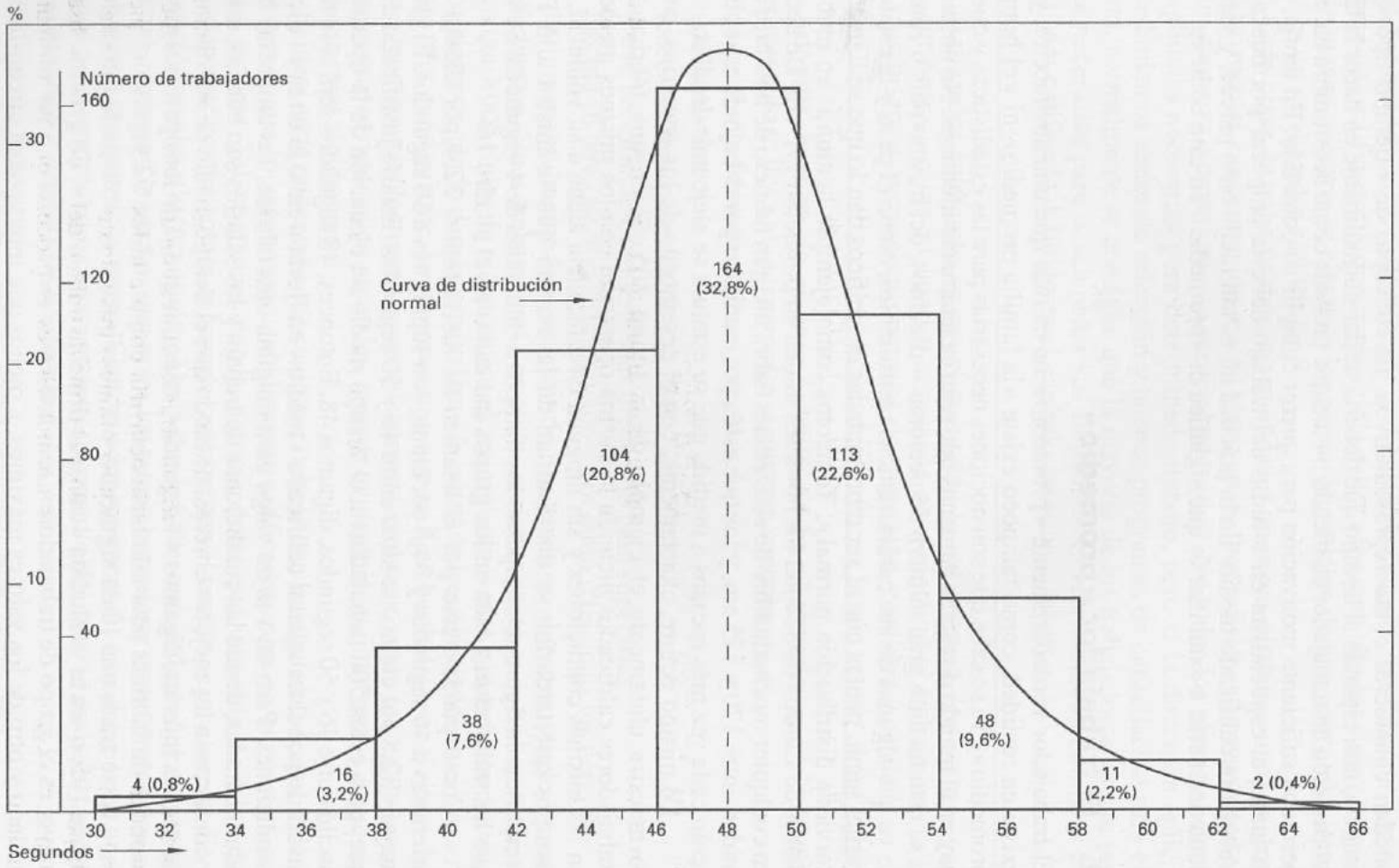
El trabajador verdaderamente «promedio» no es más que una abstracción y no existe en realidad, como tampoco existe «la familia promedio» ni «el hombre promedio». Ya se sabe que son nociones necesarias para las estadísticas y que no hay en el mundo dos seres humanos que sean exactamente idénticos. No obstante, si se estudia a un gran número de personas – digamos, del mismo país o zona –, se ve que algunas de sus características mensurables, como el peso y la estatura, varían según pautas que al ser representadas en gráficos dan lo que se llama «la curva de distribución normal». Tomemos como ejemplo la altura: en muchos países de Europa occidental los hombres miden en promedio 172 cm. De hecho, en cualquier muchedumbre de esos países habrá un gran número de hombres que midan entre 170 y 175 cm, y los que estén por encima o por debajo de esas cifras serán cada vez más escasos a medida que su estatura se aleje más de ellas.

Lo mismo ocurre, exactamente, con el desempeño de los operarios, como lo muestra claramente el ejemplo de la figura 105. Si en una fábrica 500 trabajadores calificados hicieran la misma operación con los mismos métodos, en las mismas condiciones y sin ninguna circunstancia ajena a su voluntad, los tiempos que tardarían se distribuirían de la manera que se ilustra allí. Para simplificar la figura se agruparon los tiempos a intervalos de 4 segundos. Se verá que los trabajadores caen en los grupos indicados en el cuadro 16.

Como puede verse por el examen de los tiempos, 32,4 por ciento son inferiores a 46 segundos y 34,8 por ciento son superiores a 50 segundos. El grupo mayor (32,8 por ciento) se sitúa entre 46 y 50 segundos. Estaría justificado decir que, para estos 500 trabajadores, el tiempo medio de ejecución de la operación osciló entre 46 y 50 segundos, digamos 48. Entonces, 48 segundos será el tiempo invertido por el trabajador calificado «medio» en llevar a cabo la tarea en dichas condiciones. Pero tal vez no valga para ninguna otra fábrica: las empresas bien administradas, donde las condiciones de trabajo y los salarios son buenos, atraen y conservan a los mejores obreros, de modo que el tiempo medio de sus operarios tal vez sea inferior, digamos 44 segundos, mientras que el de los operarios menos expertos de fábricas peor administradas será mayor, tal vez 52 segundos.

Si se traza una línea siguiendo esa distribución se obtiene la curva de la figura 105, o sea la ya aludida «curva de distribución normal». En general, cuanto mayor es el grupo de trabajadores, más tendencia tiene la curva a ser simétrica a un lado y otro de los valores máximos, a menos que intervengan circunstancias

Figura 105. Distribución de tiempos invertidos por los trabajadores en ejecutar determinada tarea



Cuadro 16. Ejemplo de distribución de tiempos de ejecución

Grupo de tiempos (segundos)	Número de trabajadores (de un total de 500)	Porcentaje	
30-34	4	0,8	
34-38	16	3,2	*32,4*
38-42	38	7,6	
42-46	104	20,8	
46-50	164	32,8	*32,8*
50-54	113	22,6	
54-58	48	9,6	*34,8*
58-62	11	2,2	
62-66	2	0,4	
	500	100,0	*100,0*

especiales. Por ejemplo: si se traslada a otra parte a los trabajadores más lentos disminuirá el segmento de curva del lado derecho, puesto que habrá menos trabajadores que marquen tiempos largos.

3. Ritmo tipo y desempeño tipo

En el capítulo 18 se dijo que la medición del trabajo (y por tanto, el estudio de tiempos) se utiliza principalmente para fijar tiempos tipo a las diversas tareas de la empresa, con propósitos diversos tales como planificación, cálculo de costos o sistemas de primas. Es evidente que esos tiempos tipo, para tener alguna utilidad, deben estar al alcance de la mayoría de los trabajadores de la empresa: de nada serviría fijarlos a un nivel que sólo los mejores obreros puedan alcanzar, puesto que nunca se cumplirían los programas o cálculos basados en ellos, ni tampoco a niveles «cómodos» hasta para los más lentos, puesto que bajaría el rendimiento de la empresa.

¿Cómo se llega a esos niveles razonables empleando el estudio de tiempos?

Ya dijimos que, en lo posible, se debería estudiar a trabajadores calificados. Si fuera posible observar los tiempos de 500 obreros calificados dedicados a la misma operación y representarlos después en un gráfico como el de la figura 105, se obtendría un tiempo medio fidedigno, pero desgraciadamente casi nunca es factible. No siempre se puede cronometrar una tarea con un trabajador calificado promedio, y aunque se pudiera, le ocurriría como a todos los hombres, que no trabajan igual día tras día y ni siquiera minuto tras minuto. El analista tiene que disponer de algún medio para evaluar el ritmo de trabajo del operario que observa y situarlo con relación al ritmo normal. Ese es el proceso que denominamos **valoración del ritmo.**

> Valorar el ritmo de trabajo es justipreciarlo por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo tipo.

Por definición, valorar el ritmo es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que uno se ha formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde y se les ha dado motivo para querer aplicarse. Ese será, pues, el **ritmo tipo**, al que se atribuirá el valor 100 en la escala de valoración recomendada en la sección 7 de este mismo capítulo. Se supone entonces que un trabajador que mantenga el ritmo tipo y descanse de modo apropiado tendrá un **desempeño tipo** durante la jornada o el turno.

> Desempeño tipo es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse. A ese desempeño corresponde el valor 100 en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño.

El ritmo tipo más comúnmente aceptado en los Estados Unidos y el Reino Unido equivale a la velocidad de movimiento de las extremidades de un hombre de físico corriente que camine sin carga en terreno llano y en línea recta a 6,4 kilómetros por hora. Viene a ser un buen paso enérgico, que cualquier hombre de buen físico y acostumbrado a la marcha debiera en principio poder sostener, a condición de detenerse cada tanto. Se eligió como pauta en base a una larga experiencia por considerarse que constituiría un buen índice del ritmo de trabajo al cual un trabajador calificado promedio, dispuesto a esmerarse, podría ganar primas apreciables sin riesgo de tener que soportar esfuerzos desmedidos perjudiciales para su salud, aunque mantuviera ese ritmo durante un período prolongado. (Un dato ilustrativo: el hombre que camina a 6,4 kilómetros por hora da la impresión de tener un propósito o destino preciso; no se pasea, pero tampoco se apresura. Las personas que se dan prisa, por ejemplo para no perder el autobús, a menudo llegan a un paso mucho más acelerado antes de echar a correr, pero no mantendrían con gusto esa velocidad mucho tiempo.)

Es de notar, sin embargo, que ese «paso normal» vale para los europeos y para los norteamericanos que trabajan en climas templados, pero quizá no se lo pueda considerar «normal» en otras partes del mundo. En realidad, tratándose de trabajadores de físico adecuado, debidamente alimentados, totalmente calificados y suficientemente motivados, no hay mayores razones para pensar que se deban aplicar normas distintas de velocidad en lugares diferentes, aunque sí hay que esperarse a que varíen ampliamente según las condiciones reinantes los períodos durante los cuales los trabajadores pueden mantener en promedio el ritmo tipo. En el peor de los casos, sin embargo, el ritmo tipo recién explicado puede servir

de base teórica de comparación con los resultados de otras partes del mundo, para determinar si hay que hacer reajustes. Otro modelo aceptado de ritmo tipo es el que se debe seguir para repartir los 52 naipes de la baraja en 0,375 minutos.

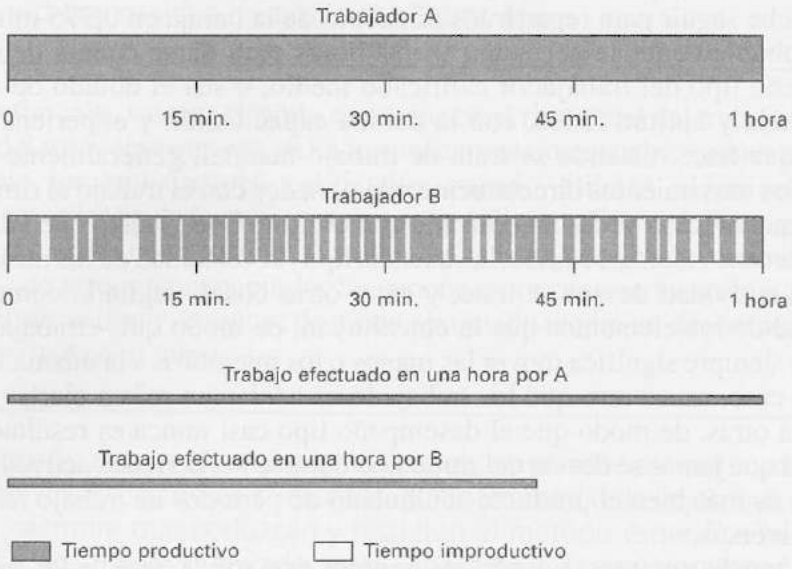
Probablemente se necesiten varias horas para darse cuenta de cuál es el desempeño tipo del trabajador calificado medio, o sea el dotado de suficiente inteligencia y aptitud física, con la debida capacitación y experiencia para el trabajo que hace. Cuando se trata de trabajo manual, generalmente cada uno efectúa los movimientos directamente relacionados con el trabajo al ritmo natural propio, que muchas veces no coincide con el ritmo tipo, puesto que varía de una persona a otra. Además, cambia la cadencia tipo (la velocidad de los movimientos) según la actividad de que se trate, y entre otras cosas, según la complejidad o dificultad de los elementos que la constituyan, de modo que «trabajar al ritmo tipo» no siempre significa mover las manos o los miembros a la misma velocidad. En todo caso, no es raro que los trabajadores adelanten más a ciertas horas del día que a otras, de modo que el desempeño tipo casi nunca es resultado de una actividad que jamás se desvía del ritmo tipo durante los períodos activos del turno, sino que es más bien el producto acumulado de períodos de trabajo realizados a ritmos diversos.

En muchas empresas donde los tiempos tipo son la base de los salarios por rendimiento, los contratos colectivos estipulan que esos tiempos se fijarán de tal modo que el obrero calificado representativo o promedio pueda ganar entre 20 y 35 por ciento más que la tasa horaria cuando alcanza el desempeño o el rendimiento tipo. Si el obrero no tiene una meta que proponerse ni un incentivo para querer que le cunda el trabajo, probablemente se deje llevar no sólo a desperdiciar tiempo a sabiendas, sino a tolerar la aparición de instantes improductivos (a menudo segundos o fracciones de segundo) entre los elementos de la operación o dentro de ellos. Y así, al cabo de una hora u hora y media su rendimiento descenderá por debajo del nivel tipo. Si, al contrario, se le da un aliciente para que desee superarse, eliminará esos instantes improductivos y se acortarán los intervalos entre movimientos productivos. Incluso es posible que cambie de manera de moverse[2]. El efecto de los tiempos improductivos sobre el resultado del trabajo puede ilustrarse en un diagrama (figura 106) que muestra claramente la utilidad de aplicar incentivos.

Para comprender lo que ocurre basta observar a un tornero que deba calibrar de cuando en cuando la pieza que está trabajando. El calibrador está en un cajón a su lado. Si no tiene particular motivo para darse prisa, quizá gire todo el torso cada vez que recoja el calibrador, vuelva a enderezarse, calibre la pieza, gire de nuevo para depositar el calibrador y se enderece, siempre a la cadencia que le es natural. En cuanto tenga motivo para acelerar el trabajo, en vez de girar el torso íntegro estirará simplemente el brazo, tal vez echando una ojeada para ver el lugar exacto del calibrador, lo recogerá, lo utilizará y lo pondrá de vuelta en su sitio moviendo únicamente el brazo y sin molestarse siquiera en mirar. En ninguno de los dos casos hay una pausa deliberada, pero en el último se eliminan algunos movimientos innecesarios, o sea movimientos que no hacen adelantar la operación.

[2] Las investigaciones llevadas a cabo con la dirección del profesor T. U. Matthew, de la Universidad de Birmingham (Reino Unido), confirmaban lo antedicho.

Figura 106. Efecto del tiempo improductivo sobre el desempeño



Cuando se aplica a todo un taller o fábrica, por ejemplo a los 500 trabajadores de la figura 105, un sistema de remuneración por rendimiento, el efecto se asemeja al ilustrado en la figura 107.

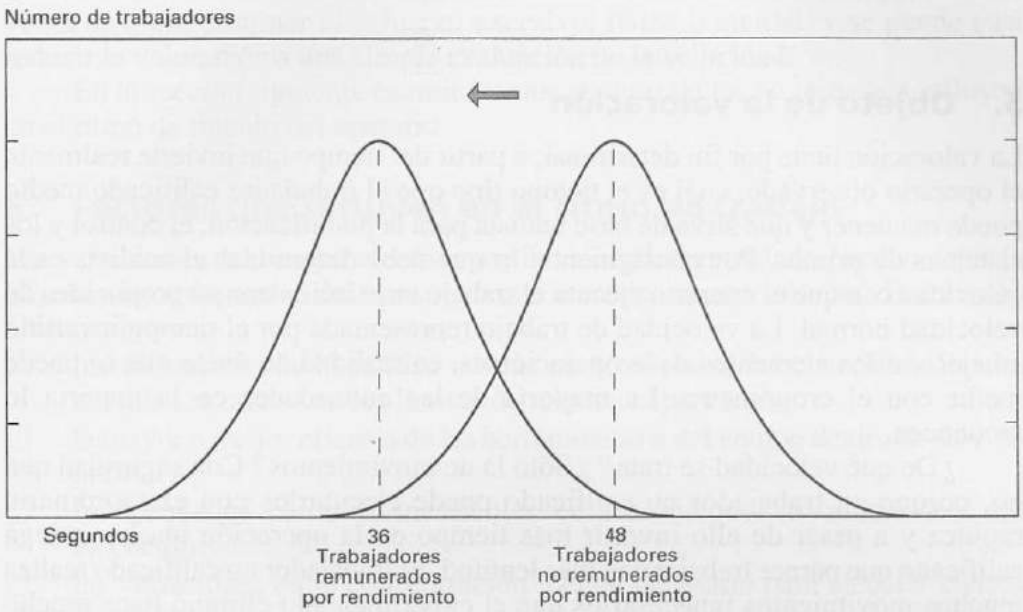
El estímulo de una remuneración proporcional al rendimiento no hará que el operario inexperto o lento trabaje tan de prisa ni tan bien como el experto o el rápido por naturaleza, pero si todos en el taller trabajan con arreglo a un sistema de primas bien concebido y las demás condiciones siguen siendo las mismas, el resultado será que todos trabajarán con mayor constancia. Desaparecerán los cortos períodos de tiempo improductivo mencionados y se reducirá el tiempo medio general del trabajo. (Tal vez sea ésta una simplificación excesiva, pero es válida a título de ejemplo.) La curva de distribución normal de la figura 105 se dirigirá hacia la izquierda, aunque más o menos con la misma forma. Esto puede verse claramente en la figura 107, donde el máximo de la curva (tiempo medio) se sitúa en 36 segundos, y no en 48, lo que representa una reducción de 25 por ciento.

Ahora bien, aunque el ritmo tipo de trabajo sea el que da naturalmente a sus movimientos el obrero calificado medio cuando tiene motivo para concentrarse en su trabajo, es desde luego posible, y hasta normal, que supere ese ritmo si así lo quiere, del mismo modo que un adulto, si quiere, puede andar a más de 7 kilómetros por hora. Los operarios, por momentos sobrepasan el ritmo tipo y por momentos no llegan a alcanzarlo. El «desempeño tipo» se logra trabajando durante el turno a velocidades que dan en promedio el ritmo tipo.

4. Comparar el ritmo observado con el ritmo tipo

¿Cómo es posible comparar con exactitud el ritmo del trabajo observado con la norma teórica? Con mucha práctica.

Figura 107. Efecto del salario por rendimiento sobre el tiempo de ejecución de una operación



Volviendo a la comparación del hombre que anda a pie, la mayoría de quienes lo ven caminar podrían evaluar su velocidad. Probablemente empezarían por clasificar el género de paso en lento, regular o rápido. Con un poco de práctica podrían decir: «Camina a unos 5 kilómetros por hora; a unos 6 kilómetros por hora; a unos 8 kilómetros por hora». Una persona de inteligencia normal que se dedicara a observar a varios hombres caminando a velocidades distintas podría decir: «Ese camina a 4 kilómetros por hora, aquél a 7 kilómetros por hora», y acertaría con bastante aproximación. Pero para lograr esa precisión tendría que tener una idea de determinada velocidad con la cual comparar la velocidad que observa.

Eso es precisamente lo que hace el analista para valorar; pero como las operaciones que observa son mucho más complejas que el acto sencillo de caminar sin carga alguna, le llevará mucho más tiempo adiestrarse. La evaluación de la marcha a pie sólo se utiliza para formar al analista en las primeras fases de su instrucción y poco se parece a la mayoría de las tareas que es preciso evaluar. Se ha comprobado que más vale utilizar películas o demostraciones de operaciones industriales reales.

La confianza en la exactitud de las propias valoraciones se adquiere únicamente después de larga experiencia y práctica en operaciones de muchas clases, y esa confianza es esencial para el especialista en estudio del trabajo. Es posible que deba justificar sus valores cuando discuta con la dirección, con los capataces o con los representantes de los trabajadores, y si le falta seguridad, pronto perderá la confianza de los demás en sus aptitudes, en cuyo caso más le valdría abandonar la profesión. Por eso, entre otras cosas, si bien los novatos pueden emprender el estudio de métodos tras un período de formación relativamente breve, nunca deberán arriesgarse a fijar tiempos tipo, salvo bajo la

dirección de un experto, particularmente si esos tiempos han de utilizarse para establecer sistemas de primas.

5. Objeto de la valoración

La valoración tiene por fin determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base realista para la planificación, el control y los sistemas de primas. Por consiguiente, lo que debe determinar el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. La velocidad de trabajo representada por el tiempo invertido en ejecutar los elementos de la operación es, en realidad, lo único que se puede medir con el cronómetro. La mayoría de las autoridades en la materia lo reconocen.

¿De qué velocidad se trata? ¿Sólo la de movimientos? Con seguridad que no, porque un trabajador no calificado puede ejecutarlos con extraordinaria rapidez y a pesar de ello invertir más tiempo en la operación que su colega calificado que parece trabajar con más lentitud. El trabajador no calificado realiza muchos movimientos innecesarios que el experimentado eliminó hace mucho tiempo. Lo único que importa es la velocidad útil de la operación, y sólo se logra valorarla cuando se conocen a fondo, por experiencia, las operaciones que se observan. Es muy fácil que el observador inexperto crea erróneamente que el operario está rindiendo mucho porque hace muchos movimientos con gran rapidez, o bien que no valore el ritmo de trabajo del operario experto, que actúa en apariencia con lentitud, pero ahorrando movimientos.

Un aspecto del estudio de tiempos del que mucho se habla es la valoración del esfuerzo. ¿Debe valorarse?; y en caso afirmativo, ¿cómo? Este problema surge tan pronto hay que evaluar tareas que no sean del estilo que exige poco esfuerzo muscular. El esfuerzo es muy difícil de valorar, y cuando el obrero comienza a desplegarlo, lo único que se puede medir es el cambio de velocidad.

La intensidad del esfuerzo requerido por la tarea y el grado de dificultad son cuestiones de criterio que deberán determinarse gracias a la experiencia que se tenga de esa clase de trabajo. Por ejemplo, si un trabajador tiene que levantar un molde muy pesado de la mesa en que fue llenado para transportarlo al otro extremo del taller y depositarlo en tierra junto al cazo de colada, sólo la experiencia del observador podrá decir si el obrero ejecuta la tarea a velocidad normal, baja o elevada. Es sumamente difícil que quien no haya estudiado nunca operaciones que requieren transportar grandes pesos pueda evaluar acertadamente una operación de esta clase la primera vez que la observa.

Las operaciones que exigen una **actividad mental** son las más difíciles de valorar (por ejemplo, el control del acabado), y no se evalúan bien sin una larga experiencia previa del trabajo de que se trate. Los analistas inexpertos se exponen tanto a quedar en ridículo como a ser injustos con el trabajador concienzudo y superior a lo normal.

En toda tarea, la velocidad de ejecución se tasa por comparación con el concepto que uno tiene de la velocidad normal para ese trabajo. De ahí que sea

tan indispensable efectuar un estudio de métodos adecuado antes de intentar fijar tiempos tipo: así se llega a comprender bien la naturaleza del trabajo, muchas veces se logra eliminar el esfuerzo excesivo, físico o mental, y se puede casi reducir la valoración a una simple evaluación de la velocidad.

En la sección siguiente examinaremos algunos de los factores que influyen en el ritmo de trabajo del operario.

6. Factores que influyen en el ritmo de trabajo

Las variaciones del tiempo efectivo que lleva un elemento dado pueden deberse a factores que dependan del operario o que sean ajenos a su voluntad. Entre estos últimos figuran:

- ☐ las variaciones de la calidad u otras características del material utilizado, aunque sea dentro de los límites de tolerancia previstos;
- ☐ la mayor o menor eficacia de las herramientas o del equipo dentro de su vida normal;
- ☐ los pequeños cambios inevitables en los métodos o condiciones de ejecución;
- ☐ las variaciones en la concentración mental necesaria para ejecutar ciertos elementos;
- ☐ los cambios de clima y otros factores del medio ambiente, como luz, temperatura, etc.

Estas variaciones pueden neutralizarse haciendo suficientes estudios como para obtener una muestra de tiempos representativa.

Los factores que dependen del operario pueden ser:

- ☐ las variaciones aceptables de la calidad del producto;
- ☐ las variaciones debidas a su pericia;
- ☐ las variaciones debidas a su estado de ánimo, particularmente respecto de su empresa.

Los factores que dependen del operario pueden influir sobre los tiempos de elementos de trabajo análogos al modificar:

- ☐ el esquema de sus movimientos;
- ☐ su ritmo de trabajo;
- ☐ uno y otro, en proporciones variables.

Por tanto, el analista deberá tener una idea clara del esquema de movimientos que seguirá un trabajador calificado y de las maneras en que se pueda cambiar para adaptarlo a las situaciones que se presenten al trabajador. Cuando haya gestos muy repetidos que deban hacerse durante períodos largos, la tarea deberá estudiarse en detalle, utilizando técnicas minuciosas de estudio de métodos, y habrá que enseñar a fondo a los obreros cuáles son los esquemas de movimientos mejores para cada elemento.

El ritmo óptimo de cada operario depende:

- ☐ del esfuerzo físico que exija el trabajo;
- ☐ del cuidado con que deba hacerlo;
- ☐ de su formación y experiencia.

Un esfuerzo físico mayor hará más lento el ritmo de trabajo. También influirá la facilidad con que se realice el esfuerzo. Por ejemplo, si las condiciones no permiten al operario emplear su fuerza en la postura más cómoda, adelantará menos que haciendo el mismo esfuerzo sin molestias. (Por ejemplo, si empuja un automóvil pasando una mano por la ventanilla para sujetar el volante o si lo empuja directamente desde atrás.) Es importante no confundir la lentitud causada por la fatiga con la debida al esfuerzo.

Tratándose de un elemento en que el trabajador soporta un gran peso y debe, por tanto, desplegar un intenso esfuerzo físico en su transcurso, no es probable que se aparte del ritmo natural suyo más cómodo. En esas circunstancias, la valoración puede resultar superflua: tal vez baste sacar el promedio de los tiempos efectivamente invertidos durante un número suficiente de observaciones. Es lo que se comprobó entre los trabajadores de una obra de excavación que estudió la OIT en la India. Los trabajadores – hombres, mujeres y menores – llevaban en canastos sobre la cabeza hasta 38 kilogramos de tierra. Con 38 kilogramos encima nadie anda como de paseo. Todos ansían llegar a destino y deshacerse de la carga, de modo que recorren el trayecto al mejor ritmo que pueden alcanzar sin forzarse. Dan pasitos muy cortos y muy rápidos, como si fueran a echar a correr en cualquier momento. De hecho, se comprobó con cronómetro que el trayecto con carga llevaba mucho más tiempo que el regreso sin carga realizado a un paso aparentemente más sosegado, de modo que un observador sin experiencia del esfuerzo que suponía la ida se hubiera equivocado al fijar los valores. En realidad, no había necesidad de valorar el recorrido con carga, salvo cuando surgían contingencias. Del mismo modo, se dan en las fábricas elementos con pesadas cargas, como llevar sacos, levantarlos o echarlos encima de una pila, y lo más probable es que el trabajador ejecute cada operación a la cadencia natural más rápida que pueda.

El ritmo también decae cuando es preciso poner mayor cuidado que antes, por ejemplo, cuando hay que meter en una serie de agujeros no ya tacos puntiagudos, sino cuadrangulares.

El analista tiene asimismo que aprender a notar y a rectificar cualquier indicio de chapuza o vacilación por parte del trabajador. Si éste posee aptitudes naturales y destreza, con formación y experiencia dejará de introducir pequeñas variaciones de método (chapuza) y de añadir el elemento superfluo «reflexionar» (titubeo). Cuando las variaciones son ínfimas la solución es atribuir un valor más bajo al ritmo, pero la chapuza y el titubeo suelen denotar que el obrero necesita más formación.

Hay que tener cuidado de no atribuir valores demasiado altos cuando:

- ☐ el trabajador está preocupado o parece apurado;
- ☐ el trabajador pone a todas luces exagerado esmero;
- ☐ la tarea da la impresión de ser difícil;
- ☐ el propio analista está trabajando muy a prisa, como cuando registra los tiempos de elementos muy breves.

A la inversa, se corre el peligro de pecar por defecto cuando:

- ☐ el trabajador hace pensar que la tarea es fácil;
- ☐ el trabajador tiene movimientos armoniosos y rítmicos;

- ☐ el trabajador no se detiene para pensar cuando el analista lo preveía;
- ☐ el trabajador realiza trabajo manual pesado;
- ☐ el propio analista está cansado.

Todos estos factores deben tenerse en cuenta. Pero la valoración se simplifica muchísimo si antes se ha efectuado un buen estudio de métodos que haya permitido reducir al mínimo las actividades que exigen capacidades o esfuerzos especiales. Cuanto más sencillo sea el método, menos habrá que «tasar» el factor capacidad y más se concretará la valoración a una simple apreciación de la velocidad.

7. Escalas de valoración

Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo hace falta una escala numérica que sirva de metro para calcularlos. La valoración se puede utilizar entonces como factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, o sea el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo tipo el trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse.

Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero las más corrientes son la 100-133, la 60-80, la 75-100 y la norma británica 0-100, que es la empleada en esta obra y viene a ser una variante de la 75-100.

En el cuadro 17 se ilustran diversos ejemplos de ritmo de trabajo expresados en función de esas escalas.

En las escalas 60-80, 75-100 y 100-133, el valor más bajo se atribuyó en cada caso al ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, y el más elevado, que es siempre superior en un tercio, al que hemos llamado «ritmo tipo», o sea el del obrero calificado debidamente motivado para aplicarse en su trabajo, por ejemplo gracias a un sistema de remuneración por rendimiento. Se había supuesto que los trabajadores remunerados por rendimiento efectúan en promedio una tercera parte más de trabajo que los demás. Esta hipótesis ha sido confirmada de sobra por la experiencia práctica de muchos años, pero no tiene mayor importancia para construir una escala de valoración. Todas las escalas son lineales, y por tanto no se necesita señalar un punto intermedio entre el cero y la cifra que haya de representar al ritmo tipo, tal como ha quedado definido. Sea cual sea la escala empleada, los tiempos tipo que se obtengan deberían ser equivalentes, puesto que el trabajo en sí no cambia aunque se utilicen distintas escalas para valorar el ritmo a que se lleva a cabo.

Sin embargo, la escala más reciente 0-100 tiene ciertas ventajas importantes que la han hecho adoptar como norma británica. También se recomienda a los lectores de esta obra. Además, es la que se usa en todos los ejemplos que siguen. En dicha escala, 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del obrero calificado motivado, es decir, el ritmo tipo.

Cuadro 17. Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable[1]	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	**50**	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	**75**	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	**100 (Ritmo tipo)**	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	**125**	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	**150**	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

[1] Partiendo del supuesto de un operario de estatura y facultades físicas medias, sin carga, que camine en línea recta, por terreno llano y sin obstáculos.

Fuente: Adaptación de un cuadro publicado por la Engineering and Allied Employers (West of England) Association, Department of Work Study.

8. Cómo se efectúa la valoración

La cifra 100 representa el desempeño tipo. Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicará un factor inferior a 100, digamos 90 o 75 o lo que le parezca representar

la realidad. Si, en cambio, opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, aplicará un factor superior a 100: 110, 115 o 120, por ejemplo.

Es costumbre redondear los valores al múltiplo de 5 más próximo, es decir, que si se juzga que el ritmo es superior en 13 por ciento al ritmo tipo, se anota la cifra 115. Por lo demás, no es probable que los analistas, durante las primeras semanas de formación, puedan valorar con una aproximación menor que la decena.

Si la valoración fuese siempre impecable, por muchas veces que se valorara y cronometrara un elemento el resultado sería invariablemente que:

Tiempo observado × Valor atribuido = Constante

a condición de que el elemento sea del género que llamamos constante en la sección 6 del capítulo anterior y que se efectúe siempre de la misma manera.

Expresada en números, esa fórmula podría presentarse así:

Ciclo	*Tiempo observado (minutos decimales)*		*Valor atribuido*		*Constante*
1	0,20	×	100	=	0,20
2	0,16	×	125	=	0,20
3	0,25	×	80	=	0,20

y así sucesivamente.

Quizá parezca curioso que en este ejemplo el producto de 0,20 × 100 sea 0,20 y no 20. Lo que pasa es que la valoración del ritmo nunca da un valor absoluto, sino un valor relativo fijado por comparación con el valor tipo (100), de modo que, al calcular el tiempo corregido, el valor atribuido es el numerador de una fracción en que el denominador es el valor tipo. Cuando este último es 100, la fracción viene a ser un porcentaje, que al ser multiplicado por el tiempo observado da la constante que llamamos «tiempo básico [del elemento estudiado]».

$$\text{Tiempo observado} \times \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} = \text{Tiempo básico}$$

Por ejemplo:

$$0,16 \text{ min.} \times \frac{125}{100} = 0,20 \text{ min.}$$

Este tiempo básico (0,20 minutos en el ejemplo) representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el elemento (a juicio del observador) si el operario trabajara al ritmo tipo en vez de hacerlo a la velocidad mayor observada de hecho.

Si se estimara que el operario trabaja más despacio de lo normal, se obtendría entonces un tiempo básico inferior al observado, por ejemplo:

$$0,25 \text{ min.} \times \frac{80}{100} = 0,20 \text{ min.}$$

En la práctica, el producto «Tiempo observado × Valor atribuido» muy rara vez es exactamente constante a lo largo de muchos cronometrajes, por diversas razones, tales como:

- ☐ variaciones en el contenido de trabajo del elemento;
- ☐ inexactitudes en la anotación y registro de los tiempos observados;
- ☐ inexactitudes de valoración;
- ☐ variaciones debidas a que los valores se redondean.

9. Cómo se anota la valoración

Hemos examinado la teoría de la valoración con algún detenimiento y podemos emprender ahora un estudio completo.

En general, el ritmo de cada elemento deberá valorarse durante la ejecución del trabajo, antes de registrar el tiempo y sin tener en cuenta los elementos anteriores o posteriores. Tampoco se contará el aspecto fatiga, ya que el suplemento para recuperar fuerzas se evaluará después por separado (véase capítulo 23).

Esa fragmentación tal vez sea difícil si los elementos y ciclos son muy cortos, pero si el trabajo es de repetición se puede valorar el ciclo o incluso el proceso íntegro, como está previsto en el formulario para ciclo breve de la figura 100 (capítulo 20).

Es de suma importancia efectuar la valoración cuando se está ejecutando el elemento y anotarla antes de cronometrar, pues de lo contrario se corre el gran peligro de que los tiempos y valoraciones anteriores del mismo elemento influyan en la apreciación. Por eso, la columna de la «valoración» en el formulario de las figuras 98 y 99 está a la izquierda de la destinada al «cronometraje». Tal vez sea una ventaja más del método de cronometraje acumulativo que el tiempo del elemento no aparezca como valor individualizado hasta más tarde, cuando se hayan hecho las restas en la oficina, porque podría influir en la valoración o tentaría al observador para «valorar por el cronómetro».

Como valorar un elemento significa calcular el ritmo promedio de ejecución de ese elemento, cuanto más largo sea éste, más difícil le será al analista formarse una idea de ese promedio. Es éste un poderoso argumento para cortar el ciclo en elementos breves, a reserva de las condiciones que se mencionan en el capítulo 21. Cuando inevitablemente sean largos, aunque se cronometren sin interrupción de «corte» a «corte», se deberían valorar cada medio minuto.

Se ha comprobado que redondeando los valores a cero o cinco se obtiene suficiente exactitud en el resultado final, y sólo se la puede mejorar con un largo período de capacitación y práctica.

Volvamos ahora al formulario de las figuras 98 y 99. Hemos visto cómo se llenan dos columnas: «Valoración» (V.) y «Cronometraje» (C.), haciendo los dos asientos en el mismo renglón.

Se sigue cronometrando durante un número suficiente de ciclos, después de lo cual se deja el cronómetro en marcha hasta que se lo pueda comparar con el reloj con el que se lo había sincronizado, y entonces se puede mirar y anotar el tiempo transcurrido desde el final del cronometraje de la tarea en sí. El estudio se aproxima a su fin, y el especialista puede ya dedicarse a calcular el tiempo básico de cada elemento, fase que describiremos en el capítulo siguiente.

CAPITULO **23**

Estudio de tiempos: de los datos reunidos al tiempo tipo

1. Resumen del estudio

Hemos llegado a la fase en que el analista terminó sus observaciones en el taller y regresó a su oficina con los datos reunidos. Seguramente tendrá que hacer más estudios de la misma tarea u operación según la realizan otros obreros, pero por ahora veremos cómo aprovecha los datos que acaba de reunir y apunta los resultados en la hoja de análisis de los estudios que corresponde a la operación, y dejamos para más adelante la forma en que determina el tiempo tipo a partir de esos resultados.

Hasta ahora, todos los apuntes en el formulario de estudio de tiempos (figuras 98 y 99) fueron hechos con lápiz. Además de los datos previstos en el membrete, se habrán anotado, en primer lugar, el tiempo transcurrido entre la hora de comienzo y el primer cronometraje, y en último término, el lapso entre el final del cronometraje y la hora de regreso a la oficina, así como dos cantidades por cada cronometraje realizado: la valoración y la hora que marcaba el cronómetro. La valoración (columna V.) figurará con cantidades del orden de 95, 115, 80, 100, 75, 105, etc., aunque más vale que el analista se atenga a las decenas (80, 90, 100, etcétera) hasta que adquiera considerable experiencia. En la columna siguiente, encabezada por «C.», figurarán los minutos decimales que haya señalado el cronómetro. Como los cronometrajes se habrán hecho a intervalos de medio minuto o menos (puesto que los elementos de mayor duración se valoran y cronometran no sólo en los «cortes», sino además cada medio minuto), la mayoría de los asientos tendrán sólo dos cifras, y no habrá tres sino cuando se haya cumplido un minuto en el transcurso del elemento. Es costumbre no poner la coma de decimales, que sería un trazo más y en la práctica resulta superflua.

Supongamos que el analista estuvo pronto para empezar a las 2.15 del cronómetro: la hoja dirá 215. La cantidad siguiente puede ser 27: indica que habían pasado 2.27 minutos desde que el cronómetro fue puesto en marcha. Si después figuran 39, 51 y 307, ello significa que los apuntes se hicieron 2.39, 2.51 y 3.07 minutos después de la puesta en marcha. Las cantidades de dos y tres cifras se sucederán hasta que se cumplan diez minutos, cuando surgirá una cantidad de cuatro cifras. Los analistas suelen anotar entonces únicamente las dos o tres últimas cifras hasta que se cumplen otros diez minutos, o sea que sólo consignan las cuatro cifras para indicar el cambio de decena. El último apunte es la hora que señala el cronómetro cuando lo detienen. Ahí se puede llenar también el epígrafe «Término» del membrete. Es posible que en la primera columna haya quedado

algún blanco: quiere decir que hubo una demora o interrupción, que registró el cronómetro, pero que evidentemente no se podía valorar como ritmo de trabajo.

Se debería fijar como regla imperativa que nunca se borre uno de esos apuntes para escribir otro en su lugar. Alguna vez puede haber un error que salte a la vista y sea de una clase que se pueda rectificar sin echar por tierra el estudio, en cuyo caso se corregirá con tinta por encima de lo escrito a lápiz, de modo que conste que fue una enmienda hecha en la oficina y no en el propio lugar de observación. Si, en cambio, es un error que no se sabe a ciencia cierta cómo corregir, se debería hacer caso omiso de esa parte del estudio. Hasta es posible que haya que darlo por perdido y empezar de nuevo.

Para todas las inscripciones subsiguientes que se hagan en las hojas de estudio resulta muy práctico emplear tinta, o bien un lápiz de otro color. En muchos departamentos de estudio del trabajo es incluso obligatorio, porque nadie puede entonces confundir los apuntes basados en observaciones directas y los obtenidos en cálculos posteriores. Totalmente aparte de las ventajas de este método para el orden de las operaciones, también contribuye a inspirar a los trabajadores y sus representantes confianza en que no se permiten irregularidades en el desarrollo del estudio.

2. Preparación de la hoja de resumen del estudio

Como se verá dentro de poco, gran parte del trabajo preparatorio para llenar la hoja de resumen del estudio consiste en cálculos comunes y corrientes que puede hacer cualquier ayudante mientras el analista sigue adelantando otra cosa. Al principio, sin embargo, él mismo debería hacer todas las operaciones, hasta que conozca tan a fondo su encadenamiento que pueda no sólo indicar a su ayudante lo que debe hacer, sino también verificar los cálculos con facilidad y rapidez.

Ante todo se llenan los epígrafes del membrete de la hoja de resumen (figura 103), sacando en limpio con tinta los datos de la hoja de estudio. Restando la hora de comienzo de la hora de término se obtiene el tiempo transcurrido, que se anota. Cuando se ha utilizado el método acumulativo, el tiempo transcurrido debe lógicamente coincidir con la hora final indicada por el cronómetro, y si no coincide, hay un error que se debe descubrir en seguida. Mientras no se averigüe de nada sirve seguir adelante, puesto que una equivocación grave vicia todo el estudio y hay que empezar de nuevo. Descontando del tiempo transcurrido el tiempo total de punteo, es decir, la suma de los dos lapsos «antes» y «después» de los cronometrajes propiamente dichos, se obtiene el tiempo neto, que a su vez debería coincidir con la suma de todos los tiempos cronometrados, si se utilizó el método de vuelta a cero, o con la suma de todos los tiempos restados, si se empleó el sistema acumulativo.

En el primero de estos casos (vuelta a cero), antes de seguir se debería hacer la verificación sumando todos los tiempos registrados y cotejando el total con el tiempo neto. No es probable que coincidan exactamente, por razones ya explicadas, pero la discrepancia máxima tolerada por algunos especialistas para no desechar el estudio y empezar de nuevo es de ± 2 por ciento. En el segundo caso (método acumulativo) no se puede hacer la verificación hasta después de

haber extraído y totalizado los tiempos restados, y la comparación sirve entonces para verificar la exactitud de las restas. Huelga decir que se debe aclarar y rectificar cualquier error antes de emprender las operaciones de conversión.

En las columnas de la hoja de resumen, el analista enumera en orden, por frecuencia de aparición, todos los elementos repetitivos que observó, indicando al dorso de la hoja los «cortes» de separación de los elementos.

Algunos de esos elementos repetitivos quizá sean variables y deban, pues, ser tratados de otra manera que los constantes. Se apuntan entonces nuevamente, esta vez agrupados, debajo de la serie completa de elementos repetitivos. Después se anotan juntos, uno tras otro, los elementos casuales que se hayan observado, inclusive los debidos a circunstancias muy excepcionales, y por fin se enumeran los elementos extraños y el tiempo improductivo. Si todas las anotaciones fueron hechas debidamente, se habrá dejado constancia en la hoja de todo lo que se observó durante el estudio.

Anotación de las frecuencias

La etapa siguiente consiste en apuntar en la hoja, para cada elemento ya inscrito, la frecuencia con que se presentó. Los elementos repetitivos, por definición, se dan por lo menos una vez en cada ciclo de la operación, de modo que en su respectivo renglón se pondrá 1/1, 2/1, etc., según hayan aparecido una vez por ciclo, dos o cualquier otro número de veces. Los elementos casuales (por ejemplo, «afilar herramientas») pueden suceder sólo cada 10 o 50 ciclos, y entonces se anotaría 1/10, 1/50 o lo que corresponda. Esos datos van en la columna «F.».

Las frecuencias derivan normalmente de las observaciones efectuadas durante el estudio. Sin embargo, en el caso de elementos ocasionales que se presentan con largos intervalos, es posible que el estudio no se haya prolongado lo suficiente para abarcar una muestra representativa de estos elementos. Si bien puede considerarse éste como un fenómeno sin importancia desde el punto de vista de su incidencia en el tiempo normal que se calculará, ya que el tiempo de este elemento sólo constituye una ínfima fracción del tiempo total, no por ello deberá descuidarse. En efecto, si, al tomar conocimiento de un estudio, los trabajadores encuentran una frecuencia que, según su experiencia, es errónea, perderán confianza y podrán tomar este detalle como pretexto para cuestionar todo el estudio. Al tratarse de esos elementos, es necesario obtener la confirmación de la frecuencia solicitándola al jefe de taller o investigando en los archivos de la empresa. En el caso del elemento «reemplazar la herramienta», por ejemplo, deberá ser posible informarse sobre la cantidad de herramientas que salieron de depósito en un período dado y relacionar esta cantidad con la de los componentes producidos en el mismo período, lo cual permite determinar la frecuencia.

3. Conversión: cálculo del tiempo básico

El analista ha llenado los espacios del membrete de la hoja de resumen, enumerado los elementos, anotado las frecuencias y, en caso necesario, dibujado al dorso un plano claro del taller. (En ciertos casos, empleando una cámara fotográfica de revelado e impresión inmediatos puede economizar mucho tiempo

y dinero. Por lo general hay que tomar la fotografía incluyendo una sencilla escala graduada, por ejemplo, una varilla de sección cuadrada dividida en centímetros.) Para poder seguir con el resumen, el analista tiene que hacer ahora los cálculos, que se deben efectuar en el propio formulario de estudio de tiempos. Los resultados de esos cálculos se consignan en el mismo formulario, pero con tinta o con otro color de lápiz que las anotaciones hechas durante el estudio en el taller. Si se utiliza un tablero electrónico, se indicará el cálculo tal como se explica en la sección 6 de este capítulo.

Si el estudio se cronometró con vuelta a cero, se puede pasar inmediatamente a la conversión. Si se empleó en cambio el método acumulativo, hay que restar primero cada indicación del cronómetro de la siguiente, para obtener el tiempo observado de cada elemento. Esas cantidades merecen el nombre de «tiempos restados», más bien que de «tiempos observados», y se registran en la tercera columna de la hoja de estudio (T.R.). No obstante, como los tiempos restados obtenidos con el método acumulativo equivalen exactamente a los tiempos observados con el sistema de vuelta a cero, se utilizará sencillamente la expresión «tiempo observado» para referirse a unos y otros.

El paso siguiente consiste en convertir cada tiempo observado en tiempo básico, para apuntar el resultado en la columna «T.B.» de la hoja.

Tiempo básico es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo, o sea:

$$\frac{\text{Tiempo observado} \times \text{Valor del ritmo observado}}{\text{Valor del ritmo tipo}}$$

Conversión es el cálculo del tiempo básico a partir del tiempo observado.

En la figura 108 se ilustra lo que ocurre cuando se convierte en tiempo básico el tiempo observado de un elemento.

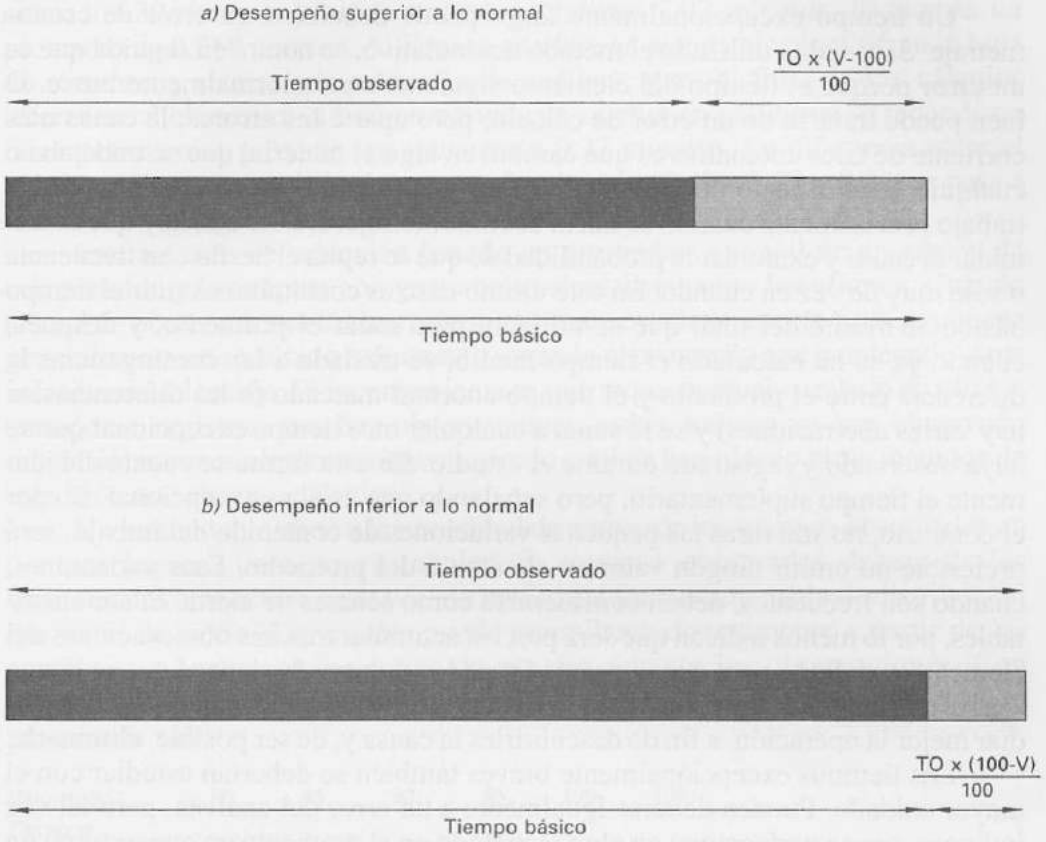
4. Tiempo seleccionado

El tiempo seleccionado es el que se elige por representativo de un grupo de tiempos correspondientes a un elemento o grupo de elementos. Puede tratarse de tiempos observados o básicos, que se designarán como tiempos observados seleccionados o tiempos básicos seleccionados.

Elementos constantes

En teoría, cada vez que se calcula el tiempo básico de un elemento constante se debería llegar al mismo resultado, pero en la práctica casi nunca es así, por las razones indicadas en el capítulo 21. Es preciso entonces seleccionar, entre todos

Figura 108. Efecto de la conversión sobre el tiempo de un elemento



los tiempos básicos anotados en las hojas de estudio, el que representará a cada elemento. Esa cantidad se anota en la hoja de resumen en el renglón del respectivo elemento, y más tarde se transcribe en la hoja de análisis de los estudios como resultado final del estudio, por lo menos en lo que respecta a dicho elemento.

Los cálculos necesarios para obtener el tiempo básico seleccionado se efectúan en la hoja de trabajo. Como se dijo en el capítulo 20, es muy corriente que se empleen simples hojas rayadas para hacer el análisis, o bien papel cuadriculado si hay elementos variables, pero sin necesidad de impresos especiales. Las hojas de trabajo ya escritas se prenden a las del estudio en sí y se archivan juntas. Recordemos que el empleo de pequeñas calculadoras o máquinas de cálculo puede ahorrar tiempo y aumentar la precisión.

Existen varios métodos para examinar y seleccionar el tiempo básico representativo de un elemento constante. Tal vez el más común, y a menudo el que más ventajas tiene, consiste en sacar el promedio de los tiempos correspondientes a ese elemento sumando todos los tiempos básicos calculados y dividiendo el total por el número de veces que se había registrado el elemento. Pero antes se acostumbra hacer la lista de todos esos tiempos básicos, para poder ver los que se apartan exageradamente de la gama normal, por exceso o por defecto. Son

«cifras aberrantes», cuyo origen debe estudiarse bien, para lo cual se las señala con un círculo alrededor.

Un tiempo excepcionalmente largo puede deberse a un error de cronometraje. Si se había utilizado el método acumulativo, se notará en seguida que es un error porque el tiempo del elemento siguiente será anormalmente breve. O bien puede tratarse de un error de cálculo, pero aparte los errores, la causa más corriente de tales anomalías es que cambió en algo el material que se trabajaba o cualquier otro aspecto del método seguido y aumentó por eso el contenido de trabajo precisamente cuando se hacía el cronometraje. De ser así, hay que determinar la causa y examinar la probabilidad de que se repita el hecho con frecuencia o sólo muy de vez en cuando. En este último caso es costumbre excluir el tiempo básico aberrante del total que se utilizará para sacar el promedio, y después, cuando ya se ha calculado el tiempo medio, se traslada a las contingencias la diferencia entre el promedio y el tiempo anormal marcado (o las diferencias, si hay varias aberraciones) y se la suma a cualquier otro tiempo excepcional que se haya observado y registrado durante el estudio. En esta forma se cuenta debidamente el tiempo suplementario, pero señalando que es algo excepcional. Si, por el contrario, no son raras las pequeñas variaciones de contenido del trabajo, será preferible no omitir ningún valor en el cálculo del promedio. Esas variaciones, cuando son frecuentes, deben considerarse como señales de alerta. Si son inevitables, por lo menos indican que será preciso acumular muchas observaciones del elemento estudiado para que el promedio de los tiempos básicos al que se llegue sea suficientemente representativo. Pero muy a menudo indican que se debe estudiar mejor la operación, a fin de descubrirles la causa y, de ser posible, eliminarla.

Los tiempos excepcionalmente breves también se deberían estudiar con el mayor cuidado. Pueden deberse igualmente a un error del analista, pero tal vez indiquen que se perfeccionó en algo el método en el momento en que se tomó un tiempo muy inferior al habitual. Si así fue, será prudente estudiar la tarea de nuevo, prestando muy especial y minuciosa atención a los métodos aplicados.

Todo lo que antecede vale mientras los tiempos excepcionales sean muy poco frecuentes o, si no, de poca monta. Las variaciones importantes y frecuentes son síntoma de que el elemento no es constante, sino variable, y debe entonces ser tratado como tal.

En un estudio de tiempos aplicado al control de la ejecución de un libro se distinguió el siguiente elemento: «Recoger el libro, controlar, inscribir visto bueno (corte: libro cerrado)». Este elemento se observó 31 veces, y se calcularon los siguientes minutos básicos:

Minutos básicos		
27	26	28
26	25	25
27	29	27
27	28	27
26	28	26
27	27	25
26	27	26
25	26	26
26	27	(49)
27	26	26
		28

Una cifra de este cuadro lleva un circulo: el tiempo básico de 0,49 minutos, obtenido cuando se recogió, examinó y rechazó un volumen defectuoso. Sin esa cifra, los 30 tiempos básicos restantes totalizan 7,97 minutos, lo que da un promedio de 0,266 por vez. Al llegar a esa fase se apunta el valor 266 en la hoja de resumen y se traslada a la hoja de análisis; pero al final de los cálculos referentes al elemento, el tiempo básico que se elija en definitiva se redondea a la centésima más próxima, en este caso a 0,27 minutos. La diferencia entre el valor que lleva el círculo y el tiempo seleccionado (0,49 – 0,27 = 0,22) se pasa a la lista de contingencias.

Este método de selección basado en promedios es fácil de enseñar y de comprender, y lo aceptan con gusto tanto el analista como los obreros. Cuando el total de observaciones hechas con un elemento es relativamente bajo, se obtiene generalmente un resultado más exacto sacando el promedio que empleando otros métodos de selección. El inconveniente es que requiere mucho trabajo de oficina cuando se registran muchas observaciones, sobre todo si se han observado muchísimas veces elementos breves, por lo cual se han ideado otros métodos de selección que ahorran cálculos.

Un método que ahorra la necesidad de convertir los tiempos observados en tiempos básicos consiste en tabular los tiempos observados debajo de las valoraciones efectuadas cada vez, de modo que formen una tabla de distribución por valor de ritmo. Ese cuadro puede compilarse directamente a partir de las anotaciones hechas en las hojas de estudio durante las observaciones. Con respecto al elemento del ejemplo recién citado, la tabla de distribución se presentaría así:

Valoración:	*80*	*85*	*90*	*95*	*100*	*105*	
Tiempos observados	31	32	30	28	28	27	
		31	30	30	27		
		30	30	27	27		
		31	26	28	26		
		31	27	27	27		
			28	26	28		
			29	29	27		
			29				
			29				
	31	155	258	195	190	27	Totales de tiempos observados
Tiempos básicos	**25**	**132**	**232**	**185**	**190**	**28**	**Total = 792**

Como se verá, se reprodujeron los 30 tiempos observados en que se había fundado el cálculo de los tiempos básicos, pero se omitió el tiempo que se destacaba por el círculo. Luego se sumaron los tiempos observados de cada columna y se convirtieron los totales, multiplicándolos por las respectivas valoraciones, para obtener los tiempos básicos (totales) que figuran en la última línea. El total general de todos esos tiempos básicos se eleva a 7,92 minutos, que al ser divididos por 30 (el número de observaciones) dan el tiempo básico seleccionado del elemento: 0,264 minutos. Es interesante comparar esta cantidad

con la de 0,266 minutos obtenida sacando el promedio de los tiempos básicos en sí.

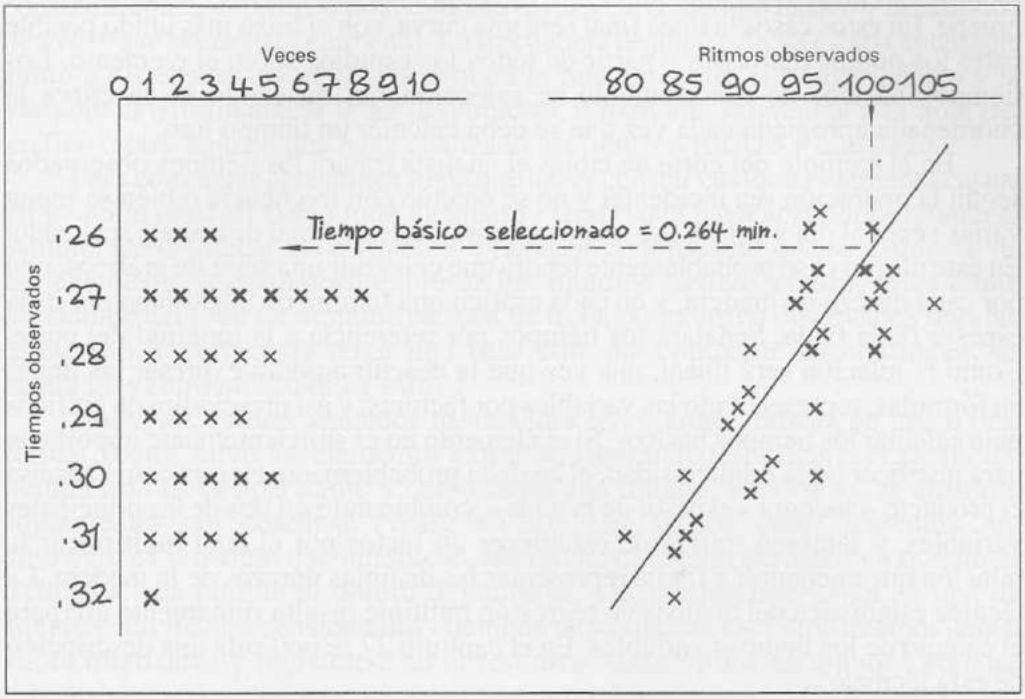
Existe otro método que ahorra igualmente la conversión de cada tiempo observado y según el cual la selección se hace con ayuda de un gráfico como el de la figura 109. El gráfico tiene dos secciones, y en cada una de ellas se hace cada vez un asiento, pero en forma de cruz o de punto. En la ordenada está la escala de tiempos observados para el elemento de que se trate, en este caso de 26 a 32. La escala horizontal que está arriba a la derecha del gráfico indica las valoraciones efectuadas, de 80 a 105. Para construir el gráfico, el analista va recorriendo los datos de su hoja de estudio y cada vez que aparece el elemento traza una cruz en el renglón del tiempo observado y otra cruz más en el mismo renglón, pero debajo de la valoración correspondiente, en el lado derecho del gráfico.

Una vez registradas las cruces, en el lado izquierdo del diagrama aparecerá la distribución por frecuencia de los tiempos observados. A la derecha se traza entonces la mejor recta entre los puntos señalados. Para encontrar el tiempo básico seleccionado del elemento se traza una vertical desde la abscisa 100 de las valoraciones, arriba a la derecha, hasta la diagonal que pasa entre las cruces, y se busca a la izquierda la coordenada que corresponde a esa intersección.

Es indispensable completar el gráfico de la parte izquierda para poder verificar si la distribución sigue el diseño normal. En caso contrario no debería utilizarse el método. Las distribuciones irregulares – desequilibradas, torcidas o con dos curvas – se deben considerar como señales de que el resultado no será fidedigno, por lo menos si no se perfecciona el método. Los diferentes patrones de distribución que se obtengan tienen cada uno su significado propio: variaciones diversas del trabajo en sí, de la cadencia del operario o del acierto del analista para valorarla, pero es preferible no intentar análisis complicados de ese tipo mientras no se posea mucha experiencia. Aquí ilustramos brevemente el método porque es típico de varios procedimientos en que se recurre a medios gráficos para seleccionar tiempos básicos representativos sin hacer cada vez la conversión. La mayoría de ellos son válidos únicamente cuando la distribución es normal o cuando se conoce a fondo el significado preciso de las posibles anomalías. Los métodos gráficos no son, pues, de aconsejar cuando no hay un perito que dirija su aplicación. Los otros dos sistemas expuestos bastan para todas las situaciones normales y tienen la ventaja de que los entienden mejor los trabajadores y sus representantes.

Antes de dejar el tema de los elementos constantes, quizá sea oportuno decir una palabra de lo comentado en el capítulo 22 a propósito de ciertos elementos manuales cumplidos por un trabajador sumamente cargado y que, por ello, probablemente los desempeñe a su cadencia natural óptima. Esos elementos son relativamente insólitos, pero cuando se dan, tal vez baste, para calcular el tiempo básico seleccionado, con sacar sencillamente el promedio de los tiempos observados, sin hacer la conversión. En ese caso, sin embargo, es indispensable efectuar antes un gran número de observaciones.

Figura 109. Método gráfico para seleccionar tiempos básicos



Elementos variables

Los elementos variables son más difíciles de analizar. Hay que averiguar por qué varía el tiempo básico, y muy a menudo es posible que se deban tener en cuenta varios factores a la vez. Veamos, por ejemplo, la operación de aserrar a mano unas tablas en trozos. El tiempo básico para cortarlas variará según la anchura de la tabla, que determina la longitud del corte, y también según su espesor y la dureza de la madera. Si hay que afilar la sierra, el corte llevará más tiempo, pero ahí se consideraría que se está empleando un método erróneo, de modo que se deberían descartar las observaciones realizadas mientras el aserrador utilizaba una herramienta desafilada.

Tratándose de elementos variables, lo primero que se hace casi siempre es convertir los tiempos observados en tiempos básicos. Estos se señalan en un papel cuadriculado frente a las variables conocidas. Así pues, en este caso, en vez de la hoja habitual de análisis de los estudios habrá una hoja de gráfico, que una vez llenada en la etapa de resumen del estudio se anexa frecuentemente a la hoja de análisis para continuar las anotaciones hechas a propósito de los elementos constantes.

Al construir el gráfico se elige en lo posible como variable la que al servir de coordenada lleve a una disposición de los tiempos básicos en línea más recta. A veces, cuando el análisis de la operación hace pensar que la variabilidad con el tiempo quizá no sea aritméticamente lineal, se puede emplear papel logarítmico,

pero muy a menudo es imposible descubrir una relación de línea recta entre el tiempo y la principal variable, ni con ninguna combinación de variables que se pruebe. En estos casos la línea final será una curva, con el trazo más unido posible entre los puntos marcados a partir de todos los estudios sobre el elemento. Los tiempos básicos de ese elemento se seleccionarán buscando en la curva la coordenada apropiada cada vez que se deba calcular un tiempo tipo.

En el ejemplo del corte de tablas el analista tratará los tiempos observados según la operación sea incidental y no se efectúe con frecuencia o bien se repita varias veces al día y constituya una parte apreciable del total de trabajo realizado. En este último caso probablemente tendrá que construir una serie de gráficos, uno por cada dureza de madera, y en cada gráfico una familia de líneas, una por cada espesor de la tabla. Señalará los tiempos por referencia a la longitud del corte. Como la relación será lineal, una vez que la descubra podrá expresar las líneas en fórmulas, representando las variables por factores, y así prescindirá de gráficos para calcular los tiempos básicos. Si el elemento no es suficientemente importante para justificar tanta minuciosidad, el analista probablemente elegirá como abscisa el producto «anchura × espesor de la tabla», combinando así dos de las principales variables, y también tratará de establecer un factor por el cual multiplicar la relación que encuentre a fin de representar las distintas durezas de la madera. La técnica estadística del análisis de regresión múltiple resulta sumamente útil para el cálculo de los tiempos variables. En el capítulo 27 se presenta una descripción de esta técnica.

Es evidente que si el elemento es variable se necesitarán muchas más observaciones que si es constante antes de llegar a tiempos básicos verdaderamente representativos. Más vale saberlo desde el principio, porque así se puede planear el estudio de modo que abarque todas las condiciones y variables que tengan probabilidad de darse en la práctica. También es conveniente esforzarse desde el comienzo por descubrir la mejor coordenada a que referir los tiempos, probando diversos gráficos posibles hasta que se discierna algún indicador satisfactorio de la causa de las variaciones. Una vez que se conoce la base de la relación se pueden organizar los estudios subsiguientes en función de los datos que hagan todavía falta. Si se deja el análisis esencial para después de las observaciones, es posible que muchas de ellas resulten ser repeticiones innecesarias de lo ya sabido.

No es posible recomendar un método que siempre dé buenos resultados cuando se analicen elementos variables de todas clases. Cada uno debe tratarse como caso aparte. Quizá sea éste el sector del estudio de tiempos donde más compense escudriñar atentamente los métodos de trabajo del operario, porque si no rara vez se descubrirá qué es exactamente lo que hace variar los tiempos básicos. Incluso cuando se conocen las causas, a menudo queda margen para ejercitar el ingenio a fin de idear una base sencilla, que refleje las grandes variables y ponga de manifiesto una relación indudable y capaz de ser repetida.

5. Transcripción a la hoja de resumen

Habiendo acabado sus cálculos, el analista puede anotar en la hoja de resumen del estudio la información que le dará un cuadro claro y conciso de todos los

resultados deducidos de sus observaciones en el taller. Junto a cada elemento constante consignado en la hoja indicará el respectivo tiempo básico y la cantidad de veces que observó el elemento. La frecuencia de aparición ya estaba apuntada. Junto a los elementos variables anotará la relación entre el tiempo básico y la variable determinante, si la ha descubierto, o bien una referencia a la hoja del gráfico u otra hoja en que haya analizado los tiempos básicos a que llegó.

Para completar el resumen tiene que hacer constar cualquier elemento casual no incluido aún, así como todo elemento extraño que haya aparecido durante el estudio. Debe indicar los elementos y tiempos contingentes que se deduzcan de los cálculos. Es costumbre expresar los minutos básicos contingentes como porcentaje del total de minutos básicos de trabajo repetitivo observados durante el estudio íntegro, para tener una base con que comparar las contingencias aparecidas entre un estudio y otro.

Todos los valores anotados hasta ahora representan trabajo, en una u otra forma. Todos, salvo los elementos extraños, figurarán después en el cálculo del tiempo tipo de la operación, y como todos son trabajo, a todos se les añadirán suplementos por descanso (véase sección 12). Aparte esos elementos, sin embargo, es probable que durante el estudio haya habido períodos en que no se trabajaba, sea porque el obrero descansaba, sea porque intervenía en una de aquellas actividades consideradas «tiempos improductivos». Estos tiempos deben ahora totalizarse y registrarse en el resumen, distribuidos en algunas grandes categorías, como «descansos», «tiempos improductivos», etc. Casi huelga decir que las cantidades anotadas corresponderán a tiempos observados, puesto que no habiendo trabajo no hay ritmo que valorar.

6. Estudio electrónico de tiempos

El procedimiento anterior se aplica igualmente a los estudios realizados con un cronómetro electrónico.

Cuando el estudio se ha realizado por medio de un tablero o de un dispositivo de captación de datos electrónico, el procedimiento será diferente y dependerá del grado de perfeccionamiento del sistema que se está utilizando.

En los sistemas más sencillos (y en la primera etapa de los sistemas más complejos), el dispositivo de registro simplemente imprime (por medio de una pequeña impresora incorporada o conectándose con una impresora externa) una lista de todos los datos de observación en lo que concierne a la identificación del elemento, valoración del ritmo y tiempo transcurrido, junto con unos datos sintéticos básicos como el tiempo total transcurrido y de ser posible la valoración media del ritmo. Estos datos se manejan exactamente como si el estudio se hubiera realizado con un cronómetro convencional. Conviene que este registro básico de los datos del estudio se mantenga como parte del archivo del estudio con el fin de que se pueda identificar y revalidar la fuente de los valores de tiempo posteriores. El sistema debe garantizar igualmente que el registro computadorizado básico está garantizado contra toda falsificación, especialmente antes de que se haga la primera impresión de los datos.

La mayoría de los sistemas electrónicos desempeñan funciones adicionales y llevan al usuario a través de las etapas siguientes de conversión, asignación de

frecuencias, etc. Aunque gran parte de este proceso es automático (como la conversión de los tiempos observados en tiempos básicos), el sistema debe dar al analista la posibilidad de determinar y señalar el final de las «cifras aberrantes» a que se hace referencia en la sección 4 del presente capítulo, y de omitirlas del análisis posterior. El analista necesitará también aportar elementos como las frecuencias y tolerancias, si se quiere efectuar el cálculo de un tiempo tipo. Los sistemas electrónicos del estudio del tiempo eliminan el trabajo pesado del análisis, pero la responsabilidad de ese análisis y de sus resultados sigue incumbiendo a la persona que efectúa el estudio.

Muchos sistemas transfieren los datos del dispositivo de registro a una computadora personal para esta etapa del análisis. Esto tiene la ventaja de liberar el tablero del estudio para realizar otros trabajos. Permite asimismo transferir los datos por las líneas telefónicas para que los estudios efectuados en un lugar remoto puedan transmitirse a la «base» para las etapas de análisis y preparación de informes. (Una segunda ventaja es que el programa para el análisis tiene que proporcionarse sólo una vez, mientras que si formara parte del tablero del estudio, el análisis se duplicaría en cada dispositivo.) Esto permite establecer la situación en que un equipo de especialistas pueden realizar un gran número de estudios en un período de tiempo relativamente breve y que esos estudios sean analizados por funcionarios de apoyo o un equipo de análisis separado. No obstante, es importante que la persona que efectúa el estudio examine cualquiera de esos análisis antes de que se deriven y publiquen los resultados finales y que se dé el análisis por convalidado.

El resultado final de este proceso será una hoja de resumen del estudio que contendrá los mismos datos que los de un estudio realizado manualmente. Esta hoja podrá ser elaborada directamente por el sistema, una vez que el analista haya aportado todos los datos pertinentes, o por el analista que utiliza los datos aportados por el sistema.

Cuando el sistema que se está empleando es un sistema de estudio a tiempo completo, dará también la posibilidad de mantener el apoyo en otras esferas como la fusión de diversos estudios sobre la misma tarea y el establecimiento del contenido de trabajo y los tiempos tipo correspondientes a ese trabajo. Los principios que se han de aplicar son exactamente los mismos que los aplicados a los datos del estudio obtenidos manualmente. En el capítulo 27 se examinan otros apoyos de computadora en la esfera de los sistemas de datos tipo.

7. ¿Cuántos estudios se harán?

En el capítulo 21 se trató este problema, indicando un método estadístico y un método tradicional para determinar el número de elementos y de ciclos que estudiar. Si las condiciones en que se trabaja suelen cambiar, se deben repetir los estudios en cada una de las situaciones que se darán en la práctica: a distintas horas del día, por ejemplo, si las condiciones atmosféricas cambian mucho durante el turno, o con todos los tipos de materiales que se elaboren, si no están perfectamente estandarizados.

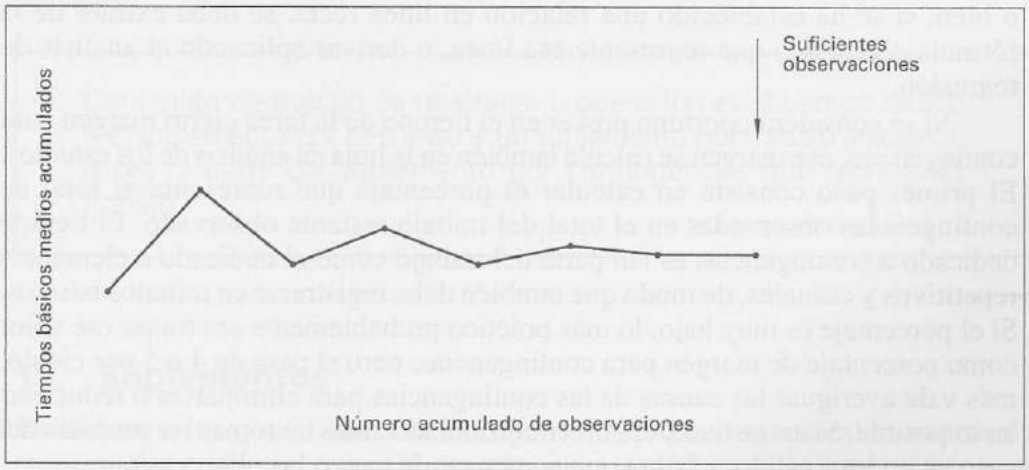
El especialista debe estar listo para estudiar todo el trabajo que se realiza al empezar y al terminar un turno. La puesta en marcha y los trámites finales forman

parte del trabajo, y tal vez sus tiempos se deban valorar aparte, o bien se puedan tener en cuenta (si corresponde) atribuyéndoles cantidades marginales en el cálculo de los tiempos tipo de cada tarea. En las imprentas, por ejemplo, no se suelen dejar por la noche las prensas entintadas porque a la mañana la tinta estaría seca. En muchas industrias hay que prever tiempo para limpiar las máquinas y locales, e incluso para cambiarse de ropa cuando se necesita vestimenta especial. De costumbre, esa clase de actividades no se contabilizan en el cálculo de los tiempos tipo de cada tarea, sino más bien como suplementos. Estos se explican más adelante, y por ahora basta señalar que será preciso estudiar todas las actividades auxiliares e incidentales que se efectúan durante la jornada de trabajo antes de que se pueda considerar acertadamente el asunto de los suplementos.

Un método sencillo para determinar cuándo se han observado suficientes ciclos de un elemento constante – suficientes, claro está, para poder seleccionar un tiempo básico representativo del elemento – consiste en construir un gráfico con el tiempo básico medio acumulado que arroja cada estudio completo. Se empieza por señalar el tiempo básico del primer estudio. Cuando se pasa al segundo, la cifra que se indica es un promedio calculado de la manera siguiente: se multiplica el tiempo básico del primer estudio por el número de observaciones de ese mismo estudio; se hace la misma multiplicación para el segundo estudio; se suman los dos productos, y se divide el resultado por el total de observaciones efectuadas durante los dos estudios. Y así sucesivamente a medida que se elaboran los demás datos. Cuando la línea del gráfico se estabiliza en una recta, se han hecho suficientes estudios del elemento. La figura 110 aclara esta explicación.

Tratándose de elementos variables es más práctico empezar por hacer varios estudios cortos que, conjuntamente, abarquen toda la gama de variantes, de modo que bastante pronto se pueda tratar de establecer la relación entre el tiempo básico y la variable indicativa, en cuyo caso se organizan entonces los estudios

Figura 110. Tiempos básicos medios acumulados de un elemento constante



subsiguientes con el fin de reunir los datos con que completar, modificar o confirmar la aparente relación indicada por los primeros estudios.

8. Hoja de análisis de estudios

En esta hoja (figura 104, capítulo 20) se transcriben, a partir de la hoja de resumen de cada estudio, tan pronto se elabora, los resultados obtenidos respecto a la operación. Los formularios del tipo del ilustrado prevén espacio para enumerar todos los elementos constitutivos de una tarea u operación, para detallar cómo se presentan los elementos repetitivos y casuales y también para consignar los tiempos contingentes e improductivos que se hayan observado. Además, se anexan a la hoja los gráficos que muestran los resultados obtenidos al estudiar los elementos variables.

Cuando se considera que se han hecho suficientes observaciones, corresponde calcular los tiempos básicos representativos finales de cada elemento, lo que se hace en la hoja de análisis. El proceso de selección es muy similar al descrito en la sección 4 de este capítulo, y el método habitual consiste en sacar el promedio general ponderado de todos los tiempos básicos registrados para cada elemento, excluidos aquellos que, según estudios posteriores, hayan resultado ser erróneos. El promedio ponderado se obtiene multiplicando el tiempo básico extraído de un estudio por el número de observaciones del elemento hechas para ese estudio, sumando los productos análogos obtenidos de todos los estudios y dividiendo el total por la suma de todas las observaciones hechas en todos los estudios.

Una vez calculados todos estos tiempos básicos representativos finales, es muy sencillo calcular el tiempo básico por ciclo, por tarea o por operación de esos elementos: se multiplica el factor «tiempo por vez» por el factor «frecuencia de aparición por ciclo». Claro está que este método no vale para los elementos variables, cuyo tiempo básico quizá se deba buscar en el correspondiente gráfico, o bien, si se ha establecido una relación en línea recta, se deba extraer de la fórmula algebraica que represente esa línea, o derivar aplicando el análisis de regresión.

Si se considera oportuno prever en el tiempo de la tarea cierto margen para contingencias, ese margen se calcula también en la hoja de análisis de los estudios. El primer paso consiste en calcular el porcentaje que representa el total de contingencias observadas en el total del trabajo restante observado. El tiempo dedicado a contingencias es tan parte del trabajo como el dedicado a elementos repetitivos y casuales, de modo que también debe registrarse en minutos básicos. Si el porcentaje es muy bajo, lo más práctico probablemente sea tomar ese valor como porcentaje de margen para contingencias, pero si pasa de 4 o 5 por ciento, más vale averiguar las causas de las contingencias para eliminarlas o reducirlas en lo posible. Si así se hace, el porcentaje hallado antes de tomar las medidas del caso ya no será válido, y habrá que comenzar de nuevo las observaciones.

A esta altura hemos elaborado el tiempo básico que atribuir a la tarea u operación, con todos los elementos repetitivos y casuales y con las pequeñas cantidades de trabajo adicional que puedan surgir a veces y sean contingentes.

Como el cálculo se hizo elemento por elemento, si más tarde se cambia ligeramente la tarea, quitándole, modificándole o añadiéndole algún elemento, ya no se necesitaría estudiarla íntegra de nuevo: todos los datos de la hoja de análisis referentes a los elementos inalterados conservarán su validez en la nueva serie de elementos y se podrá efectuar un nuevo cálculo estudiando sólo los que sean novedad.

Ahora bien, el tiempo básico no es más que una parte del tiempo tipo que debe corresponder a la tarea u operación, y hay que añadirle ciertos suplementos para poder establecer el tiempo tipo. Es preciso examinar algunos de ellos, pero antes se debe aclarar a fondo lo que se entiende por dos expresiones frecuentemente empleadas en páginas anteriores, pero no definidas aún con precisión, es decir, contenido de trabajo y tiempo tipo.

9. Contenido de trabajo

Al principio de esta obra se habló frecuentemente del «contenido de trabajo», que, como lo indican de por sí las palabras, es la cantidad de trabajo que debe hacerse para terminar una tarea u operación, por oposición a los períodos improductivos que puedan darse. Cabe señalar, sin embargo, que tratándose del estudio de tiempos, que se basa forzosamente en la medición del trabajo con valores numéricos, no se entiende por «trabajo» únicamente la labor física o mental realizada, sino que se incluye la justa cantidad de inacción o descanso necesaria para recuperarse del cansancio causado por dicha labor. Más adelante veremos que también se establecen suplementos por descanso para otros fines, y no sólo para la recuperación de fuerzas, pero ahora lo importante es que, cuando hablamos de «trabajo» y nos proponemos medirlo, en nuestro concepto del trabajo entran ciertos períodos de ocio, de modo que la cantidad de trabajo de una tarea no es sólo el tiempo requerido para efectuar a un ritmo tipo lo que exija la tarea, sino también el tiempo suplementario que se considere necesario como descanso.

> Contenido de trabajo de una tarea u operación es el tiempo básico + el suplemento por descanso + un suplemento por trabajo adicional, o sea la parte del suplemento por contingencias que representa trabajo.

10. Suplementos

Ya hemos visto que al hacer el estudio de métodos imprescindible antes de cronometrar cualquier tarea, la energía que necesite gastar el trabajador para ejecutar la operación debe reducirse al mínimo, perfeccionando los métodos y procedimientos de conformidad con los principios de economía de movimientos y, de ser posible, mecanizando el trabajo. Sin embargo, incluso cuando se ha

ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. Debe preverse asimismo un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más (por ejemplo, por contingencias) para establecer el contenido de trabajo.

La determinación de los suplementos quizá sea la parte del estudio del trabajo más sujeta a controversia. Por razones que se explicarán más adelante, es sumamente difícil calcular con precisión los suplementos requeridos por determinada tarea. Por lo tanto, lo que se debe procurar es evaluar de manera objetiva los suplementos que pueden aplicarse uniformemente a los diversos elementos de trabajo o a las diversas operaciones.

El hecho de que el cálculo de los suplementos no pueda ser siempre perfectamente exacto no justifica que se utilicen como depósitos donde acumular los factores que se hayan omitido o pasado por alto al efectuar el estudio de tiempos. Ya se ha visto cuántas horas puede tardar el analista para llegar a normas de tiempo justas y exactas. Sería absurdo viciarlas sumándoles sin tino un pequeño porcentaje aquí y allá «por si acaso». Lo primordial es que los suplementos nunca se utilicen como «margen de elasticidad».

La dificultad de preparar un conjunto universalmente aceptado de suplementos exactos, que puedan aplicarse a cualquier situación de trabajo y en cualquier parte del mundo, se debe a varios factores. Entre los más importantes figuran los siguientes:

1. **Factores relacionados con el individuo.** Si todos los trabajadores de una zona de trabajo determinada se estudiaran individualmente, se descubriría que el trabajador delgado, activo, ágil y en el apogeo de sus facultades físicas necesita para recuperarse de la fatiga un suplemento de tiempo menor que su colega obeso e inepto. De igual manera, cada trabajador tiene su propia curva de aprendizaje, que puede condicionar la forma en que ejecuta su trabajo. También hay motivos para creer que la reacción al grado de fatiga experimentada por los trabajadores puede variar por razones étnicas, particularmente cuando llevan a cabo trabajos manuales pesados. Los trabajadores mal alimentados requieren más tiempo que los otros para reponerse de la fatiga.

2. **Factores relacionados con la naturaleza del trabajo en sí.** Muchas de las tablas elaboradas para calcular los suplementos dan cifras que pueden ser aceptables para los trabajos fabriles ligeros y medios, pero que son insuficientes si se trata de tareas pesadas y arduas; por ejemplo, las que exigen los altos hornos siderúrgicos. Además, cada situación de trabajo tiene características propias, que pueden influir en el grado de fatiga que siente el trabajador o pueden retrasar inevitablemente la ejecución de una tarea. Entre ellas citemos como ejemplo la posición de pie o sentado y la postura del cuerpo exigidas por el trabajo, el uso de fuerza para desplazar o transportar pesos de un lugar a otro, el exceso de tensión visual o mental impuesto por el propio trabajo, etc. Existen otros factores inherentes al trabajo que también pueden justificar, aunque de forma diferente, la necesidad de

suplementos; por ejemplo, utilización de vestimenta o guantes protectores, existencia de un peligro constante, o riesgo de deteriorar o dañar el producto.

3. **Factores relacionados con el medio ambiente.** Los suplementos, y en particular los correspondientes a descansos, deben fijarse teniendo debidamente en cuenta diversos factores ambientales, tales como calor, humedad, ruido, suciedad, vibraciones, intensidad de la luz, polvo, agua circundante, etc., y cada uno de ellos influirá en la importancia de los suplementos por descanso requeridos. Además, los factores de orden ambiental también pueden ser de naturaleza estacional. Se manifiestan entonces particularmente cuando el trabajo se hace al aire libre, como en las obras de construcción o en los astilleros.

El lector de esta obra verá ahora con mayor claridad por qué resulta tan difícil establecer un conjunto de suplementos universalmente aceptado que pueda responder a cualquier situación de trabajo. Es preciso indicar aquí en términos muy claros que **la OIT no ha adoptado, y no es tampoco probable que adopte, normas relativas a la determinación de suplementos.** A través de los años, se ha solicitado reiteradamente a la OIT que determine su posición al respecto, y la respuesta ha sido siempre la misma: la Organización no reconoce como válida la aplicación universal de ninguna norma en particular. El texto que sigue presenta ejemplos de cálculo de suplementos en diferentes condiciones. Se trata, pues, de simples ejemplos con fines pedagógicos, y no de pautas aconsejadas por la OIT al respecto.

Cabe señalar asimismo que este aspecto particular del estudio del trabajo ha sido objeto de amplias investigaciones por parte de diversas organizaciones que han presentado sus propias recomendaciones para el cálculo de suplementos. Entre las investigaciones más importantes deben mencionarse las realizadas por el Max Planck Institut für Arbeitsphysiologie[1], la REFA Verband für Arbeitsstudien[2], G. C. Heyde en Australia[3] y, más recientemente, en el Reino Unido, la British Standars Institution, que resume investigaciones anteriores y propone una metodología[4].

11. Cálculo de suplementos

La figura 111 presenta el modelo básico para el cálculo de los suplementos. Podrá verse que los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de política de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

---

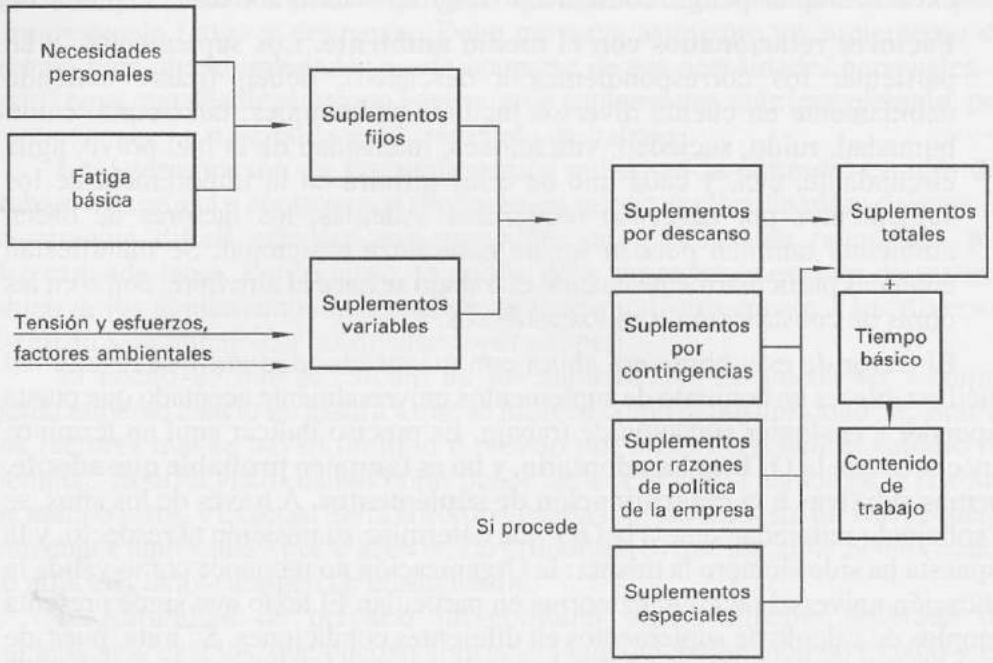
[1] G. Lehmann: *Praktische Arbeitsphysiologie* (Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1953).

[2] REFA: *Methodenlehre des Arbeitsstudiums*, vol. 2: *Datenermittlung* (Munich, Carl Hanser Verlag, 1971), págs. 299-335.

[3] Chris Heyde: *The sensible taskmaster* (Sydney, Heyde Dynamics, 1976).

[4] British Standards Institution: *Draft text for development on work measurement: Exposure limits, recovery times and relaxation times* (Londres, julio de 1989).

Figura 111. Suplementos



12. Suplementos por descanso

> Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Los suplementos por descanso se calculan de modo que permitan al trabajador reponerse de la **fatiga**. Se entiende aquí por fatiga el cansancio físico y/o mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien lo siente. Sus efectos pueden atenuarse previendo descansos que permitan al cuerpo y a la mente reponerse del esfuerzo realizado, o aminorando el ritmo de trabajo, lo que reduce el desgaste de energía.

Normalmente, los suplementos por fatiga se añaden **elemento por elemento** a los tiempos básicos, de modo que se calcula por separado el total de trabajo de cada elemento, y los respectivos tiempos se combinan para hallar el tiempo tipo de toda la tarea u operación. En cambio, con los suplementos que se necesiten para compensar climas extremos no se puede hacer lo mismo, puesto que el elemento tal vez se ejecute una vez cuando el aire esté fresco y otra cuando apriete el calor. Los suplementos por variaciones climáticas deben aplicarse al **turno de trabajo** o a la **jornada de trabajo**, más bien que al elemento o tarea, de modo

que se reduzca la cantidad de trabajo que se espera del trabajador al término del turno o del día. El tiempo tipo de la tarea permanece inalterado, que se ejecute en verano o en invierno, dado que debe servir para medir el trabajo que contiene la tarea.

Los suplementos por descanso tienen dos componentes principales: los **suplementos fijos** y los **suplementos variables**.

Los **suplementos fijos**, a su vez, se dividen en los siguientes:

1) suplemento por **necesidades personales**, que se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a beber algo, a lavarse o al retrete; en la mayoría de las empresas que lo aplican, suele oscilar entre el 5 y el 7 por ciento;
2) suplemento por **fatiga básica**, que es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es corriente que se fije en 4 por ciento del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear sus manos, piernas y sentidos sino normalmente.

Los **suplementos variables** se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas; por ejemplo, cuando las condiciones ambientales son malas y no se pueden mejorar, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.

Como se indicó antes, diversas organizaciones de investigación han hecho numerosos estudios a fin de tratar de establecer un sistema más racional para el cálculo de los suplementos variables. Hay una gran cantidad de tablas de suplementos por descanso. La mayoría de los consultores de dirección de todos los países tienen cada uno sus propias tablas de cálculo. El apéndice 3 presenta un ejemplo de tablas de suplementos por descanso calculados con un sistema de puntos. Se las reproduce aquí solamente a título de ilustración y la OIT no las avala de ninguna manera. Muchas de estas tablas parecen dar buenos resultados en la práctica. No obstante, recientemente se ha comprobado que muchas de las escalas de suplementos por fatiga establecidas empíricamente en un laboratorio, si bien responden satisfactoriamente a las exigencias fisiológicas de un trabajo que requiere esfuerzos normales o de moderada intensidad, pecan por defecto cuando se aplican a trabajos muy pesados; por ejemplo, en los altos hornos.

Por todos los motivos citados en este capítulo, cuando se utiliza una de las escalas tipo es prudente verificar siempre cuánto margen deja para el descanso observando durante jornadas enteras la cantidad de tiempo que los trabajadores dedican en realidad al descanso, en una u otra forma, y comparándola con el suplemento previsto. Esas verificaciones muestran, por lo menos, si la escala es en general demasiado estricta o demasiado generosa.

Los suplementos por descanso se expresan como porcentajes del tiempo básico y, como ya se ha indicado, se calculan normalmente elemento por elemento. Esto es particularmente cierto cuando el esfuerzo invertido en los respectivos elementos varía mucho (por ejemplo, si al principio y al final de una operación hay que izar y bajar de una máquina alguna pieza pesada). Si, por otra parte, se considera que ningún elemento de la tarea causa mayor o menor

cansancio que los demás, lo más sencillo es sumar primero todos los tiempos básicos de los elementos y añadir los suplementos como porcentaje único al total.

Pausas para descansar

Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas. Si bien no hay regla fija sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante diez o quince minutos a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar café, té o refrescos y un refrigerio, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto.

Los períodos de descanso resultan importantes por los siguientes motivos:

- ☐ atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día y contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo;
- ☐ rompen la monotonía de la jornada;
- ☐ ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales;
- ☐ reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.

Cuando los trabajadores están expuestos, en el transcurso de su trabajo, al frío, calor, ruido o vibraciones, puede ser necesario que se prevean pausas comprendidas en un programa trabajo – descanso destinado a proteger su salud y garantizar su seguridad.

13. Otros suplementos

Algunas veces, al calcular el tiempo tipo es preciso incorporar otros suplementos además del suplemento por descanso. A continuación se describen tres de estos suplementos.

Suplementos por contingencias

> Suplemento por contingencias es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

Estos suplementos ya se mencionaron a propósito de los cálculos que se hacen para llenar la hoja de resumen y la de análisis de los estudios. En ellos se contabilizan las ligeras demoras inevitables además de los pequeños trabajos fortuitos, de modo que es más realista dividirlos en dos clases según sus componentes: en la prevista para trabajo se coloca el suplemento por fatiga, como se hace con cualquier otra parte de la labor, y en la asignada a demoras sólo se incluye el margen por necesidades personales. En la práctica, sin embargo, a menudo se hace caso omiso de esa distinción. Los suplementos por contingencias

son siempre brevísimos, y es costumbre expresarlos como porcentajes del total de minutos básicos repetitivos de la tarea, porcentajes que se suman al resto de trabajo de la tarea, acompañados por suplementos por descanso, que son, a su vez, porcentajes del respectivo suplemento por contingencias. Este último nunca debería pasar de 5 por ciento del aludido total, y sólo debería concederse cuando el analista esté absolutamente seguro de que las contingencias no se pueden eliminar y están justificadas. En ningún caso se debería prever para que se pueda «aflojar el ritmo» o prescindir de un estudio esmerado del trabajo. Se debería especificar a qué funciones corresponde cada suplemento, aunque a veces, para ser justo, en los talleres mal organizados haya que concederlos como cosa común y corriente. He ahí una razón más para implantar en los talleres la organización y las condiciones mejores posibles antes de fijar normas de tiempo y para que la dirección se sienta estimulada a hacerlo.

Suplementos por razones de política de la empresa

> El suplemento por razones de política es una cantidad, no ligada a las primas, que se añade al tiempo tipo (o a alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

Estos suplementos no pertenecen realmente al estudio de tiempos y deberían aplicarse con suma cautela, únicamente en circunstancias muy bien definidas. Siempre se deberían mantener totalmente aparte de los tiempos básicos, y suponiendo que se empleen, se deberían considerar como una adición a los tiempos tipo, de modo que no alteren las normas de tiempo establecidas después del respectivo estudio.

Su razón de ser más común es la necesidad de ajustar los tiempos tipo a las exigencias de los convenios de salarios entre empleadores y sindicatos. En varias empresas del Reino Unido, por ejemplo, el rendimiento incentivado se suele fijar a un nivel tal que el trabajador calificado medio, tal como se lo ha definido, pueda ganar una prima de 33 1/3 por ciento de la tasa básica por tiempo si alcanza el desempeño tipo. No se necesita aplicar un suplemento del género aludido para lograr ese resultado: basta con fijar la tasa por minuto tipo de trabajo de modo que equivalga a 133 1/3 por ciento de la tasa básica por minuto, y en general es más práctico hacer las adaptaciones salariales en esta forma, o sea ajustando la tasa pagada por unidad de trabajo, que cambiar el tiempo tipo.

Ahora bien, ciertos contratos colectivos permiten ganar primas superiores y puede ser mala política pretender revisar sus disposiciones para poderlas cumplir sin tocar los tiempos fijados y adaptando solamente las tasas. En esos casos la diferencia se salva concediendo un suplemento «de política», que puede aplicarse como factor al contenido de trabajo o al tiempo tipo.

Este método puede ser el más indicado también cuando se implantan tiempos tipo únicamente para una pequeña parte del total de trabajadores abarcados por

el contrato. Las adiciones pasajeras son a veces una solución en caso de circunstancias anormales, como el funcionamiento imperfecto de alguna instalación o la desorganización causada por reformas o cambios de disposición de los locales.

Suplementos especiales

Pueden concederse suplementos especiales para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales éste no se podría efectuar debidamente. Tales suplementos pueden ser permanentes o pasajeros, lo que se deberá especificar. Dentro de lo posible se deberían determinar mediante un estudio de tiempos.

Cuando el trabajo se remunera por rendimiento basándose en normas de tiempo tal vez se justifique un **suplemento por comienzo** que compense el tiempo invertido en los preparativos o esperas obligadas que necesariamente se producen al principio de un turno o período de trabajo antes de que se pueda empezar la verdadera labor. Del mismo modo puede haber un **suplemento por cierre** por concepto de los trabajos o esperas habituales al final del día, un **suplemento por limpieza** de carácter análogo para las oportunidades en que es preciso limpiar la máquina o el lugar de trabajo y, finalmente, un **suplemento por herramientas**, puesto que también lleva tiempo ajustarlas y mantenerlas en buen estado.

Después de estudiar el tiempo invertido en todas esas actividades, juntas o individualmente, sería posible expresarlo como porcentaje del tiempo básico total correspondiente a las operaciones que se presume se efectuarán en una jornada y añadir entonces el suplemento incluyéndolo en el cálculo de los tiempos tipo. En realidad, es lo que se hace a veces con el suplemento por herramientas, pero en general es preferible agrupar todos los suplementos por jornada, en vez de incorporarlos en los tiempos tipo: es más justo para los obreros y no es poca la ventaja de señalar a la atención de la dirección la cantidad total de tiempo que consumen tales actividades, lo cual incita a aguzar el ingenio para tratar de reducirla.

Algunos suplementos se asignan normalmente por ocasión o por lote. Uno de ellos es el **suplemento por montaje**, motivado por el tiempo necesario para aprontar una máquina o proceso cuando se comienza la fabricación de un nuevo lote de artículos o piezas, y el opuesto es, claro está, el **suplemento por desmontaje**, cuando se termina esa producción y se modifica la máquina o el proceso. Muy parecidos son los **suplementos por cambios diversos**, concedidos a los obreros que no están precisamente montando ni desmontando algo, pero que deben realizar cierto trabajo o esperar unos instantes al principio o al final de una tarea o de un lote. Es incluso conveniente especificar si el suplemento es «por cambio de tarea» o «por cambio de lote».

Se puede incluir en el tiempo tipo un **suplemento por rechazo** cuando el proceso tiene características inherentes tales que una proporción de productos salen defectuosos, pero más a menudo se asigna una adición pasajera a los tiempos tipo, por tarea o por lote, cuando se debe trabajar ocasionalmente con un lote malo de material. También se agregaría al tiempo tipo **un suplemento por recargo** de trabajo si éste aumentara pasajeramente porque se modificaron por el momento las condiciones tipo.

El obrero novel que se esté formando en un trabajo sujeto ya a un tiempo tipo recibirá quizá un **suplemento por aprendizaje**, mientras que el obrero experimentado que deba guiarlo a expensas de su propio rendimiento dispondrá, en compensación, de un **suplemento por formación**. Estos suplementos se fijan frecuentemente a razón de tantos minutos por hora, en escala decreciente, de modo que equivalgan a cero al cabo del período previsto de aprendizaje. Muy parecido es el **suplemento por implantación** que se da a los trabajadores cuando se les pide que adopten un nuevo método o procedimiento, a fin de que tengan motivo para entusiasmarse con la innovación y no pierdan de ganar mientras se acostumbran a ella. Incluso ocurre que la remuneración se calcule para que sea más elevada durante el período de transición, de modo que las probabilidades de éxito sean óptimas. En un sistema se acreditan a los trabajadores diez minutos por hora el primer día, nueve el segundo, y así sucesivamente hasta cero.

Cuando se encomienda a un trabajador la producción de pequeñas series es más justo atribuirle un **suplemento por pequeños lotes**, de modo que pueda decidir qué hacer y cómo proceder (siguiendo instrucciones, por experiencia o por tanteos) y luego, por práctica o repetición, alcanzar un desempeño tipo. El cálculo de este suplemento depende de si el lote consiste en un solo ejemplar o en varios, de la duración del proceso y tamaño de la «tirada», de la frecuencia de aparición de trabajos similares y del grado de complejidad.

14. Tiempo tipo

Ya podemos ver el panorama completo del tiempo tipo correspondiente a una tarea u operación manual común, del género que sólo exige los dos suplementos estudiados detalladamente hasta ahora: los suplementos por contingencias y por descanso. El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, habida cuenta de la frecuencia con que se presenta cada elemento, más el suplemento por contingencias (con su añadido por descanso). En otras palabras:

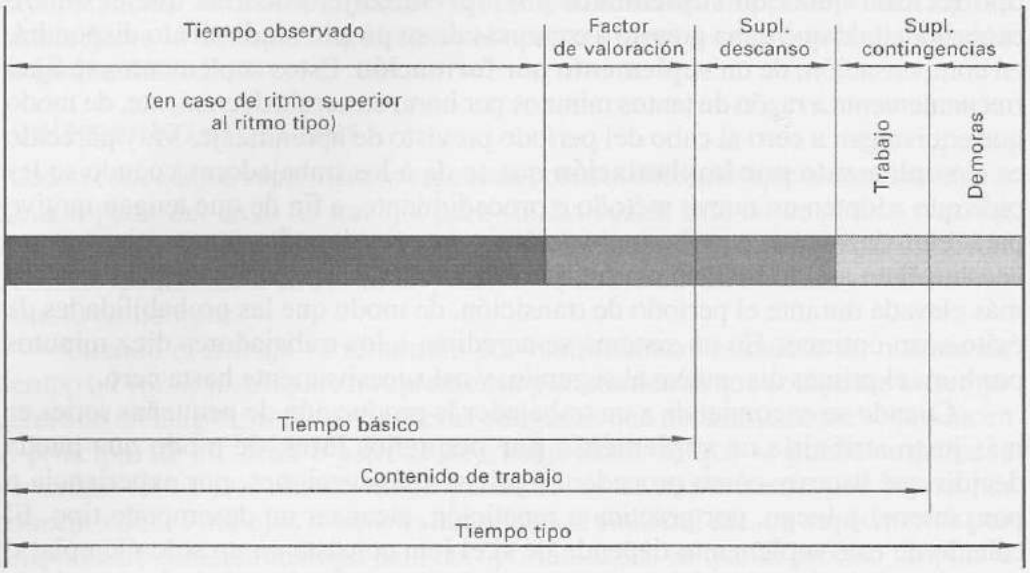
> Tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo.

El tiempo tipo se puede representar gráficamente de la manera indicada en la figura 112.

Cuando se considera que el tiempo observado corresponde a un ritmo inferior al ritmo tipo, el factor de valoración estará comprendido dentro del tiempo observado, naturalmente, pero los suplementos por contingencias y descanso se seguirán indicando como porcentajes del tiempo básico. El tiempo tipo se expresa en minutos u horas tipo.

En el capítulo 24 se mostrará la aplicación del estudio de tiempos a operaciones realizadas con máquinas y en cuyo curso éstas efectúan el trabajo mientras el obrero permanece delante sin intervenir. En el capítulo 25 se ilustra el desarrollo completo de un estudio de tiempos.

Figura 112. Cómo se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple



15. Medición del trabajo en la oficina

El estudio de tiempos o la medición del trabajo es igualmente importante para contribuir a la planificación y el control del trabajo de oficina. Sin medir los datos es difícil evaluar las capacidades y las cargas de trabajo, supervisar el rendimiento y planificar los niveles de dotación de personal. Sin embargo, los empleados de oficina oponen una resistencia a someterse a un programa de medición del trabajo. En muchas organizaciones esta dificultad se supera simplemente por medio de un programa eficaz de comunicación y educación para explicar meticulosamente los objetivos de la medición del trabajo y las repercusiones para la organización y para el personal involucrado. Uno de los factores que contribuyen a la resistencia a la medición es el mayor prestigio que los empleados de oficina perciben que tienen en comparación con los obreros. Por esta razón, las técnicas de los talleres no se considera que son adecuadas para ellos. Esta resistencia se puede vencer eligiendo cuidadosamente la técnica de medición.

Al medir el trabajo de oficina, es raro que se intente introducir planes de remuneración en función de los resultados basados en la medición del producto. Normalmente el fin que se persigue es proporcionar información que la dirección de la organización pueda utilizar para facilitar el proceso de planificación. En consecuencia, a menudo no necesitamos información tan detallada como cuando medimos el trabajo de los talleres y podemos elegir entre un conjunto de técnicas que facilitan información del nivel adecuado de detalle y que serán, pese a ello, aceptables para las personas cuyo trabajo se va a medir. Algunas de las « mediciones » que se describen a continuación no se ajustan en realidad a nuestra definición, en el sentido de que no proporcionan tiempos con respecto a los trabajadores calificados en un nivel determinado del rendimiento, a menos que

establezcamos que ese nivel es el del rendimiento «medio de la oficina». Realmente quizá deberíamos haber utilizado la palabra «evaluación» para representar algo menos estricto que la medición, pero en aras de la simplicidad, hemos empleado la palabra «medición» para abarcar todos los casos en los que hacemos un juicio cuantitativo sobre la cantidad de trabajo que entraña una tarea o una serie de tareas determinadas.

Las técnicas de medición del trabajo

En un entorno de oficina se pueden utilizar todas las técnicas a que se ha hecho referencia en el capítulo 18 (y varias otras), pero las más comúnmente empleadas son las siguientes:

- ☐ muestreo de las actividades;
- ☐ técnicas de muestreo de grupo;
- ☐ tiempos tipos predeterminados (TTP);
- ☐ sistemas de datos tipos;
- ☐ técnicas de autorregistro;
- ☐ análisis de los registros históricos.

El estudio de los tiempos no se ha utilizado en las oficinas en ningún grado significativo principalmente debido a que parece ser la técnica de medición más empañada por la imagen de la «fábrica», en particular a causa de su asociación con el concepto de la valoración del rendimiento; sin embargo, no existe ninguna razón técnica para no utilizarlo.

Incluimos aquí el muestreo de las actividades puesto que supone la cuantificación del trabajo, aunque no se emplea frecuentemente para fines auténticos de medición. Se utiliza muy frecuentemente como parte del proceso de determinación de los hechos al investigar una esfera particular del trabajo. Ayuda a poner claramente de manifiesto la división del trabajo entre diferentes actividades y puede contribuir de ese modo al proceso de establecimiento de prioridades al elegir las esferas a las que se va a aplicar el estudio de métodos.

Las técnicas de muestreo por grupos ya se han examinado en el capítulo 19. Los tiempos tipos predeterminados (TTP) y los sistemas de datos tipo se analizarán en los capítulos 26 y 27, respectivamente. Existen varios sistemas de TTP específicamente concebidos para el trabajo de oficina (como los datos sobre el trabajo de oficina) que se pueden emplear con datos procedentes de otras fuentes, para elaborar los datos tipo correspondientes a las tareas tipo de oficina. Existen también sistemas de datos patentados que se pueden obtener para medir el trabajo de oficina como el programa de mejoramiento del trabajo de oficina que se basa en la medición de datos obtenidos a partir del análisis de películas sobre las tareas administrativas (de la misma manera que muchos sistemas básicos de tiempos tipos predeterminados se fundan en sus datos básicos).

Técnicas de autorregistro

Como su nombre indica, estas técnicas se basan en que los propios trabajadores mantengan alguna forma de registro de sus cargas de trabajo y del tiempo que

dedican a las diversas actividades. Existen dos formularios fundamentales para el registro. En el primero se pide a cada trabajador que registre cada actividad junto con la hora en que la inició y luego, al terminarla, que registre la hora a que la acabó (y es de suponer comenzó la actividad siguiente). Cuando la actividad crea un producto determinado, como las facturas presentadas para el pago, el recuento de este producto se incorporará también al registro. Se trata a continuación simplemente de determinar los tiempos transcurridos y de dividir la cifra resultante por el número de unidades, para obtener un tiempo medio por unidad de producto. La segunda versión consiste en pedir a los trabajadores que registren lo que han hecho a intervalos fijos a lo largo del tiempo del estudio, digamos, cada quince minutos. Luego se procede a un estudio por muestreo, que se tratará en consecuencia.

Conviene que el proceso de registro se extienda a lo largo de un período «representativo», especialmente cuando una tarea tiene períodos de particular intensidad como al final de la semana o al final del mes. Si esos períodos no están abarcados en el estudio, los trabajadores se considerarán perjudicados y pensarán que su trabajo se está desvalorizando.

Un objetivo común del autorregistro es que el propio registro interfiere con el trabajo y entraña una carga adicional para los trabajadores. A menudo esto no constituye un problema real y puede normalmente superarse por el mismo procedimiento de una comunicación y explicación cuidadosas en el momento de introducir el propio programa de medición.

El autorregistro puede actualmente realizarse con ayuda de la computadora. Se dispone ahora de un lector de bolsillo del código de barras dotado de un dispositivo de cronometraje. Este lector tiene aproximadamente el tamaño de una gran pluma estilográfica y es utilizado por los trabajadores para registrar sus actividades. Se proporciona al operario una hoja que contiene códigos de barras y cada actividad se asigna a uno de los códigos de barras. Al comienzo de la jornada, el lector (que funciona con baterías) se pone en marcha y el cronómetro empieza a funcionar. Cada vez que el trabajador cambia de actividad, simplemente tiene que pasar el lector al código de barras correspondiente a la nueva actividad y el lector automáticamente asigna un tiempo a la anterior actividad y comienza a cronometrar la nueva. Al final del período de trabajo, los datos del lector se transfieren a una microcomputadora para proceder a su análisis.

Análisis de los registros históricos

Por medio de esta técnica los registros anteriores de la producción o del trabajo completados son analizados y comparados con los registros del tiempo del personal a lo largo del mismo período para obtener mediciones aproximadas del rendimiento. En general, no es posible dividir el tiempo entre las diferentes actividades, pero en las oficinas grandes en las que los trabajadores individuales son los principales responsables de una categoría de actividad, esto puede no ser un problema. Una ventaja de este tipo de análisis es que puede permitir que los recuentos del trabajo se interrelacionen por medio del análisis estadístico. Ello puede simplificar la medición del trabajo y del rendimiento en el futuro.

En los registros de un período anterior de cuatro semanas figuran los datos siguientes:

Sección de facturación

Número de empleados de la sección de facturación	= 8
Número de horas de personal de la sección de facturación	= 1 152
Número de facturas tramitadas	= 7 360

Sección de recuperación de deudas

Número de empleados en la sección de recuperación de deudas	= 2
Número de horas de personal de la sección de recuperación de deudas	= 288
Número de deudas incobrables tramitadas	= 350

De ahí se pueden deducir las mediciones sencillas siguientes:

Número de facturas tramitadas por hora	= 6,38
Número de deudas incobrables tramitadas por horas	= 1,22

Si en algún momento posterior esta organización se hace cargo de otra organización análoga que actúa en el mismo mercado y decide fusionar las dos oficinas administrativas, dispone de información para determinar los nuevos niveles de dotación de personal.

Supongamos que podemos prever que el número de facturas tramitadas por la organización fusionada sea de 2750 a la semana y que, puesto que tiene una base de clientes análoga, la relación de deudas incobrables con respecto a las facturas sigue siendo aproximadamente la misma.

En ese caso, en una semana normal:

Número de facturas que se han de tramitar	= 2750
Número de horas de personal requeridas para la tramitación	= 2750/6,38 = 431
Proporción de deudas incobrables con respecto a las facturas del estudio anterior	= 350/7360 = 004755
Número de deudas incobrables previstas	= 2750 × 0,04755 = 131
Número de horas de personal requeridas para ocuparse de las deudas incobrables	= 131/1,22 = 107

Número de empleados que se requieren en la oficina fusionada (suponiendo que la semana de trabajo sea de treinta y cinco horas):

Sección de facturación	= 12,3
Sección de recuperación de deudas	= 3

Este tipo de vinculación de un recuento con otro a menudo simplifica considerablemente la medición del rendimiento. En una sucursal de una institución financiera, si se pueden vincular varios productos de diferentes puestos a un producto fundamental —especialmente si ese producto se considera en cualquier caso como parte de la actividad normal de la sucursal —, el rendimiento de la sucursal se podrá calcular a partir de la relación de este producto compuesto con las horas de personal trabajadas. Es posible determinar los nuevos niveles de dotación de personal midiendo las tendencias del producto fundamental y estableciendo una relación de éstas con los subproductos.

Si se emplea ese sistema, conviene confirmar las vinculaciones estadísticas a intervalos periódicos para asegurarse de que los tiempos y las mediciones del rendimiento siguen siendo válidos.

Medición computadorizada del trabajo

La introducción de métodos de aplicación computadorizados tiene el mismo alcance en la medición del trabajo de oficina que en la medición del trabajo de los talleres. Todas las mediciones tienen que poder responder a los cambios en la organización del trabajo, los métodos de trabajo y las nuevas tecnologías. Los sistemas de datos de medición computadorizados permiten acelerar la actualización y la repetición del análisis de los tiempos tipo, con lo que existe una mayor posibilidad de que la actualización se realice efectivamente y de que los tiempos tipo empleados mantengan su validez.

Los sistemas computadorizados pueden basarse en un sistema predeterminado concreto de tiempos tipo para el trabajo de oficina o puede ser el tipo de sistema «vacío» al que la organización incorpora sus propios datos relativos a tiempos. La medición y el sistema de aplicación no tienen forzosamente que proceder de la misma fuente.

CAPITULO **24**

Normas de tiempo para el trabajo con máquinas

En los capítulos 20 a 23 se expusieron los procedimientos básicos del estudio de tiempos tal como se aplican a las operaciones manuales. Con las técnicas y métodos descritos se pueden calcular normas de tiempo para todas las tareas en que el operario trabaja con herramientas de mano o de motor que él mismo maneja, por oposición a las máquinas que realizan automáticamente parte de la operación. (Quizá sea interesante señalar que esos trabajos se suelen calificar de irrestrictos porque el rendimiento del trabajador no está sujeto a restricciones que no dependan de él: el obrero que afila una herramienta contra una rueda abrasiva eléctrica o que pule una pieza de metal sosteniéndola contra una pulidora mecánica efectúa un trabajo irrestricto porque en ninguno de los dos casos sujeta la pieza en una máquina que siga haciendo el trabajo por sí sola.)

Sin embargo, es cada vez más corriente que las tareas industriales estén compuestas en parte por elementos ejecutados a mano por el trabajador y en parte por elementos realizados automáticamente por máquinas o aparatos, mientras el trabajador permanece forzosamente inactivo o se ocupa de otra cosa. Para fijar normas de tiempo a las operaciones de ese tipo hay que adaptar un tanto los métodos básicos de estudio de tiempos, e incluso se han ideado técnicas especiales para algunas operaciones muy complejas. En este capítulo sólo se describirán los métodos de uso más corriente.

1. Control de instalaciones y máquinas

> Se entiende por control de instalaciones y máquinas los procedimientos y medios para planificar y verificar el buen funcionamiento y utilización de las diversas partes de la fábrica y de su maquinaria.

En muchas empresas, una proporción considerable del capital invertido corresponde, globalmente, a los edificios, las máquinas y las herramientas, y es muy posible entonces que los gastos por servicio del capital, mantenimiento de las máquinas y amortización del equipo sean en total superiores a cualquier otro gasto de la fábrica (excluido el costo de las materias primas y de los componentes comprados, que es un gasto exterior más bien que un costo imputable a la fábrica). Muy a menudo los costos por concepto de maquinaria son mucho mayores que el total de salarios pagados, de modo que es de primordial importancia aprovechar

lo más intensamente posible todas las instalaciones, aunque sea a expensas de la productividad de la mano de obra. Hasta puede resultar conveniente aumentar el personal que atiende a las máquinas si así se pueden aprovechar mejor.

Por tanto, el analista, antes de concentrarse en tal o cual puesto de trabajo, haría bien en examinar primero qué partido sacan de las máquinas, sucesivamente, la firma, la empresa en general, cada sección y, tratándose de modelos de máquina particularmente caros, los encargados de cada uno. Estará entonces en mejores condiciones para decidir dónde aplicar con mayor provecho el estudio del trabajo y verá más claramente si predomina en importancia la productividad del trabajo o la utilización de las máquinas.

A continuación se citan algunos términos y conceptos empleados cuando se estudia la utilización de las máquinas (o de la fábrica, o del proceso). En su mayoría no requieren explicaciones. La correlación entre ellos se presenta gráficamente en la figura 113.

Tiempo máximo de máquina es el máximo teórico durante el cual podría funcionar una máquina o grupo de máquinas en un período dado, v.g.: 168 horas por semana o 24 por día.

Tiempo utilizable es aquel en que la máquina tiene quien la atienda, v.g.: la jornada o semana de trabajo, más las horas extraordinarias.

Tiempo inactivo es aquel en que la máquina podría utilizarse para producir o con otros fines, pero no se aprovecha por falta de trabajo, de materiales o de obreros, comprendido el tiempo en que falla la organización de la fábrica.

Tiempo accesorio es aquel en que la máquina deja momentáneamente de funcionar con fines de producción, mientras la adaptan, la ajustan, la limpian, etc.

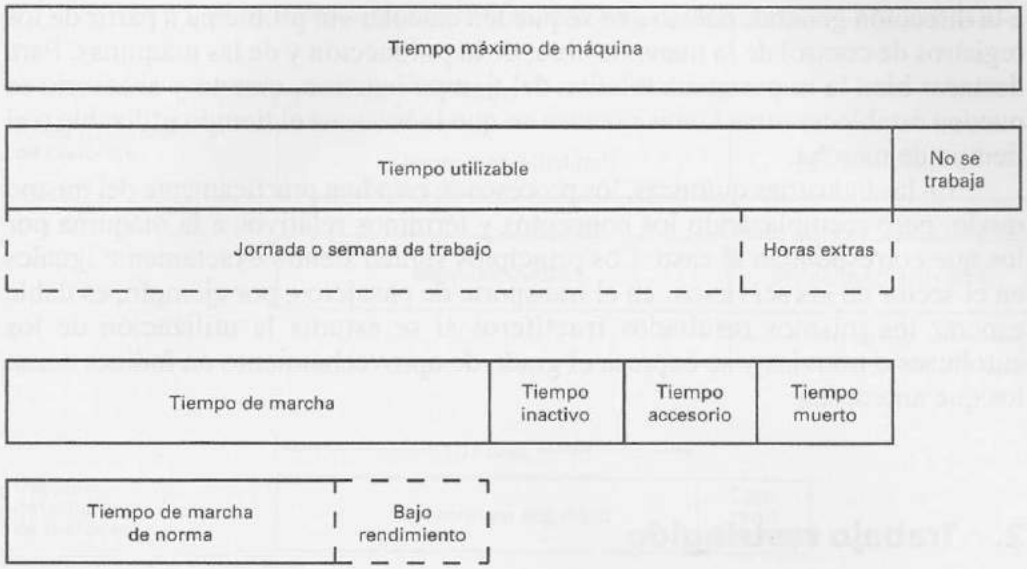
Tiempo muerto es aquel en que la máquina no puede funcionar con fines de producción ni fines accesorios por avería, operaciones de mantenimiento u otras razones análogas.

Tiempo de marcha es aquel en que la máquina efectivamente funciona, v.g.: el tiempo utilizable, menos los eventuales tiempos muertos, inactivos o accesorios.

El tiempo de marcha de la máquina, evidentemente, se observa sin más viéndola funcionar, pero no porque funcione hay que pensar que lo hace como debiera o que está ajustada para efectuar el trabajo en la forma más perfecta de que es capaz. Por eso se ha introducido otro concepto que resulta útil, a saber:

El **tiempo de marcha de norma**, o sea el que debería tardar la máquina en producir determinada cantidad funcionando en condiciones óptimas.

Figura 113. Diagrama explicativo del tiempo de máquina



Fuente: Basado en un diagrama del British Standards Institution: *Glossary of terms used in work study* (Londres, 1969).

Para apreciar la utilización de las máquinas, la técnica más práctica de medición del trabajo es el muestreo del trabajo, que se ha descrito en el capítulo 19. En efecto, esta técnica permite conseguir la información necesaria mucho más fácilmente que con el estudio de tiempos, especialmente cuando las máquinas son numerosas.

Por razones de comodidad, los resultados del estudio se expresan en cocientes o índices, de los cuales tres son los más corrientes:

1) el **índice de utilización de la máquina**, o sea:

$$\frac{\text{tiempo de marcha}}{\text{tiempo utilizable}}$$

que da la proporción de la jornada total en que se hizo funcionar la máquina;

2) el **índice de eficiencia de la máquina**, o sea:

$$\frac{\text{tiempo de marcha de norma}}{\text{tiempo de marcha}}$$

que indica hasta qué punto la máquina rinde los mejores resultados de que es capaz: el índice 1,0 (o 100 por ciento, como se expresa habitualmente) significaría que cuando está en marcha alcanza su máximo;

3) el **índice de utilización efectiva**, o sea:

$$\frac{\text{tiempo de marcha de norma}}{\text{tiempo utilizable}}$$

que sirve para formarse una idea de las posibilidades de reducir los costos si se hiciera funcionar la máquina con el máximo de eficiencia durante el tiempo íntegro en que trabaja la fábrica.

Cuando en una empresa se ha aplicado en todas partes la medición del trabajo es fácil organizar el envío regular de ese tipo de índices a intervalos fijos a la dirección general, puesto que se pueden calcular sin problema a partir de los registros de control de la mano de obra, de la producción y de las máquinas. Para destacar bien la importancia relativa del tiempo inactivo, muerto y accesorio se pueden establecer otras tantas razones en que la base sea el tiempo utilizable o el tiempo de marcha.

En las industrias químicas, los procesos se estudian prácticamente del mismo modo, pero reemplazando los conceptos y términos relativos a la máquina por los que correspondan al caso. Los principios siguen siendo exactamente iguales en el sector de los servicios: en el transporte de pasajeros, por ejemplo, es dable esperar los mismos resultados fructíferos si se estudia la utilización de los autobuses o tranvías y se expresa el grado de aprovechamiento en índices como los que anteceden.

2. Trabajo restringido

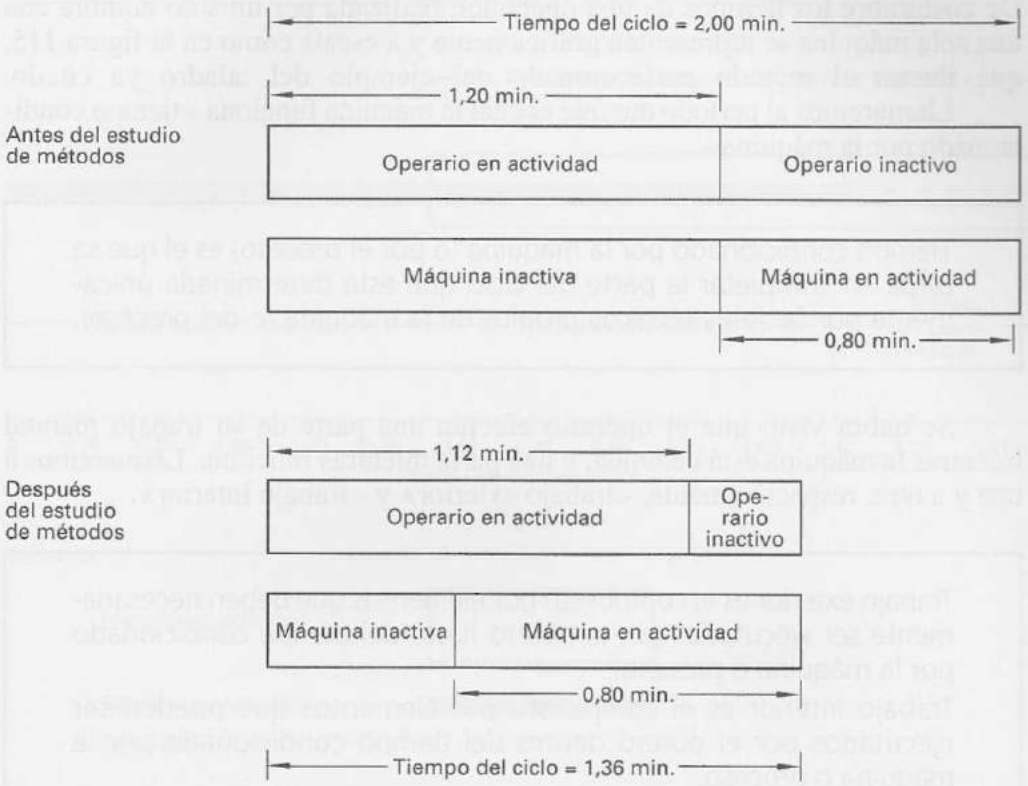
> Trabajo restringido es aquel en que el rendimiento del trabajador está limitado por factores que no dependen de él.

El caso más corriente de trabajo restringido, en el sentido que se le da aquí, es el del obrero encargado de una sola máquina que funciona automáticamente durante parte del ciclo de trabajo. El obrero podrá ejecutar los elementos manuales de la tarea a velocidad normal, más lenta o más rápida, pero, si bien influirá así en la cadencia a que termina la operación, no la regulará, porque haga lo que haga no podrá cambiar el tiempo durante el cual la máquina funciona automáticamente.

Esto no significa, claro está, que sea imposible abreviar el tiempo del ciclo. En el ejemplo del acabado de una pieza de hierro fundido, que se examinó en el capítulo 8 (figuras 41 y 42), se vio cuánto se podía ahorrar reorganizando la operación de modo que algunos elementos manuales que antes se ejecutaban mientras la máquina estaba detenida se efectuaran mientras la máquina, accionada automáticamente, taladrara la pieza siguiente. La comparación entre el tiempo invertido en el ciclo antes y después del estudio de métodos se ilustra en la figura 114. (El estudio de tiempos aplicado a esa misma operación se detalla en el capítulo siguiente.)

En este ejemplo el elemento con máquina no cambia «antes» y «después», pero el ciclo se ha reducido de 2 a 1,36 minutos, o sea en 32 por ciento. Con el método perfeccionado el operario necesita 1,12 minutos al ritmo tipo para ejecutar los elementos manuales de la tarea, pero efectúa algunos de ellos mientras funciona la máquina. Aunque el operario realizara todo su trabajo manual al *doble* de velocidad, el ciclo no tardaría la mitad que antes, sino sólo un 20 por ciento menos. Por tanto, el rendimiento del operario está limitado por factores que no dependen de él: su trabajo está «restringido».

Figura 114. Resultado del estudio de métodos en la operación de fresado



Lo mismo ocurre cuando se trata de:

- ☐ varias máquinas que funcionan en condiciones similares a las expuestas, ya sean manejadas por uno o por varios operarios;
- ☐ procesos vigilados por operarios cuya principal función sea observar su desarrollo o los instrumentos que registren ese desarrollo e intervenir únicamente cuando haya cambios en el desarrollo o en las indicaciones;
- ☐ trabajo ejecutado en equipo por dos o más operarios que dependen unos de otros, y resulte imposible equilibrar las respectivas tareas de manera que en el curso del ciclo nunca haya nadie con períodos inactivos.

El trabajo en equipo puede restringir la cadencia incluso cuando no se emplean máquinas. Es lo común en el montaje de piezas con transportador. Aunque éste sirva estrictamente para llevarlas de un puesto a otro, de modo que el operario recoja la que necesite y la vuelva a depositar después de trabajarla, es posible que la necesidad de esperar la siguiente le imponga restricciones. Si las operaciones de montaje se realizan directamente sobre el transportador en movimiento, como en las fábricas de automóviles, la situación es equivalente a la creada por una máquina estática.

Examinemos primero el caso más sencillo del obrero que maneja una sola máquina, y después pasaremos a las operaciones con varias.

3. Un obrero y una máquina

De costumbre los tiempos de una operación realizada por un solo hombre con una sola máquina se representan gráficamente y a escala como en la figura 115, que ilustra el método perfeccionado del ejemplo del taladro ya citado.

Llamaremos al período durante el cual la máquina funciona «tiempo condicionado por la máquina».

> Tiempo condicionado por la máquina (o por el proceso) es el que se tarda en completar la parte del ciclo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina (o del proceso).

Se habrá visto que el operario efectúa una parte de su trabajo manual mientras la máquina está detenida, y una parte mientras funciona. Llamaremos a una y a otra, respectivamente, «trabajo exterior» y «trabajo interior».

> Trabajo exterior es el compuesto por elementos que deben necesariamente ser ejecutados por el obrero fuera del tiempo condicionado por la máquina o proceso.
>
> Trabajo interior es el compuesto por elementos que pueden ser ejecutados por el obrero dentro del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

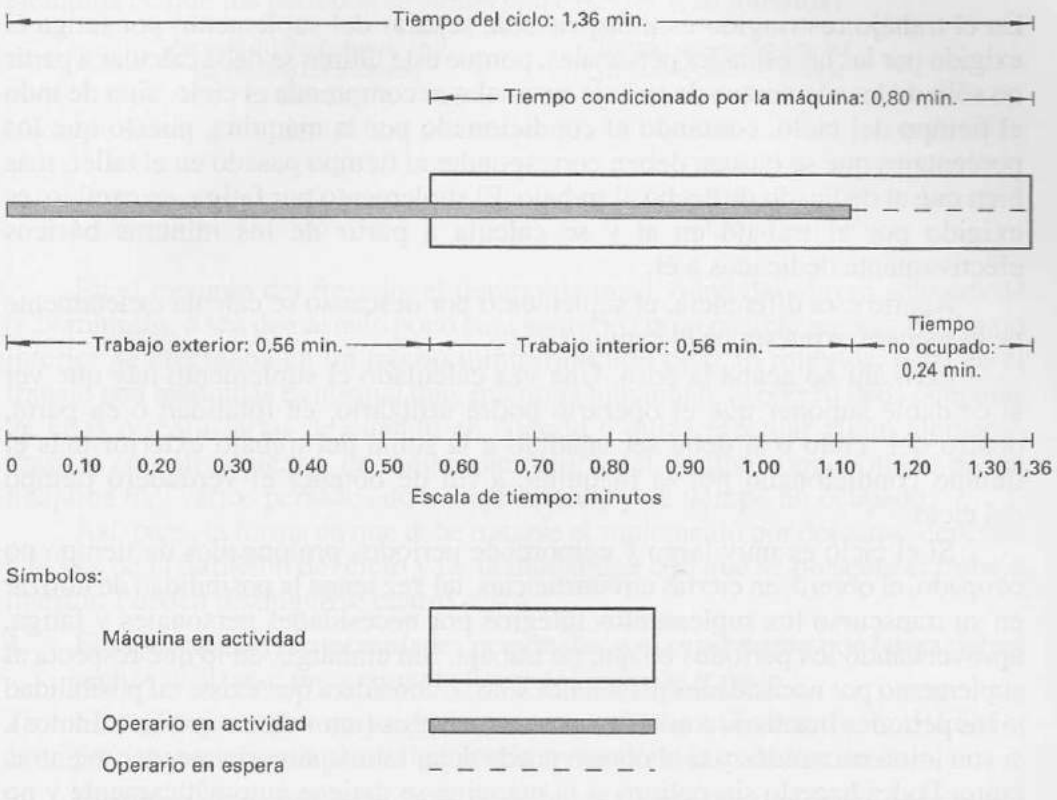
Por último está el tiempo durante el cual el operario espera que la máquina acabe de taladrar, y que denominaremos «tiempo no ocupado».

> Tiempo no ocupado son los períodos comprendidos en el tiempo condicionado por la máquina (o proceso) y en los cuales el obrero ni realiza trabajo interior ni hace uso de un descanso autorizado.

Para trazar diagramas de este tipo, los períodos de actividad del obrero (que comprenden trabajo exterior e interior) se calculan suponiendo que corresponden al desempeño tipo. En la figura 115 no se tuvieron en cuenta los suplementos por descanso y otros fines: el trabajo manual se calculó según la cadencia tipo y, por tanto, se expresó en minutos básicos. El tiempo condicionado por la máquina se expresó, evidentemente, en minutos reales. Así, pues, aplicando la escala de valoración 0-100 preconizada en este libro, los minutos básicos del trabajo manual y los minutos reales de funcionamiento de la máquina son comparables y pueden representarse a escala igual.

Para calcular el tiempo no ocupado es preciso conocer ya los tiempos de trabajo, que se habrán calculado según el desempeño tipo, es decir, a la cadencia

Figura 115. Operación de fresado (método perfeccionado)



tipo y con los debidos suplementos por descanso (de los que hablaremos más adelante). En circunstancias especiales, los elementos de la tarea vinculados con el trabajo a máquina tal vez se calculen según otra cadencia que se defina, pero en este libro no trataremos esos casos particulares.

El diagrama de la figura 115 se parece bastante a un inflador de bicicleta esquematizado, y en los países de habla inglesa se aprovecha el parecido para simplificar las explicaciones. El analista, al hablar de los principales medios de mejorar el método de trabajo dirá que trata de «hundir el pistón» y «acortar la bomba», es decir: primero, de organizar los elementos manuales del trabajo de modo que algunos de los que llamamos «exteriores» pasen a ser «interiores», lo cual abrevia el ciclo (como en el ejemplo estudiado), y segundo, de disminuir lo más posible el tiempo condicionado por la máquina haciéndola utilizar en forma óptima, a la velocidad y el avance indicados, con las partes cortantes debidamente afiladas y hechas con el acero que más se preste para el tipo de trabajo del momento, de modo que el tiempo de marcha de la máquina sea «el tiempo de norma».

4. Cálculo de suplementos por descanso

En el trabajo restringido es indispensable separar del suplemento por fatiga el exigido por las necesidades personales, porque este último se debe calcular a partir no sólo de los elementos de trabajo manual que comprenda el ciclo, sino de todo el tiempo del ciclo, contando el condicionado por la máquina, puesto que los porcentajes que se buscan deben corresponder al tiempo pasado en el taller, más bien que al dedicado de hecho al trabajo. El suplemento por fatiga, en cambio, es exigido por el trabajo en sí y se calcula a partir de los minutos básicos efectivamente dedicados a él.

Aparte esta diferencia, el suplemento por descanso se calcula exactamente de la manera expuesta en el capítulo 23.

Pero ahí no acaba la cosa. Una vez calculado el suplemento hay que ver si es dable suponer que el operario podrá utilizarlo, en totalidad o en parte, dentro del ciclo o si debe ser añadido a la suma del trabajo exterior más el tiempo condicionado por la máquina, a fin de obtener el verdadero tiempo del ciclo.

Si el ciclo es muy largo y comprende períodos prolongados de tiempo no ocupado, el obrero, en ciertas circunstancias, tal vez tenga la posibilidad de utilizar en su transcurso los suplementos íntegros por necesidades personales y fatiga, aprovechando los períodos en que no trabaja. Sin embargo, en lo que respecta al suplemento por necesidades personales sólo se considera que existe tal posibilidad si los períodos inactivos son suficientemente largos (unos diez o quince minutos), si son ininterrumpidos y si el obrero puede dejar la máquina sin atender mientras tanto. Podrá hacerlo sin peligro si la máquina se detiene automáticamente y no necesita vigilancia mientras funciona, o bien si trabajan cerca otros obreros que estén organizados para que alguno utilice su propio tiempo no ocupado en atender a la máquina del ausente. En la industria textil y otras ramas donde las máquinas funcionan sin interrupción, quizá día y noche, suele haber trabajadores «flotantes» que suplen a ratos a los titulares de los diversos puestos y mantienen las máquinas en marcha durante las breves pausas para comer cuando esas pausas están escalonadas.

Es mucho más corriente, sin embargo, sobre todo con ciclos breves, que el suplemento íntegro por necesidades personales se deba utilizar fuera del ciclo. En el ejemplo ya ilustrado del taladro, el ciclo, al durar sólo 1,36 minutos, no deja, evidentemente, posibilidad alguna al obrero de utilizar dicho suplemento en su transcurso.

Las cosas cambian un poco con el suplemento por fatiga. Es posible utilizar instantes bastante breves de tiempo no ocupado para combatir la fatiga, a condición de que el obrero pueda realmente aflojar los nervios y no tenga que estar siempre alerta o con la atención fija en la máquina y de que disponga de un asiento cerca. Se admite que todo período que no pase de 0,50 minutos no se puede contar como «respiro» y que todo período ininterrumpido igual o superior a 1,50 minutos se puede considerar como tiempo útil para reponerse. Por consiguiente, los períodos de 0,50 minutos o menos se descartan; para los comprendidos entre 0,50 y 1,50 minutos lo corriente es calcular el tiempo efectivamente utilizable en descansos restando 0,50 minutos de la duración real

del período y multiplicando el resultado por 1,5. A continuación figuran cuatro ejemplos en que los períodos se sitúan entre 0,50 y 1,50 minutos:

Período ininterrumpido real de tiempo no ocupado (min.)	*Tiempo que se supone ser utilizable para reponerse (min.)*
0,50	0
1,00	0,75
1,25	1,12
1,50	1,50

En el ejemplo del fresado, el tiempo de inactividad del obrero sólo era de 0,24 minutos, o sea demasiado poco para contarlo como posible reposo. El trabajo interior se efectuaba en un trecho ininterrumpido de 0,56 minutos, pero en el trabajo con máquinas es normal que, mientras funcionan, el obrero deba ocuparse de ellas o reajustarlas de cuando en cuando o quizá efectuar algún elemento manual con otras piezas, de modo que dentro del tiempo condicionado por la máquina hay varios períodos de trabajo interior y de tiempo no ocupado.

Así, pues, la forma en que debe tratarse el suplemento por descanso depende a la vez de la duración del ciclo y de la modalidad con que se presente el trabajo interior. Pueden distinguirse cuatro casos:

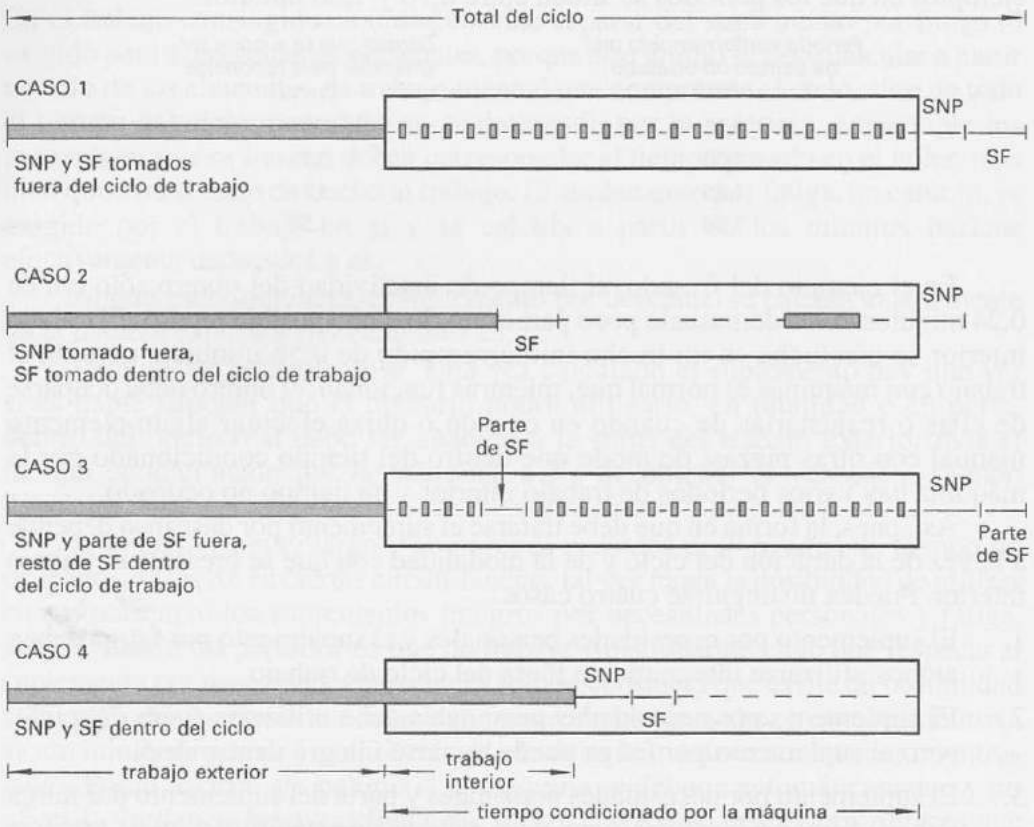
1. El suplemento por necesidades personales y el suplemento por fatiga deben ambos utilizarse íntegramente fuera del ciclo de trabajo.
2. El suplemento por necesidades personales debe utilizarse fuera del ciclo, pero el suplemento por fatiga puede tomarse íntegro dentro de él.
3. El suplemento por necesidades personales y parte del suplemento por fatiga deben utilizarse fuera del ciclo, pero el resto de este último puede tomarse dentro del ciclo.
4. El suplemento por necesidades personales y el suplemento por fatiga pueden ambos utilizarse íntegramente dentro del ciclo de trabajo.

En la figura 116 se ilustran los cuatro casos con cuatro secuencias de operaciones distintas, pero con ciertas características comunes, a saber:

Tiempo condicionado por la máquina	15 min.
Trabajo exterior	10 min. básicos
Trabajo interior	5 min. básicos
Suplemento por necesidades personales: 5 por ciento de trabajo exterior más tiempo condicionado por la máquina	1,25 min.
Suplemento por fatiga: 10 por ciento del total de minutos básicos	1,50 min.

En el caso 3 hay 1,0 minutos del tiempo condicionado por la máquina en que el obrero no trabaja, y según el método de cálculo ya explicado, se considera que da 0,75 minutos de «respiro», de modo que el resto del suplemento por fatiga (0,75 minutos) debe tomarse fuera del tiempo del ciclo. En el caso 4 se parte del supuesto de que otro trabajador cercano podría ocuparse de la operación si el titular tuviera que dejar su puesto más de los diez minutos del lapso de inactividad que ocurre durante el elemento ejecutado por la máquina.

Figura 116. Cuatro operaciones con elementos a máquina



SNP = Suplemento por necesidades personales.
SF = Suplemento por fatiga.

Se verá que el **tiempo total del ciclo** es distinto en cada uno de los cuatro casos, de modo que también será distinto el rendimiento, expresado en unidades, que se pueda esperar de una jornada de ocho horas:

	Tiempo total del ciclo (min.)	*Rendimiento diario previsto (unidades)*
Caso 1	27,75	17,3; redondeando: 17
Caso 2	26,25	18,3; redondeando: 18
Caso 3	27,00	17,7; con horas extra: 18
Caso 4	25,00	19,2; redondeando: 19

El **tiempo total del ciclo** es el que se debería tardar en terminar la tarea con el desempeño tipo; está compuesto (en el género de operaciones que estudiamos hasta ahora) por el trabajo exterior ejecutado a la cadencia tipo, el tiempo condicionado por la máquina y la fracción de suplemento por descanso que deba concederse fuera del tiempo condicionado por la máquina. Si no hay que prever otros suplementos (por ejemplo, por contingencias) y se dejan unos minutos reales de margen para el tiempo no ocupado, el total del ciclo equivaldrá numéricamente al tiempo tipo atribuible a la operación.

5. Suplemento por tiempo no ocupado

En los diagramas a escala que representan ciclos de trabajo restringido, como los de las figuras 115 y 116, se acostumbra indicar todos los elementos manuales con los tiempos que llevarían si se ejecutaran a la cadencia tipo. Es un sistema cómodo para estudiar los métodos y hacer los cálculos en que se basarán los suplementos por descanso y sus modalidades de atribución, después de lo cual se podrán ya determinar los tiempos totales de los ciclos y, consiguientemente, los rendimientos previsibles.

El paso siguiente consiste en calcular, en minutos reales, el total de los eventuales tiempos no ocupados. Tratándose de trabajos como los estudiados, ese total se obtiene restando del tiempo condicionado por la máquina la suma de todos los períodos de trabajo interior, en minutos básicos, más cualquier fracción de suplemento por descanso que se pueda aprovechar durante el tiempo condicionado por la máquina. Nótese muy especialmente que en el cálculo del tiempo no ocupado todos los elementos de la tarea deben corresponder al ritmo tipo.

Los tiempos tipo de las tareas u operaciones se deben basar en el trabajo hecho por los operarios – o sea el contenido de trabajo manual de la tarea – y no en el de la máquina. Cuando la tarea consta únicamente de elementos manuales (trabajo irrestricto), el tiempo tipo viene a ser una medida del trabajo que contiene la tarea. Pero en el caso del trabajo restringido el tiempo tipo expresa algo más. Recordemos la definición del tiempo tipo:

> Tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo.

Para obtener el tiempo tipo atribuible a una operación restringida no basta, pues, con calcular el contenido de trabajo (que comprende los suplementos por descanso y la porción de trabajo de los suplementos por contingencias que se hayan considerado justificados) y con añadirle tal vez algún pequeño suplemento adicional por demoras, sino que es preciso agregar un suplemento que corresponda al tiempo no ocupado inevitable que pueda haber durante el tiempo condicionado por la máquina o proceso.

> Suplemento por tiempo no ocupado es un margen que se deja al trabajador cuando hay lapsos no ocupados durante el tiempo condicionado por la máquina o el proceso.

Antes de prever ese margen, el analista debe haberse cerciorado de que el tiempo no ocupado es inevitable y de que es imposible reducirlo más mejorando los métodos o reorganizando el trabajo o las máquinas. Ya se dijo que a veces la empresa sale ganando al aceptar cierta cantidad de tiempo no ocupado si puede así aprovechar mejor las máquinas muy caras, ya que en el trabajo restringido la

utilización de la maquinaria es a menudo más importante que la productividad de la mano de obra.

El suplemento por tiempo no ocupado se expresa en minutos reales.

Remuneración del tiempo no ocupado

Cuando los tiempos tipo se emplean como base de un sistema de remuneración por rendimiento, el hecho de que se cuenten los tiempos no ocupados (tratándose de trabajo restringido) puede dar lugar a anomalías en los salarios, a menos que se tomen ciertas medidas.

Veamos un ejemplo del género de dificultades que se pueden presentar. Supongamos que en una empresa hay tres puestos a los que se ha fijado un mismo tiempo tipo de 100 minutos. En el primero todos los elementos de la tarea son manuales. En los otros dos el trabajo es de índole restringida y sus respectivos tiempos tipo comprenden suplementos por tiempo no ocupado, digamos, de 15 minutos para uno y 45 para el otro.

Si los tres obreros efectúan los elementos manuales de sus tareas al ritmo tipo y toman exactamente los reposos previstos, terminarán su trabajo los tres al cabo de 100 minutos. Pero el obrero del primer puesto habrá trabajado todo el tiempo (excepto, claro está, durante el reposo), mientras que los otros dos habrán estado inactivos 15 y 45 minutos respectivamente. Si el tiempo no ocupado se paga a la misma tasa que el de actividad, los obreros más recargados de trabajo pronto quedarán descontentos; los puestos adquirirán fama de «buenos» o «malos» según la cantidad de tiempo no ocupado que tengan, y será difícil encontrar candidatos para los «malos».

Esa dificultad habitualmente se supera, no modificando los tiempos tipo, sino estableciendo tasas diferentes de salario para el tiempo trabajado y el inactivo. A esos efectos los tiempos tipo, además de expresarse como totales, se desglosan en dos categorías según se explicó.

En el ejemplo citado, pues, el tiempo tipo de 100 minutos se descompondría, para los tres casos respectivos, en 100, 85 y 55 puntos de trabajo y 0, 15 y 45 de inactividad. Cabe señalar de paso que hay otras razones, aparte el tiempo no ocupado impuesto por la máquina. para acreditar al obrero puntos de inactividad, por ejemplo, para compensar demoras mientras espera trabajo, instrucciones o la reparación de una máquina averiada.

El sistema que adopte la empresa para remunerar de distinto modo el tiempo trabajado y el inactivo es en realidad una cuestión de administración de salarios, y no de estudio de tiempos, de modo que sale del tema de esta obra. Sin embargo, es preciso mencionar que todo sistema de ese género debería ser fácil de entender, de modo que los trabajadores comprendan de inmediato por qué a unas tareas que llevan el mismo tiempo corresponden salarios distintos. Antes de aplicarlo deberá ser negociado y acordado con los representantes de los obreros. Según uno de esos sistemas, que es típico, si los puntos de inactividad equivalen en total a menos de 5 por ciento de los de trabajo, se pagan a la misma tasa que éstos; cuando ascienden a 40 por ciento o más de los puntos de trabajo, se pagan a los tres cuartos de la tasa de éstos, y todos los porcentajes entre 5 y 40 por ciento se pagan a tasas intermedias diversas.

Cada empresa deberá ver qué sistema es el más adecuado para ella conforme a las circunstancias del caso, sobre todo a la medida en que los puestos con mucho tiempo desocupado sean excepcionales o comunes. A veces se adoptan tasas variables cuyo monto crece según una curva, pero en general se prefieren las relaciones lineales, y en todo caso las sencillas.

Al especialista en estudio del trabajo le interesa ante todo la cantidad de tiempo que se necesita para ejecutar una tarea u operación, y no tanto las disposiciones que se convengan para pagar ese tiempo. Casi todos los contratos colectivos de salarios tienen en cuenta la diferencia de calificaciones exigidas por distintas operaciones fijando tasas diferentes por minuto u hora de trabajo, y hay muchos factores más que pueden influir en la escala de salarios, pero ninguno de ellos alterará el cálculo del suplemento por tiempo no ocupado que deberá incluirse en el tiempo tipo de una tarea. Ese suplemento es una cantidad de minutos u horas, y la tarifa a que se paguen tales minutos u horas es algo que se debe negociar totalmente aparte.

Se dijo que en los casos típicos se pagaban a tasas reducidas los períodos no ocupados de cierta duración, pero puede ocurrir que en determinados puestos se justifiquen unas tasas realmente muy elevadas para las dos clases de tiempos, de tal modo que los titulares acaben cobrando más por un minuto de tiempo desocupado que otros obreros por un minuto de trabajo efectivo.

Es lo que sucede en el acabado a máquina del árbol de un generador eléctrico de turbina. Dicho árbol puede medir varios metros, y al llegar a las últimas etapas del acabado se habrán invertido en él sumas considerables por concepto de mano de obra y costo de la materia prima, que es particularmente cara. Como los errores de fresado pueden inutilizar la pieza íntegra y obligar a desecharla, el operario lleva una pesada responsabilidad, aunque la operación en sí no sea especialmente compleja. A causa de esa responsabilidad, el obrero quizá cobre tasas más altas, tanto por el tiempo de trabajo como por los lapsos de desocupación forzosa, que las atribuidas a las operaciones corrientes de torno. Hay operaciones o tareas «decisivas» análogas en muchas industrias.

6. Trabajo con múltiples máquinas

> Trabajo con múltiples máquinas es el del obrero que debe ocuparse de varias máquinas (similares o diferentes) en funcionamiento simultáneo.

En la sección 3 estudiamos el caso sencillo de un solo obrero que atiende a una sola máquina. Pero a menudo los trabajadores deben encargarse de varias máquinas, tal vez de muchas, lo que plantea problemas especiales de estudio del trabajo. El ejemplo más común es el de las tejedurías, donde le pueden tocar a un obrero entre 4 y 40 telares, si no más, según el modelo del telar y las características del tejido. También ocurre algo parecido en las industrias mecánicas, por ejemplo, con las máquinas de hacer tornillos o de arrollar bobinas. En esos casos las

máquinas casi siempre tienen dispositivos que las detienen automáticamente cuando acaban el trabajo o cuando sufren averías o funcionan mal.

Todas estas tareas son ejemplos de trabajo restringido, puesto que en el rendimiento del obrero influyen factores que no dependen de él. También lo son las operaciones en equipo, ya se trate de una sola máquina por equipo, o de varias, o incluso de trabajo sin ninguna máquina, puesto que también puede causar restricciones la falta de coordinación entre las cantidades de trabajo que deben ejecutar los diversos integrantes del equipo.

Factor carga

> Factor carga es la proporción del tiempo total del ciclo que tarda el obrero en ejecutar el trabajo necesario al ritmo tipo, durante un ciclo condicionado por una máquina o proceso.

El factor carga se designa a veces en inglés por voces equivalentes a «grado de ocupación» o «carga de trabajo». En el caso elemental del obrero con una sola máquina ilustrado en las figuras 115 y 116, si el tiempo total del ciclo es de 10 minutos y la cantidad de trabajo manual comprendido en el ciclo sólo llega a 1 minuto tipo, el factor carga será de un décimo, o de 10 por ciento.

El factor carga, invertido, indica el número de máquinas que el trabajador podría teóricamente manejar: en este caso, 10. En la práctica hay que tener en cuenta otros factores, de modo que el de carga sólo sirve como indicación muy burda de la posible relación entre máquinas y obreros. No es imposible que los elementos del trabajo consistan exclusivamente en quitar las piezas acabadas de máquinas que se han detenido automáticamente, colocar otras y poner de nuevo el mecanismo en marcha, y si todas las máquinas se parecen y trabajan piezas prácticamente iguales, tampoco será imposible establecer la secuencia ideal, o sea la que permita al obrero ocuparse del número de máquinas indicado por el factor carga invertido. Con mucho mayor frecuencia, sin embargo, difieren las máquinas o el trabajo que hacen, y a menudo hay que observarlas mientras funcionan, con el resultado de que el obrero no siempre puede ocuparse de la máquina en el momento preciso en que sería necesario. Las demoras que se producen por ese motivo se denominan **interferencias de las máquinas**.

Interferencia de las máquinas

> Se entenderá por interferencia de las máquinas el hecho de que varias máquinas (o procesos) estén esperando que las atienda el obrero encargado de ellas. Algo similar ocurre en el trabajo en equipo cuando las demoras fortuitas en un punto pueden alterar el rendimiento de todo el equipo.

Cuando estudia el trabajo con múltiples máquinas o en equipo (con o sin máquinas), el analista tiene que examinar primero los métodos empleados a fin de idear la secuencia que dé el mejor equilibrio, y por tanto el mínimo de interferencia, y aplicar después técnicas de estudio de tiempos para medir la cantidad de interferencia que no haya podido eliminar siquiera con la secuencia óptima. Ese estudio puede resultar a veces sumamente complicado, y a menudo exige métodos especializados que salen del campo de esta obra.

Si el equipo es de pocos obreros, o si con no más de dos se manejan unas pocas máquinas, bastará con métodos más sencillos. La secuencia de las operaciones se puede trazar y estudiar en diagramas de actividades múltiples (explicados en el capítulo 8), completados por diagramas de ciclo similares a los de las figuras 115 y 116. Los diagramas de cada máquina se dibujan uno debajo del otro a escala igual. En la figura 117 se ilustra el ejemplo sencillo del obrero sólo con tres máquinas.

En este ejemplo no hay trabajo interior, de modo que el obrero, en cuanto pone en marcha una máquina, puede pasar a otra. El orden en que lo hace está indicado por las flechitas verticales. Se observará que con esa secuencia la máquina C funciona sin intervalos, pero tanto la A como la B, después de pararse solas al final de sus respectivas operaciones, tienen que esperar un instante mientras llega el obrero. Los instantes de funcionamiento trabado se señalan con un arco gris.

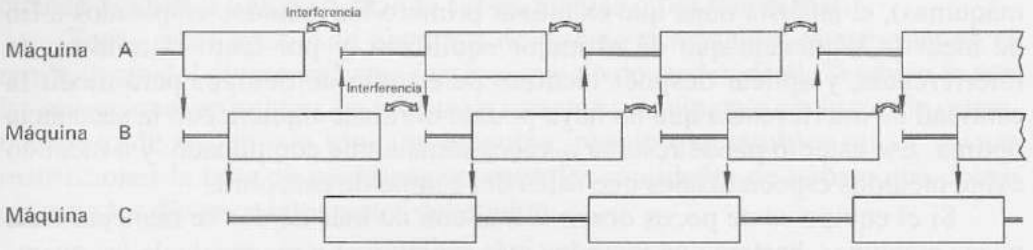
Suplemento por interferencia

> Suplemento por interferencia es el suplemento de tiempo correspondiente a la producción inevitablemente perdida por paro sincronizado de dos o más máquinas (o procesos) a cargo de un solo obrero. Algo similar ocurre con el trabajo en equipo.

Extendiendo los métodos descritos y siguiendo los mismos principios para los diagramas, se puede establecer el orden de operaciones y calcular la interferencia de una gama bastante amplia de operaciones con múltiples máquinas, entre las cuales muchas de las usadas en las industrias mecánicas y conexas, sobre todo aquellas en que las máquinas se paran en forma regular y previsible, más bien que fortuitamente. Las máquinas de arrollar bobinas, por ejemplo, se detienen solas cuando la bobina está lista, y es raro que haya contingencias, como la ruptura del hilo de metal.

En esos casos sencillos, en que el obrero sólo se ocupa de unas pocas máquinas y el trabajo es cíclico, con un principio y un final bien definidos en cada ciclo, los tiempos tipo se pueden calcular y expresar exactamente como en el trabajo irrestricto, es decir: tantos minutos u horas tipo por pieza, tarea u operación. Es lo que se hace en las operaciones a máquina de la metalurgia ligera, especialmente cuando los obreros manejan varias máquinas sucesivamente. En esos casos los tiempos tipo se calculan como se había explicado antes, a partir

Figura 117. Interferencia de máquinas



del contenido de trabajo de cada tarea u operación. **En ese cálculo no es necesario tener en cuenta la interferencia de las máquinas**, aunque quizá sí lo sea al hacer pronósticos u otros cálculos de control de la producción. En cambio, habrá que dejar margen en los tiempos tipo para el **tiempo inevitablemente desocupado** que quede durante el funcionamiento de las máquinas, y ese margen también se podrá calcular en la forma explicada anteriormente.

Cuando la máquina produce en forma continua, en vez de cíclica, especialmente en los procesos químicos, es más corriente fijar los tiempos tipo de determinado **volumen, longitud** o **peso** cómodo de lo que se produzca, más bien que por pieza u operación. En tejeduría, por ejemplo, se puede decir que a cada 100 metros de tela tejida corresponderán tantos minutos tipo (ésta es, de hecho, una de las múltiples formas de fijar normas de tiempo en la tejeduría). Lo más importante entonces no es ya el contenido de trabajo manual de la tarea, sino la producción que den las máquinas, aunque en los cálculos del rendimiento se debe, naturalmente, tener en cuenta la cantidad de trabajo manual exigido por las máquinas. El tiempo no ocupado tiene su importancia, y casi siempre hay que determinarlo, no para darle cabida en el tiempo tipo, sino más bien como indicación del número de máquinas que puede atender un obrero. **Para calcular los tiempos tipo, el suplemento que se debe prever es el de interferencia de las máquinas:** los lapsos durante los cuales algunas de las máquinas estarán detenidas esperando que llegue el obrero.

Es típico el caso del tejedor encargado de una serie de telares. Las interrupciones pueden deberse a muchas causas. En la resistencia del hilo, y por tanto en la frecuencia de los paros, influye la preparación de los materiales que forman la urdimbre y la trama, así como la temperatura y la humedad reinantes en la tejeduría, que probablemente cambien ambas señaladamente varias veces durante el turno. El buen o mal estado de conservación de los telares también influye en los paros, pero la velocidad y pericia del tejedor también tendrán su incidencia, puesto que el obrero muy ducho a menudo puede evitar los contratiempos viéndolos venir y tomando medidas preventivas.

En circunstancias de este tipo, el tiempo no ocupado se debe evaluar (para distribuir la carga de trabajo entre individuos), al igual que la interferencia (para calcular los tiempos tipo), mediante extensos estudios *de visu* que abarquen toda la diversidad de condiciones de trabajo y de variedad de materiales con que se trabaje (todos los tipos de hilo, por ejemplo). Quizá haya que dedicarles muchos días o semanas, cuando no varios meses. El muestreo del trabajo es una técnica

apropiada para este fin, y fue ideada expresamente para la industria textil. Es mucho más económica que el estudio de tiempos, que para no resultar excesivamente demorado y engorroso sólo se podría aplicar a talleres muy pequeños. Con el muestreo del trabajo, en cambio, una sola persona puede observar diez o doce telares en un taller y registrar todos los datos que necesite, lo que sería imposible con los métodos ordinarios del estudio de tiempos.

En cuanto a los métodos perfeccionados del estudio del trabajo más adelantado, que se aplican en situaciones complejas con muchas máquinas para evaluar la interferencia y calcular los correspondientes suplementos, no tendría sentido detallarlos en un texto de iniciación como éste. La mayoría de ellos se basan en procedimientos estadísticos y el cálculo de probabilidades, y su objeto es hacer predicciones fidedignas sin recurrir al estudio de tiempos ni al muestreo del trabajo. Para ello se han establecido fórmulas, curvas y juegos de tablas que ayudan a determinar la interferencia y la producción probable consiguiente de diversas combinaciones obrero-máquina. Tales sistemas, si se utilizan con cuidado, dan la posibilidad de ahorrar muchísimo tiempo al estudiar ciertas situaciones particulares y complejas en que coinciden múltiples máquinas y trabajo en equipo. Con todo, las predicciones que se hagan a partir de tales fórmulas y tablas deben en todos los casos corroborarse estudiando de primera mano en el taller las condiciones de trabajo reales, para tenerlas debidamente en cuenta.

Por regla general, los métodos de estudio del trabajo expuestos en este mismo capítulo, junto con el muestreo del trabajo (objeto del capítulo 19), debieran bastar para establecer tiempos tipo fidedignos en la mayoría de situaciones con que uno tiene probabilidades de tropezar en las empresas. Quienes tengan que determinarlos para operaciones complejas con múltiples máquinas consultarán con provecho obras más avanzadas. No obstante, es preferible no lanzarse en las técnicas estadísticas mientras no se tenga suficiente experiencia del estudio de tiempos y también del muestreo del trabajo como para verificar con ellos el acierto de los pronósticos.

* * *

En el próximo capítulo se expone el desarrollo completo de un estudio de tiempos. Se basa en el ejemplo del fresado de una pieza de hierro fundido que fue objeto de un diagrama de actividades múltiples en el capítulo 8 y de un diagrama de ciclo en la sección 3 del presente capítulo.

CAPITULO **25**

Ejemplo de estudio de tiempos

En los cuatro capítulos anteriores se aludió varias veces al ejemplo del fresado de una pieza de hierro fundido que sirvió de base para explicar el diagrama de actividades múltiples descrito en el capítulo 8. Ahora pasaremos a desarrollar un estudio de tiempos completo. Para seguir sin dificultad y paso a paso el correspondiente proceso y el cálculo del tiempo tipo es preferible ir estudiando los formularios que ilustran el texto.

Se eligió este ejemplo porque:

- ☐ es sencillo;
- ☐ ya fue objeto de un estudio de métodos;
- ☐ comprende a la vez elementos manuales y mecánicos;
- ☐ es típico del género de operaciones que se observan en todas las empresas de la industria mecánica y de otras industrias en que se emplean máquinas y procesos semiautomáticos.

Los formularios empleados son los de uso general que se habían ilustrado en el capítulo 20. Aunque todos los apuntes se hacen a mano, se acostumbra espaciar las líneas como para mecanografiarlos porque puede ocurrir que se deban distribuir copias en limpio de los estudios con fines de examen o circulación.

El estudio detallado en este capítulo no era el primero que se hacía de la operación. Los elementos y los cortes se definieron cuando se inició el estudio de métodos, y se consignaron entonces en una ficha preparada y archivada por el departamento de estudio del trabajo. Es ésta una excelente costumbre cuando se presume que la operación se va a estudiar varias veces, quizá por personas distintas. Así es seguro que todos los apuntes de las diversas series son comparables entre sí. Los elementos y cortes aparecen en la figura 118 y los croquis de la pieza y del lugar de trabajo se presentan en la figura 119.

Aunque el ejemplo que se estudió detalladamente es muy sencillo para tratarse de una actividad fabril, se puede aplicar exactamente el mismo procedimiento a las operaciones no fabriles o a cualquier otro trabajo que se estudie con objeto de fijar normas de tiempo. Las operaciones enteramente manuales, como el montaje, se tratarían de la mismísima manera.

Figura 118. Ficha explicativa de los elementos y cortes

Ficha núm. 1264

Pieza:	Caja de cambios B.239	*Dibujo:* 239/1
Material:	Hierro fundido IIS 2	
Operación:	Fresado final segunda cara	
Máquina:	Fresadora vertical Cincinnati núm. 4	
Fijación:	F.239	
Fresa:	25 cm TLF	
Calibrador:	239/7. Placa de ajuste	

Elementos y «cortes»

A. Asir pieza, ajustar en soporte, apretar dos tuercas, colocar resguardo, poner en marcha máquina y avance automático. Profundidad fresado: 2,5 mm. Velocidad: 80 r/m. Avance: 40 cm/min.
Corte: Máquina empieza a fresar.

B. Sostener pieza, desbarbar el borde con lima, limpiar con aire comprimido.
Corte: Pistola colgada en gancho.

C. Acercar calibrador a pieza, verificar superficie labrada, alejar calibrador.
Corte: Mano izquierda suelta calibrador.

D. Asir pieza, llevar a caja de piezas acabadas y dejar a un lado, asir pieza siguiente y colocarla en banco.
Corte: Pieza toca banco.

E. Esperar que máquina acabe de fresar.
Corte: Máquina para de fresar.

F. Detener máquina, dar vuelta al banco, abrir resguardo, soltar soporte, quitar pieza labrada y colocarla sobre placa de ajuste.
Corte: Pieza toca placa de ajuste.

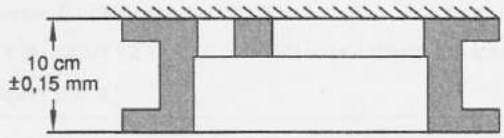
G. Limpiar limaduras con aire comprimido.
Corte: Pistola colgada en gancho.

Nota: Los elementos B, C y D son trabajo interior y se efectúan en una pieza ya fresada mientras la máquina va trabajando la pieza siguiente. El elemento D comprende el gesto de aproximar otra pieza, que se fresará una vez terminada la que está en la máquina.

Figura 119. Croquis de la pieza y del lugar de trabajo

El croquis del lugar de trabajo generalmente se necesita más cuando se estudia un montaje o la manipulación de materiales que cuando se trata de operaciones en los talleres, pues en éstos las máquinas se suelen disponer de la misma manera aunque cambie el trabajo. En el croquis de la pieza que labrar se mostrarán las superficies trabajadas, y si se trata de tornos revólver, también la disposición de las herramientas. Los dibujos se hacen más fácilmente en papel cuadriculado, y si se desea que todas las informaciones sobre el estudio figuren en la misma hoja, el croquis se puede hacer al dorso del formulario de estudio de tiempos, el cual, a su vez, puede mandarse imprimir como papel cuadriculado.

a) Croquis de la caja de cambios en la superficie que hay que trabajar y las dimensiones



b) Disposición del lugar de trabajo

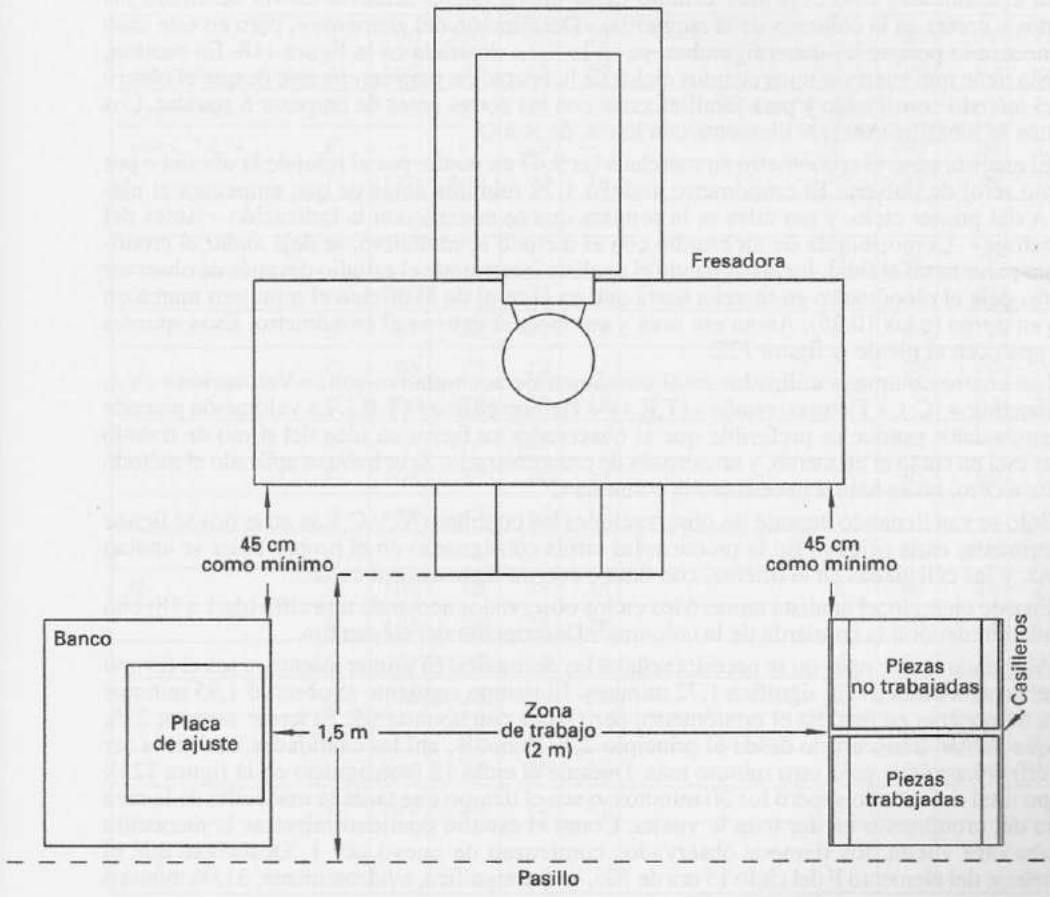


Figura 120. Formulario de estudio de tiempos (primera hoja)

Todos los datos previstos en el membrete del formulario (salvo la hora de término y el tiempo transcurrido) se anotaron antes de poner en marcha el cronómetro y empezar el estudio.

Si éste hubiese sido el primer estudio de la operación, el analista habría detallado los elementos y cortes en la columna de la izquierda, «Descripción del elemento», pero en este caso no era necesario porque los datos figuraban ya en la ficha ilustrada en la figura 118. En cambio, el analista tiene que observar unos cuantos ciclos de la operación para cerciorarse de que el obrero aplica el método consignado y para familiarizarse con los cortes antes de empezar a apuntar. Los elementos se identificaron sencillamente con letras, de A a G.

El analista puso el cronómetro en marcha a las 9.47 en punto, por el reloj de la oficina o por su propio reloj de pulsera. El cronómetro anduvo 1,72 minutos antes de que empezara el elemento A del primer ciclo, y esa cifra es la primera que se apunta, con la indicación «Antes del cronometraje». Como se trata de un estudio con el método acumulativo, se deja andar el cronómetro sin parar hasta el final. Incluso cuando el analista interrumpe el estudio después de observar 18 ciclos, deja el cronómetro en marcha hasta que en el reloj de la oficina el minutero marca un minuto en punto (a las 10.25). Anota esa hora y entonces sí detiene el cronómetro. Esos apuntes finales aparecen al pie de la figura 122.

Las cuatro columnas utilizadas en el cronometraje acumulativo son: «Valoración» (V.), «Cronometraje» (C.), «Tiempo restado» (T.R.) y «Tiempo básico» (T.B.). La valoración precede a los demás datos porque es preferible que el observador se forme su idea del ritmo de trabajo mientras está en curso el elemento, y no después de cronometrarlo. Si se hubiera aplicado el método de vuelta a cero, no se habría necesitado la columna C.

Sólo se van llenando durante las observaciones los columnas V. y C. Las otras dos se llenan posteriormente, en la oficina. En la práctica, las cifras consignadas en el propio taller se anotan con lápiz, y las calculadas en la oficina, con tinta o con un lápiz de otro color.

En este ejemplo, el analista numeró los ciclos observados acotando una cifra (de 1 a 18) con un círculo alrededor a la izquierda de la columna «Descripción del elemento».

Al apuntar los tiempos no se necesita señalar las decimales. El primer asiento, o sea el tiempo antes del cronometraje, 172, significa 1,72 minutos. El tiempo siguiente se observó 1,95 minutos después de ponerse en marcha el cronómetro, pero basta con apuntar 95. El tercer asiento, 220, indica que habían transcurrido desde el principio 2,20 minutos; ahí las cantidades vuelven a ser de dos cifras hasta que pasa otro minuto más. Durante el ciclo 15 (consignado en la figura 122), el tiempo total del estudio superó los 30 minutos, o sea el tiempo que tarda la manecilla de la cara pequeña del cronómetro en dar toda la vuelta. Como el estudio continuó mientras la manecilla empezaba otra vuelta, los tiempos observados comienzan de nuevo por 1. Obsérvese que el cronometraje del elemento F del ciclo 15 era de 106, lo que significa, evidentemente, 31,06 minutos después que se puso en marcha el cronómetro.

El elemento E – «Esperar que máquina acabe de fresar» – no representa trabajo y, por tanto, no se valoró su ritmo, ni tampoco se señaló una cantidad en la columna «Tiempo básico».

Estudio de tiempos

Departamento: *Taller de máquinas - Sección de fresado*

Estudio núm.: *17*
Hoja núm.: *1* de *5*

Operación: *Fresado final segunda cara* Estudio de métodos núm.: *9*

Término: *10.25*
Comienzo: *9.47*
Tiempo transc.: *38.00*

Instalación/máquina: *Fresadora vertical Cincinnati núm. 4* Núm. *26*

Herramientas y calibradores: *Fijación F.239 - Fresa de 25 cm TLF*
Calibrador 239/7 - Placa de ajuste

Operario:
Ficha núm.: *1234*

Producto/pieza: *B. 239 caja de cambios* Núm.: *239/1*

Observado por:
Fecha:

Plano núm.: *B. 239/1* (2.ª v.) Material: *Hierro fundido*

Calidad: *Según plano*

Comprobado:

Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza al dorso o en hoja aparte adjunta.

Descripción del elemento		V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento		V.	C.	T.R.	T.B.
Antes del cronometraje		—	172	—	—	④	A	80	622	32	26
①	A	110	95	23	25		B	85	50	28	24
	B	100	220	25	25		C	85	63	13	11
Elementos y cortes	A	100	32	12	12		D	85	83	20	17
según ficha	D	95	52	20	19		E	—	703	20	—
núm. 1264	E	—	77	25	—		F	105	26	23	24
	F	110	300	23	25		G	85	38	12	10
	G	110	08	08	09						
						⑤	A	80	70	32	26
②	A	110	31	23	25		B	85	97	27	23
	B	95	58	27	26		C	85	810	13	11
	C	95	71	13	12		D	85	30	20	17
	D	100	89	18	18		E	—	53	23	—
	E	—	412	23	—		F	105	76	23	24
	F	105	37	25	26		G	85	88	12	10
	G	100	47	10	10						
						⑥	A	95	915	27	26
③	A	105	72	25	26		B	95	42	27	26
	B	105	97	25	26		C	105	54	12	13
	C	95	510	13	12		D	80	77	23	18
	D	110	28	18	20		E	—	97	20	—
	E	—	53	25	—		F	95	1020	23	22
	F	100	78	25	25		G	100	30	10	10
	G	95	90	12	11						
				418						440	

Figura 121. Formulario de estudio de tiempos: continuación (hoja 2)

Las anotaciones ocuparon en total tres hojas. En la figura 121 aparece la primera de las dos hojas de continuación, y se notará que arriba a la derecha dice: «Hoja núm. 2 de 5». En efecto, a su debido tiempo se añadirán a las tres hojas la de análisis y la de resumen del estudio, que al prenderse con las demás constituirán el juego de cinco.

Además de las valoraciones y cronometrajes anotados como en la primera página, en esta hoja figuran dos interrupciones: «Hablar con capataz» y «Pausa de media mañana». En ninguna de las dos había ritmo que valorar, evidentemente. A la primera se le dio cabida entre las contingencias, y la segunda se tuvo en cuenta en el suplemento por descanso que se agregó al compilar el tiempo tipo de la operación.

Estudio núm.: 17	**Estudio de tiempos: continuación**				Hoja núm.: 2 de 5				
Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.
⑦ A	105	55	25	26	⑪ A	115	86	25	29
B	115	78	23	26	B	95	1713	27	26
C	95	91	13	12	C	75	28	15	11
D	85	1113	22	19	D	85	50	22	19
E	—	36	23	—	E	—	68	18	—
F	80	68	32	26	F	115	90	22	25
G	95	80	12	11	G	80	1803	13	10
⑧ A	75	1218	38	28	⑫ A	95	30	27	26
B	110	40	22	24	B	95	55	25	24
C	105	52	12	13	C	100	67	12	12
D	100	70	18	18	D	95	87	20	19
E	—	1300	30	—	E	—	1902	15	—
F	115	25	25	29	F	95	30	28	27
G	105	35	10	10	G	75	42	12	09
Hablar con capataz	—	75	40	—	Pausa de media mañana	—	2554	612	—
⑨ A	105	1400	25	26	⑬ A	85	86	32	27
B	100	25	25	25	B	80	2618	32	26
C	95	38	13	12	C	85	33	15	13
D	95	56	18	17	D	100	53	20	20
E	—	81	25	—	E	—	68	15	—
F	100	1509	28	28	F	85	96	28	24
G	85	21	12	10	G	95	2708	12	11
⑩ A	95	43	22	21	⑭ A	80	40	32	26
B	80	75	32	26	B	100	65	25	25
C	95	88	13	12	C	85	80	15	13
D	95	1608	20	19	D	95	2800	20	19
E	—	25	17	—	E	—	22	22	—
F	105	48	23	24	F	80	54	32	26
G	85	61	13	11	G	105	64	10	10
			631					1203	

Figura 122. Formulario de estudio de tiempos: continuación (hoja 3)

Lo primero que se anotó en esta hoja fue una interrupción: al pasar el inspector, verificó tres piezas y comentó algo con el obrero. El tiempo invertido en ese episodio, al igual que el registrado en la hoja anterior al lado de «Hablar con capataz», se contó después como contingencia.

Al acabar el ciclo 16 surgió un nuevo elemento de trabajo: ayudar al peón a descargar y cargar cajas. Ese elemento era casual, por oposición a los designados A a G, que eran repetitivos. El especialista valoró y cronometró el elemento, pero, en vista de que duraba más de un minuto, le atribuyó un valor y le midió el tiempo al cabo de los dos primeros medios minutos y también al final del elemento. Esta práctica, que permite lograr mayor exactitud, se explicó en la sección 9 del capítulo 21.

De vuelta en su oficina al acabar las observaciones, el especialista llenó primero los espacios «Término» y «Tiempo transcurrido» del membrete de la primera página, y empezó a llenar la tercera columna restando cada tiempo cronometrado del siguiente y apuntando el resultado bajo el epígrafe «T.R.». Al pie de cada columna sumaba los respectivos «tiempos restados», para pasar después los subtotales a la hoja 3. La adición de los subtotales dio 35,20 minutos. Añadiéndoles el tiempo antes y el tiempo después del cronometraje se obtiene como resultado 38 minutos, cifra que coincide con la del tiempo transcurrido y sirve para probar que las restas estaban bien hechas.

La etapa siguiente, la «conversión», consiste en multiplicar cada tiempo restado por su respectiva valoración para obtener el tiempo básico y apuntarlo en la cuarta columna. Esa operación se facilita mucho con una pequeña calculadora de bolsillo. Las cantidades se redondean a la centésima de minuto más próximo: 0,204 minutos, por ejemplo, se convierte en 20, y 0,206, en 21, pero queda en suspenso el caso de 0,205. Observando el formulario de la figura 98 vemos que en ese estudio preciso se aplicaba la regla de redondear para abajo: en efecto, el elemento G del ciclo 15 lleva la valoración 105 y un tiempo restado de 10, lo que da, con tres decimales, un tiempo básico de 0,105 minutos, pero la cantidad anotada es sólo 10, sin las 5 milésimas. En el estudio se verán otros ejemplos análogos, aunque la mayoría de los especialistas aplican la regla inversa y redondean la media centésima para arriba.

Estudio núm.: 17	**Estudio de tiempos: continuación**	Hoja núm.: 3 de 5

Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.
Pasa inspector; verifica					⑱ A	100	71	27	27
3 piezas; comenta	—	2966	102	—	B	100	96	25	25
					C	95	609	13	12
⑮ A	95	93	27	26	D	75	34	25	19
B	80	3023	30	24	E	—	52	18	—
C	100	36	13	13	F	100	77	25	25
D	100	56	20	20	G	75	92	15	11
E	—	74	18	—					
F	80	106	32	26				148	
G	105	16	10	10					
⑯ A	80	49	33	26	*Cronómetro detenido*		800		
B	85	77	28	24	*a las 10.25*				
C	105	89	12	13	*(t. transcurrido 38 min.)*				
D	100	207	18	18	*Después de cronometraje*			108	
E	—	30	23	—					
F	95	57	27	26					
G	85	70	13	11					
Ayudar peón a descargar	85	320	50	43					
cajas con más piezas	95	70	50	48					
y cargar las terminadas	95	90	20	19	*Verificación tiempos*			418	
en carretilla (30 nuevas					*restados*			440	
+ 30 terminadas en caja								631	
de 10)								1203	
⑰ A	100	417	27	27				680	
B	85	49	32	27				148	
C	85	64	15	13				3520	
D	85	86	22	19					
E	—	509	23	—	*Antes de cronometraje*			172	
F	100	34	25	25	*Después de cronometraje*			108	
G	105	44	10	10					
					T. Transcurrido			3800	
			680						

Figura 123. Hoja de trabajo

Los elementos repetitivos A, B, C, D, F y G eran todos de carácter constante, de modo que sus correspondientes tiempos básicos seleccionados se obtuvieron sacando sencillamente los promedios. Como se dijo en el capítulo 20, los datos se pueden analizar de varias maneras, por lo cual no se acostumbra mandar imprimir formularios especiales. Cualquier papel rayado o cuadriculado sirve, y cuando se ha hecho cuadricular el dorso de la primera página del formulario de estudio (para facilitar los croquis) se puede emplear perfectamente, después de señalar arriba el número del estudio y el número de la hoja. Si el estudio es muy sencillo, el análisis se puede efectuar directamente en la hoja de resumen, aunque trazando algunas columnas más en el espacio «Descripción del elemento».

Los métodos para obtener los tiempos básicos seleccionados se exponen en el capítulo 23. En este caso no se descubrió ninguna anomalía en los tiempos básicos alineados bajo los elementos A, B, C, D, F y G, y no hubo, pues, necesidad de descartar cifras aberrantes. Se totalizaron entonces los tiempos básicos de cada elemento y se calculó el tiempo básico seleccionado dividiendo cada total por el número de observaciones (18).

Debajo del elemento E «Esperar que máquina acabe de fresar» no hay cifras, puesto que era un tiempo no ocupado, que, por tanto, no se sometía a valoración. En cada ciclo, la duración efectiva de ese tiempo no ocupado dependía de la velocidad a la cual el operario despachaba el trabajo interior que ejecutaba sobre otra pieza mientras la máquina seguía fresando automáticamente.

El tiempo que tardaba la máquina en acabar el fresado no variaba de ciclo a ciclo: estaba determinado por la regulación automática de la velocidad de avance y de la profundidad del labrado. Era, pues, muy fácil de calcular. En este estudio, el tiempo condicionado por la máquina empezaba al final del elemento A y acababa al terminar el elemento E, de modo que se podía deducir de las hojas de estudio restando el cronometraje de A del cronometraje de E. Los resultados se tabularon debajo del epígrafe «TCM», a la derecha de la hoja de trabajo. Estos tiempos son, evidentemente, minutos efectivos, y no tiempos básicos.

Se observará que dos de los TCM se destacan por el círculo que los rodea. El especialista no señaló en sus apuntes que hubiera anomalías, y al examinar las cifras de los ciclos en que aparecieron esos tiempos insólitos tampoco salta a la vista la explicación. Posiblemente el TCM más breve se haya debido a que el operario, que accionaba la máquina a mano antes de engranar el avance automático, haya demorado más que de costumbre en hacerlo sin que el analista lo notara. A su vez, el TCM más largo del ciclo 17 puede deberse a que el operario no haya detenido la máquina con la rapidez habitual, también sin que se advirtiera la tardanza. Los dos tiempos con círculo alrededor se excluyeron del total de 13.05 minutos efectivos de tiempos condicionados por la máquina, de modo que ese total se dividió por 16, y no por 18, para sacar el promedio de TCM, o sea 0,816.

En cuanto al elemento E, o sea el tiempo no ocupado, se restó del promedio de TCM el total de los tiempos básicos seleccionados de los elementos B, C y D (que corresponden a trabajo interior) y se obtuvo, como promedio del tiempo no ocupado, 0,257 minutos.

Al llegar a esta etapa de elaboración se acostumbra conservar la tercera decimal de los tiempos básicos seleccionados y proseguir los cálculos con ese grado de aproximación en la hoja de resumen y en la de análisis de los estudios.

Estudio núm.: *17*	**Hoja de trabajo**					Hoja núm.: *4* de *5*		
Elemento:	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**TCM**
		(Tiempos básicos)						(Minutos efectivos)
Ciclo núm.								
1	25	25	12	19		25	09	82
2	25	26	12	18		26	10	81
3	26	26	12	20		25	11	81
4	26	24	11	17		24	10	81
5	26	23	11	17		24	10	83
6	26	26	13	18		22	10	82
7	26	26	12	19		26	11	81
8	28	24	13	18		29	10	82
9	26	25	12	17		28	10	81
10	21	26	12	19		24	11	82
11	29	26	11	19		25	10	82
12	26	24	12	19		27	09	(72)
13	27	26	13	20		24	11	82
14	26	25	13	19		26	10	82
15	26	24	13	20		26	10	81
16	26	24	13	18		26	11	81
17	27	27	13	19		25	10	(92)
18	27	25	12	19		25	11	81
Totales	**4,69**	**4,52**	**2,20**	**3,35**		**4,57**	**1,84**	**13,05**
Veces	**18**	**18**	**18**	**18**		**18**	**18**	**16**
Promedios	**0,261**	**0,251**	**0,122**	**0,186**		**0,254**	**0,102**	**0,816**

TCM = 0,816 Minutos efectivos
B+C+D = 0,559 Minutos básicos

Elemento E (no ocupado) = 0,257

Figura 124. Hoja de resumen de estudio

Dijimos que la hoja de resumen era la última del pliego de 5 que se guardó en los ficheros como constancia del respectivo estudio. Como las hojas llenadas en el curso de las observaciones inevitablemente se van ajando y como las anotaciones que llevan, hechas a la mayor velocidad posible, a menudo consisten en abreviaturas escritas con mala letra y difíciles de entender (a menos de ser su autor), la hoja de resumen sirve no sólo para presentar concisamente todos los resultados del estudio, sino también para consignar en los espacios del membrete, con tinta y letra clara, todos los datos de la operación que se habían apuntado al principio en la primera hoja del estudio.

Lo primero que se escribió fueron los elementos repetitivos A a G, excluyendo E, y se indicó que tres de ellos eran trabajo interior y los otros tres exterior. Las cantidades de la columna «T.B.» son los tiempos básicos por vez y se copiaron de la hoja de trabajo de la figura 123. En cada línea se señaló como frecuencia 1/1, lo que significa que cada elemento aparecía una vez por ciclo. Los tiempos del elemento efectuado por la máquina y el consiguiente tiempo no ocupado del operario (elemento E) se apuntaron más abajo. En la columna «Obs.» se indica el número de observaciones del elemento que se tuvieron en cuenta al calcular el tiempo básico seleccionado. Esa información se pasará a la hoja de análisis, donde servirá para deducir los tiempos básicos seleccionados que entrarán en la compilación del tiempo tipo.

Bajo el epígrafe «Elementos casuales y contingencias» se indica el tiempo básico del elemento durante el cual el operario ayudó a cargar y descargar cajas de piezas. Se verá que este elemento sólo se produjo una vez y que su frecuencia debía ser 1/30, puesto que llegaron tres cajas de piezas bastas y se cargaron tres cajas de piezas acabadas. Los otros sucesos no repetitivos que se observaron fueron «Hablar con capataz» y «Pasa inspector, verifica tres piezas y comenta». Como esos episodios no tenían ritmo que valorar, sus tiempos se expresaron en minutos efectivos (m.e.).

Finalmente, el analista consignó en minutos efectivos la pausa que hizo el operario durante el período estudiado.

Los tiempos básicos figuran con la tercera decimal, y así se pasaron también a la hoja de análisis. Puede parecer una precisión injustificada para el grado de exactitud de los datos en que se basan los asientos, pero las centésimas de minuto pueden tener importancia si se procede a multiplicaciones posteriores. En efecto, si en la hoja de análisis se decide hacer la selección final de los tiempos básicos sacando promedios, cada una de las cantidades registradas se multiplicará por el correspondiente número de observaciones para obtener el total de minutos básicos del elemento que se había observado. Se sumarán entonces los totales de todos los estudios de que fue objeto la operación y el resultado se dividirá por el número total de observaciones para obtener el promedio general. En esa etapa, una vez hechos todos los cálculos aritméticos, las selecciones finales se expresarán con una aproximación de dos decimales solamente, o sea al centésimo de minuto más cercano.

Resumen del estudio

Departamento: *Máquinas*	Sección: *Fresado*	Estudio núm.: *17* Hoja núm.: *5 de 5*	
Operación: *Fresar 2.ª cara*	Estudio de métodos núm.: *9*	Fecha:	
Instalación/máquina: *Fresadora vertical Cincinnati núm. 4*	Núm.: *26* *Fresa 25 cm TLF*	Término:	*10 h 25*
		Comienzo:	*9 h 47*
Herramientas y calibradores: *Fijación F.239*	*Calibr. 239/7 - Placa de ajuste*	T. transcurrido:	*38,00*
		T. punteo:	*2,80*
Producto/pieza: *Caja de cambios B.239*	Núm.:	T. neto:	*35,20*
Plano núm.: *B.239/1*	Material: *Hierro fundido IIS 2*	T. observado:	*35,20*
Calidad: *Según plano*	Condiciones trabajo: *Buenas (luz incl.)*	Diferencia:	—
		Idem como %:	—
Operario: Sexo	Ficha núm.: *1234*	Observado por: Comprobado por:	

Croquis y notas al dorso de hoja 1.

El. núm.	Descripción del elemento		T.B.	F.	Obs.	
	Repetitivos					
A		*Trabajo exterior*	*0,261*	*1/1*	*18*	
B		*Trabajo interior*	*0,251*	*1/1*	*18*	
C	*Según ficha núm. 1264*	*Trabajo interior*	*0,122*	*1/1*	*18*	
D		*Trabajo interior*	*0,186*	*1/1*	*18*	
F		*Trabajo exterior*	*0,254*	*1/1*	*18*	
G		*Trabajo exterior*	*0,104*	*1/1*	*18*	
	Elemento de máquina		*0,816*	*1/1*	*16*	
E	*Tiempo no ocupado dentro de TCM*		*0,257*	*1/1*	*18*	
	Elementos casuales y contingencias					
	Ayudar a descargar cajas de piezas					
	bastas y cargar cajas de piezas					
	trabajadas		*1,100*		*1*	*Frec. 1/30 piezas*
	(trabajo exterior)					*(cajas de 10)*
	Hablar con capataz (T. ext.) (m.e.)		*0,400*	*1/18*	*Obs.*	
	Pasa inspector, verifica 3 piezas y					
	comenta (T. ext.) (m.e.)		*1,020*	*1/18*	*Obs.*	
	Descanso (m.e.)		*6,120*			

Figura 125. Extracto de una hoja de análisis de estudios

A medida que cada estudio de tiempos se elaboraba y resumía, las anotaciones de la hoja de resumen se pasaban a una hoja de análisis. Esas hojas a menudo se mandan imprimir en papel de formato A3 de doble oficio o aún más grande, de modo que sólo se reproduce aquí parte de la hoja.

Se verá que de esta operación se hicieron en total cinco estudios, en que cuatro especialistas distintos observaron 92 ciclos, efectuados por tres operarios. Los tiempos tipo de las operaciones corrientes de mecánica se compilan habitualmente a partir de normas de tiempo predeterminadas (véase capítulo 26), y cuando se ha acumulado una buena cantidad de datos, a menudo es posible establecer tiempos tipo exactos con menos estudios, o bien observando un número más reducido de ciclos.

Cuando se revisaron los resultados correspondientes a los elementos A, B, C, D, F y G no se vio ninguna anomalía que indujera a hacer mayores investigaciones, y se procedió en seguida al establecimiento de los tiempos básicos seleccionados finales de esos elementos. Para cada uno de éstos se sacó el promedio ponderado de los tiempos. Como todos los elementos repetitivos eran también constantes, no se necesitó representarlos gráficamente. En la primera de las cuatro columnas de la derecha de la hoja se anotaron los respectivos tiempos básicos totales; después se dividieron por 92, o sea el número de ciclos, y se obtuvieron los minutos básicos por vez, que se apuntaron en la columna siguiente. Nótese que ahora sólo se conservan dos decimales, es decir, una aproximación de centésima de minuto.

En la tercera columna se ve que los elementos repetitivos aparecían con una frecuencia de una vez por ciclo (1/1), de modo que los minutos básicos por ciclo que se registran en la última columna coinciden con los de la antepenúltima columna. El tiempo no ocupado (elemento E) se calculó de la misma manera que en el resumen: se restaron los minutos básicos de tiempo interior del tiempo condicionado por la máquina. En general, el tiempo no ocupado no se evalúa sino después de sumar el suplemento por descanso a los elementos de trabajo, pero en este caso, como se verá al llegar a dicho suplemento, esa precaución no era necesaria.

El elemento casual «Ayudar a descargar» se observó sólo tres veces, en tres estudios distintos. Como se sabe que la carretilla lleva tres cajas con 10 piezas cada una, es evidente que la frecuencia de este elemento debe de ser de una vez por cada 30 piezas, o sea por cada 30 ciclos. El tiempo básico medio por vez se dividió, pues, por 30 y se obtuvo el tiempo básico por ciclo: 0,04 minutos.

Para el elemento «Hablar con capataz» se dividió el tiempo total observado por los 92 ciclos, lo que dio 0,01 minutos por ciclo. Lo mismo se hizo con el elemento «Inspector verifica», aunque en este caso, como se sabía por el capataz que el inspector debía verificar tres piezas cada 100, se indicó como frecuencia 1/100. Estos dos períodos muy breves, registrados en minutos efectivos, se asimilaron posteriormente a contingencias y se tuvieron en cuenta en los suplementos por concepto de estas últimas.

								Totales	Tiempo básico seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	Minutos básico por ciclo
	Estudio núm.:	3	9	17	25	28					
	Fecha:	27/4	1/5	4/5	7/5	11/5					
	Operario:	CAA	TBN	CAA	TBN	CRW					
	Ficha núm.:	1234	1547	1234	1547	1846					
	Máquina núm.:	26	34	26	127	71					
	Realizado por:	BDM	CEP	MN	DFS	BDM		Ciclos			
	Núm. ciclo obs.:	15	26	18	13	20		92			
El. núm.	Elementos	Tiempo básico por vez						T.B.	M.B.		M.B.
A	Asir pieza, colocar, sujetar, poner en marcha	0,276	0,257	0,261	0,270	0,281		24,645	0,27	1/1	0,27
B	Sostener, desbarbar, limpiar	0,240	0,266	0,251	0,252	0,244		23,305	0,25	1/1	0,25
C	Calibrar	0,114	0,127	0,122	0,128	0,111		11,089	0,12	1/1	0,12
D	Quitar pieza, traer otra	0,197	0,196	0,186	0,191	0,180		17,485	0,19	1/1	0,19
E	Esperar fin fresado (m.e.)	0,264	0,222	0,257	0,253	0,275				1/1	0,26
F	Parar fres., soltar, quitar	0,271	0,270	0,254	0,250	0,245		23,820	0,26	1/1	0,26
G	Limpiar limaduras	0,096	0,112	0,104	0,090	0,092		9,240	0,10	1/1	0,10
	Tiempo condic. por máquina (minutos efectivos)	0,821	0,811	0,816	0,824	0,810		75,000	0,82	1/1	0,82
	Ayudar a descargar y cargar cajas de piezas	–	–	1,100 (1 obs.)	1,420 (1 obs.)	1,310 (1 obs.)		3,830	1,28	1/30	0,04
	Hablar con capataz (minutos efectivos)	1,140	–	0,400	0,870	–		2,410	0,80	1/92	0,01
	Inspector verifica, comenta (minutos efectivos)	–	1,470 (1 obs.)	1,020 (1 obs.)	–	1,770 (1 obs.)		4,260	1,42	1/100	0,01

Figura 126. Cálculo de suplemento por descanso

Para calcular el suplemento por descanso a menudo se utilizan formularios como el ilustrado en estas páginas, porque el encabezamiento detallado ayuda a evitar las omisiones. El cálculo de los suplementos se basa en los datos de las tablas reproducidas en el apéndice 3. En este ejemplo, el peso en kg se ha convertido en libras para que se puedan calcular los puntos de estos cuadros. El total para suplementos por descanso (que representa tanto los suplementos fijos como los variables) también incluye un suplemento por necesidades personales de 5 por ciento. Para obtener el suplemento por fatiga hay que restar ese 5 por ciento, para cada elemento, del suplemento total por descanso.

Como en el ejemplo se trataba de trabajo restringido, el suplemento por fatiga se calculó aparte.

		Suplemento									
Producto: *Caja de cambios B. 239* Peso: *6,8 kg c/u (15 libras)*		Tensión física									
Operación: *Fresado de segunda cara*		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos	
Condiciones de trabajo: *Buenas*											
El. núm.	Descripción del elemento	Tensión[2]	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos
A	*Asir pieza, ajustar en soporte, apretar 2 tuercas, colocar resguardo y poner en marcha máquina*	M	20	B	1	—	—	—	—	—	—
B	*Desbarbar y limpiar*	B	—	B	1	—	—	—	—	—	—
C	*Calibrar*	B	—	B	1	—	—	—	—	—	—
D	*Asir pieza, colocar en caja, asir nueva pieza y colocar junto máquina*	M	20	B	1	—	—	—	—	—	—
E	*Esperar máquina (tiempo no ocupado)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	*Parar máquina, abrir resguardo, aflojar tuercas, sacar pieza, colocar sobre placa de ajuste*	M	20	B	1	—	—	—	—	—	—
G	*Limpiar soporte con aire comprimido*	—	—	B	3	—	—	—	—	—	—
Elemento ocasional	*Ayudar peón a descargar y cargar cajas de piezas (10 por caja = 68 kg/2 hombres, 1/30 ciclos)*	A	89	A	12	—	—	—	—	—	—

[1] Los porcentajes del suplemento total por descanso, calculados en base a la tabla de conversión de puntos presentada en el apéndice 3, cubren los suplementos básicos y los variables, así como un suplemento fijo por necesidades personales de 5 por ciento.
[2] Grado de tensión: B = bajo; M = medio; A = alto.

Durante el tiempo condicionado por la máquina sólo hubo 0,26 minutos efectivos de tiempo no ocupado, lo que se consideró demasiado poco como para recuperarse del cansancio (véase sección 12 del capítulo 23), de modo que se añadió al trabajo exterior, y por tanto al tiempo del ciclo, el suplemento por descanso íntegro, es decir, tanto el previsto por necesidades personales como el suplemento por fatiga.

El suplemento por necesidades personales de 5 por ciento se aplicó a la suma del trabajo exterior más el tiempo condicionado por la máquina, mientras que el suplemento por fatiga se calculó en función de los elementos de trabajo únicamente.

Se verá por el cuadro 18 que el suplemento por descanso ascendió en total a 0,21 minutos, o sea menos que el período no ocupado (0,26 minutos), pero de todos modos tuvo que ser añadido a los períodos no comprendidos en el tiempo condicionado por la máquina, puesto que los lapsos de tiempo no ocupado inferiores a 0,5 minutos no se cuentan en los suplementos por fatiga.

por descanso

Tensión mental								Condiciones de trabajo												Total puntos	Total suplemento por descanso[1] (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)
Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad		Presencia de agua				
Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos			
B	1	M	1	B	2	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	33	16	11
B	1	M	1	B	2	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	13	11	6
B	1	M	1	B	2	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	13	11	6
B	1	M	1	B	2	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	33	16	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B	1	M	1	B	2	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	33	16	11
—	—	—	—	—	—	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	11	11	6
—	—	—	—	—	—	B	1	M	6	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	109	74	69

Cuadro 18. Cálculo final del suplemento por descanso

Suplemento por fatiga		Tiempo básico	Fatiga (%)	Suplemento Minutos
Elementos de trabajo interior:	B	0,25	6	0,0150
	C	0,12	6	0,0070
	D	0,19	11	0,0209
		0,56		0,0429
Elementos de trabajo exterior:	A	0,27	11	0,0297
	F	0,26	11	0,0286
	G	0,10	6	0,0060
Elemento casual «ayudar peón»		0,04	69	0,0276
Suplemento por contingencias: 2,5 por ciento de tiempo básico total, suplemento por descanso inclusive		0,03	—	—
		0,70		0,0919
	Total suplemento por fatiga			0,1348

Suplemento por necesidades personales

5 por ciento trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina: 5 por ciento de (0,70 + 0,82)	0,0760

Total del suplemento por descanso

Suplemento por fatiga + suplemento por necesidades personales		0,2108
	o sea:	0,21 min.

Se presenta aquí el suplemento a que se llegó aplicando los porcentajes establecidos en la figura 126. Se verá que en la rúbrica del trabajo exterior se añadió un suplemento por contingencias de 2,5 por ciento, descanso inclusive, para tener en cuenta el tiempo dedicado a hablar con el capataz y el inspector.

Cuadro 19. Cálculo y notificación del tiempo tipo

Cálculo del tiempo tipo

Trabajo exterior	0,70 min. básicos
Trabajo interior	0,56 min. básicos
Suplemento por descanso	0,21 min.
Suplemento por tiempo no ocupado	0,26 min.
Tiempo tipo	1,73 **min. tipo**

O bien:

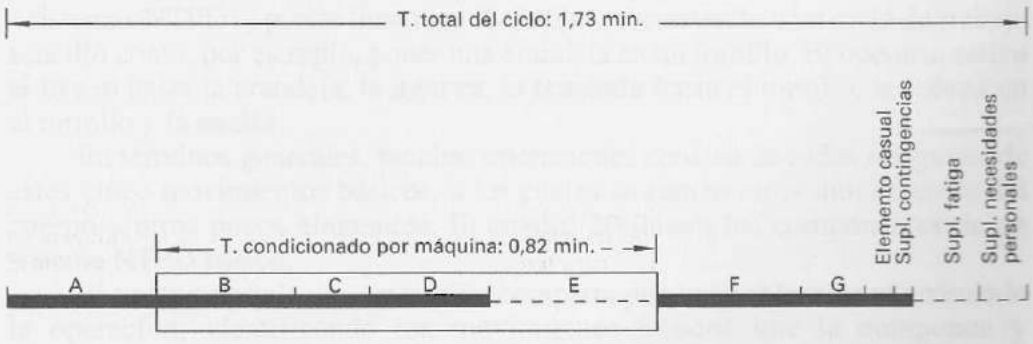
Trabajo exterior	0,70 min. básicos
Tiempo condicionado por máquina	0,82 min.
Suplemento por descanso	0,21 min.
	1,73 **min. tipo**

El método de cálculo detallado aquí es el que se aplica al trabajo restringido. Cuando se compila el tiempo tipo de tareas exclusivamente compuestas de elementos manuales, los correspondientes suplementos por descanso se suelen añadir elemento por elemento, estableciéndose así los tiempos tipo de los respectivos elementos, que al sumarse dan el tiempo tipo de toda la tarea, claro está. En esos casos se acostumbra consignar los cálculos finales en una hoja de resumen de la tarea, donde se detallan los elementos y todos los pormenores pertinentes de la tarea. Ese resumen se hace igualmente para el trabajo restringido como el del ejemplo, aunque ahí se presentarían por separado el trabajo interior y el exterior. Es útil agregar un diagrama de ciclo al resumen de la tarea.

Los métodos por los cuales se notifican o dan a conocer los tiempos tipo varían según las circunstancias del trabajo: cuando se trabaja por encargo y en tareas no repetitivas (como casi siempre en la mecánica de taller), las tareas se pueden estudiar mientras están en curso y los tiempos tipo se notifican directamente a los obreros anotándolos en la ficha de trabajo o instrucción análoga, previa aprobación por el capataz. Cuando, por el contrario, las mismas operaciones se repiten una vez tras otra, quizá durante meses y meses, es posible que el departamento de estudio del trabajo publique tablas compuestas después de largos estudios.

El tiempo total del ciclo es, evidentemente, igual al tiempo tipo. A continuación se presenta el diagrama final del ciclo.

Figura 127. Tiempo total del ciclo



CAPITULO **26**

Normas de tiempo predeterminadas

1. Definición

Los sistemas de normas de tiempo predeterminadas (NTPD) constituyen un conjunto de técnicas avanzadas que tienen por objeto fijar el tiempo necesario para ejecutar diferentes operaciones basándose en tiempos previamente establecidos para los respectivos movimientos, y no por observación y valorización directas. Normalmente su utilización por los estudiantes no es muy aconsejable, a menos que ya posean sólidos conocimientos y mucha experiencia del estudio del trabajo. Necesitarán además una formación especializada en estas normas. En el presente capítulo se explican a grandes rasgos dichos sistemas.

> El sistema de normas de tiempo predeterminadas es una técnica de medición del trabajo en que se utilizan tiempos determinados para los movimientos humanos básicos (clasificados según su naturaleza y las condiciones en que se hacen) a fin de establecer el tiempo requerido por una tarea efectuada según una norma dada de ejecución.

Como lo indica la propia definición, los sistemas de normas de tiempo predeterminadas son técnicas para sintetizar los tiempos de una operación a partir de los tiempos tipo de los movimientos básicos. Los datos sintéticos y los datos tipo se tratan con mayor detalle más adelante.

La naturaleza de las referidas técnicas (denominadas en lo sucesivo «sistemas NTPD») puede ilustrarse fácilmente recurriendo a un ciclo de trabajo sencillo como, por ejemplo, poner una arandela en un tornillo. El operario **estira el brazo** hasta la arandela, la **agarra**, la **traslada** hasta el tornillo, la **coloca** en el tornillo y la **suelta**.

En términos generales, muchas operaciones constan de todos o algunos de estos cinco movimientos básicos, a los cuales se suman otros movimientos del cuerpo y otros pocos elementos. El cuadro 20 ilustra los componentes de un sistema NTPD básico.

El tiempo tipo de una operación completa puede establecerse examinando la operación, identificando los movimientos básicos que la componen y consultando las tablas de NTPD que indican los tiempos tipo para cada categoría de movimiento efectuado en determinadas circunstancias.

Cuadro 20. Componentes de un sistema NTPD básico

Movimiento	Descripción
ESTIRAR EL BRAZO	Mover la mano hasta el punto de destino
AGARRAR (O ASIR)	Obtener el dominio del objeto con los dedos
TRASLADAR	Cambiar el objeto de lugar
COLOCAR	Alinear objetos y ajustar unos en otros
SOLTAR	No sujetar más el objeto
MOVIMIENTOS DEL CUERPO	Movimientos de las piernas y del tronco

2. Antecedentes

El pionero de la clasificación de movimientos fue Frank B. Gilbreth, cuyos *therbligs,* o subdivisiones de los movimientos de las manos, o de las manos y los ojos, fueron el concepto clave para hacer progresar el estudio de movimientos. Dos de las ideas fundamentales que inspiraron a Gilbreth eran que efectuar un análisis crítico detallado de los métodos de trabajo estimula de por sí el ingenio para mejorar dichos métodos, y que se puede evaluar la eficacia de varios métodos posibles de trabajo comparando sencillamente el número de movimientos que exige cada uno, puesto que, lógicamente, el mejor será el que menos movimientos exija.

Corresponde a A. B. Segur el mérito de haber añadido la dimensión «tiempo» al estudio de movimientos; en 1927 declaró que «dentro de límites prácticos, el tiempo que necesitan todos los expertos para ejecutar movimientos verdaderamente fundamentales es un valor constante»[1]. Segur ideó el primer sistema de normas de tiempo predeterminadas, denominándolo «análisis de tiempos de movimientos», pero es muy poco el conocimiento público que se tiene de él, porque su autor lo explotó como profesional del asesoramiento a los jefes de empresa, obligando a sus clientes a mantenerlo secreto.

El siguiente jalón importante fue la labor de J. H. Quick y sus colaboradores, que en 1934 crearon el «sistema de factor trabajo» *(Work Factor)*[2]. Al igual que el de Segur, este sistema fue explotado por sus autores en sus actividades de consultores de dirección y con el tiempo fue adoptado por gran número de empresas.

Durante la Segunda Guerra Mundial y la posguerra se inventaron muchísimos sistemas NTPD de distintas clases. Entre ellos se destaca el de «medición de tiempos-métodos» (MTM), que está muy difundido en el mundo entero. En vista de su importancia, es el que se utilizará aquí para ilustrar la forma en que se establecen las normas de tiempo predeterminadas.

El sistema MTM fue inicialmente ideado por tres especialistas empleados por la Westinghouse Electric Corporation en los Estados Unidos: H. B. Maynard,

[1] A. B. Segur: «Labour costs at the lowest figure», en *Manufacturing Industries* (Nueva York), vol. 13, 1927, pág. 273.

[2] En este sistema se utilizan «factores de trabajo» para valorar la dificultad de los movimientos.

G. J. Stegemerten y J. L. Schwab. Los resultados de sus estudios se publicaron, poniéndose así por primera vez a disposición de todo el mundo detalles completos sobre un sistema de normas de tiempo predeterminadas. Además, se crearon en los diversos países asociaciones MTM independientes, sin fines lucrativos, que controlan los niveles de formación y la aplicación del sistema y que prosiguen su estudio y perfeccionamiento. Dichas asociaciones fundaron un órgano internacional de coordinación, la Dirección Internacional MTM. En 1965 surgió una forma simplificada de MTM, denominada MTM-2, que estimuló una rápida difusión del empleo del sistema. Asimismo, ha aparecido un cierto número de sistemas derivados para tipos específicos de trabajos, como el de oficina o el de mantenimiento.

3. Ventajas de los sistemas NTPD

Los sistemas NTPD tienen algunas ventajas que no posee el estudio de tiempos con cronómetro, pues atribuyen a cada movimiento un tiempo dado, independientemente del lugar donde se efectúe el movimiento, mientras que en el estudio de tiempos expuesto anteriormente lo que se cronometra no es un movimiento, sino más bien una secuencia de movimientos, que juntos componen una operación. La fijación de tiempos por observación y valoración directas puede llevar a resultados contradictorios. Por eso, los sistemas NTPD, que prescinden de la observación y valoración directas, permiten establecer tiempos tipo más coherentes.

Dado que los tiempos de las diversas operaciones pueden hallarse en tablas de tiempo tipo, el que corresponde a una operación dada puede establecerse incluso antes de que se inicie la producción y a menudo cuando el proceso todavía se encuentra en su fase de concepción. Es una de las mayores ventajas de los sistemas NTPD que permiten al especialista en estudio del trabajo modificar la disposición y el diseño del lugar de trabajo, así como las plantillas y los dispositivos de fijación, de manera que conduzca a un tiempo de producción óptimo. También permiten calcular, incluso antes de iniciar la operación, el costo probable de producción, lo que, evidentemente, resulta muy útil para establecer presupuestos u ofertas de licitación. Estos sistemas no son demasiado difíciles de aplicar y, en comparación con otros métodos, pueden ahorrar horas de trabajo cuando se determinan los tiempos tipo de ciertas operaciones. Son también particularmente útiles para los ciclos repetitivos de tiempos muy breves, como, por ejemplo, las operaciones de montaje en la industria electrónica.

4. Inconvenientes de los sistemas NTPD

Dada la utilidad de los sistemas NTPD, es sorprendente que hayan necesitado tanto tiempo para convertirse en parte integrante de la práctica corriente del estudio del trabajo. La principal razón probablemente sea la multiplicidad y variedad de los sistemas que se han ideado, así como el hecho de que algunos sólo pudieran obtenerse contratando consultores de dirección. Hoy en día existen más de doscientos sistemas, y esta proliferación ha provocado descontento entre los jefes de empresa, los sindicalistas y los especialistas en estudio del trabajo.

Además, todos estos sistemas son en sí bastante complicados y difíciles de aprender, de modo que el especialista en estudio del trabajo necesitará mucha práctica antes de poder aplicarlos de modo correcto. Resulta casi imposible llegar a conocerlos uno por uno suficientemente bien para poder juzgar su eficacia real y sus méritos relativos. Algunos, por ejemplo, no entran en bastantes detalles al definir determinado movimiento. Puede ocurrir, digamos, que den el mismo tiempo para el movimiento de una copa vacía y para el de una copa llena, o para una brocha seca y una brocha empapada de pintura, que por supuesto hay que mover con cuidado. Por otra parte, se plantean problemas de aplicación cuando se efectúan movimientos en condiciones distintas de las normales (por ejemplo, trabajadores vestidos con ropas de protección o que deben deslizarse en un lugar estrecho, detrás de tubos y conductos). La situación se complica aún más por la falta de información sobre muchos sistemas, cuyas tablas se han considerado propiedad de sus creadores y, por tanto, no se podían publicar.

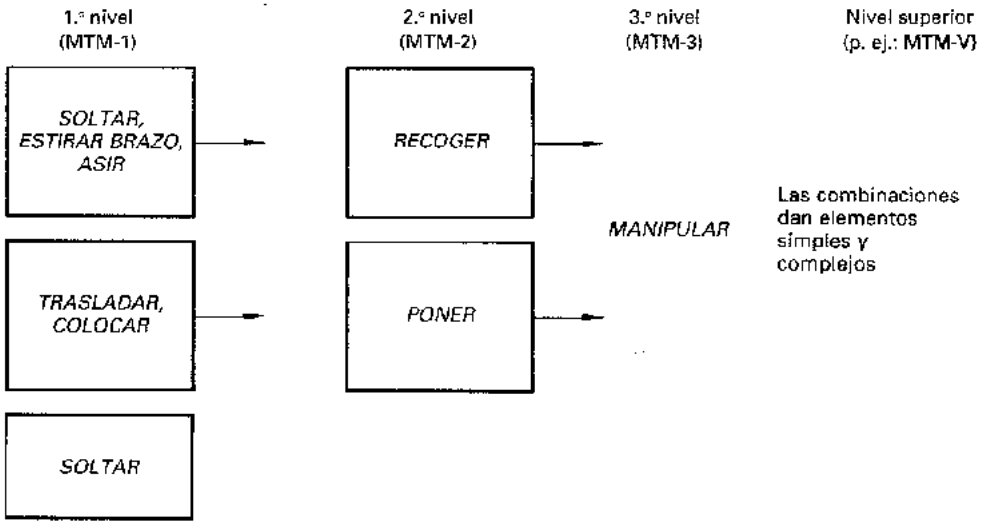
Algunos investigadores incluso pusieron en tela de juicio los supuestos básicos de los sistemas NTPD. Sus críticas estaban en parte justificadas, aunque algunas, al parecer, se debieron a equívocos o informaciones erróneas. Los sistemas NTPD no eliminan, como se pretendía, la necesidad de utilizar el cronómetro, ni tampoco el estudio de métodos o el muestreo del trabajo. Los tiempos de máquina, de proceso y de espera no pueden medirse con dichos sistemas, y a menudo resulta más económico medir los elementos casuales o incidentales utilizando otras técnicas. De hecho, es difícil cubrir todos los casos que pueden darse en una fábrica utilizando un solo sistema NTPD, y cuando se trata de ciertas operaciones, por ejemplo, producción por lotes o trabajos no repetitivos, utilizar el sistema NTPD puede resultar una solución muy costosa.

Una de las críticas contra estos sistemas se basa en una interpretación demasiado literal del supuesto básico de Segur citado anteriormente. En realidad, Segur **no** se refiere a tiempos constantes absolutos. Los tiempos indicados en las tablas de NTPD son **promedios**, cuyos márgenes son lo bastante pequeños como para ser descartados en todos los casos prácticos.

Otra crítica corriente es que el método de sumar los tiempos correspondientes a pequeños movimientos individuales, según lo imponen los sistemas NTPD, está viciado, porque el tiempo necesario para ejecutar un movimiento específico está condicionado por el movimiento que lo precede y el que lo sigue. Sin embargo, no es justo criticar los más importantes sistemas NTPD con ese argumento, ya que sus creadores no sólo admitieron claramente tales correlaciones, sino que también previeron disposiciones especiales para que se mantuvieran las correlaciones fundamentales. En el caso del sistema MTM, por ejemplo, ese resultado se logró estableciendo subdivisiones de las principales categorías de movimientos y elaborando definiciones y reglas de aplicación especiales para respetar los empalmes. Las correlaciones también se vigilan en los sistemas simplificados, como el MTM-2.

Se ha afirmado igualmente que la dirección del movimiento influye en el tiempo – por ejemplo, que lleva más tiempo recorrer la misma distancia en dirección ascendente que descendente – y que no hay ningún sistema NTPD que tenga en cuenta esta variable. Los expertos en sistemas MTM admiten que la dirección del movimiento es una variable importante, pero argumentan que en un

Figura 128. Niveles de datos en sistemas NTPD: movimientos básicos



mismo ciclo de trabajo el operario no efectuará sólo movimientos ascendentes, centrífugos con relación a su cuerpo y en sentido contrario a las agujas del reloj, sino que efectuará también movimientos descendentes, centrípetos y en el sentido de las agujas del reloj, por lo cual se justifica el empleo de valores medios.

5. Diferentes sistemas NTPD

El especialista en estudio del trabajo probablemente vaya conociendo toda una serie de sistemas NTPD distintos; por lo tanto, será útil que sepa cuáles son los principales aspectos en que se distinguen unos de otros. Las diferencias atañen a los niveles y campo de aplicación de los datos, a la clasificación de los movimientos y a las unidades de tiempo.

Niveles de los datos

La figura 128 ilustra los niveles de aplicación de los datos mediante los sistemas internacionales oficiales MTM: MTM-1, MTM-2 y MTM-3.

El primer nivel comprende los movimientos *SOLTAR, ESTIRAR BRAZO, ASIR, TRASLADAR, COLOCAR* y *SOLTAR*. En el segundo nivel estos movimientos están combinados: en el MTM-2, por ejemplo, los movimientos son *RECOGER* y *PONER*. En el tercer nivel los movimientos se han combinado aún más en *MANIPULAR*, para dar una descripción del ciclo completo de trabajo. A partir del tercer nivel todavía no existen reglas totalmente definidas, y los métodos de clasificación varían según el sector de actividad a que se destinan los datos.

Campo de aplicación de los datos

Los sistemas NTPD varían en cuanto al número y extensión de sus campos de aplicación. Es difícil dar una explicación exacta de este concepto, pero en el cuadro 21 se intenta aclararlo un poco.

Cuadro 21. Campo de aplicación de datos

Alcance	Sistema NTPD	Campo de aplicación
1 — Universal	MTM-1, 2, 3; factor trabajo	Transferible en todo el mundo y aplicable a todos los sectores de actividad manual
2 — General	Master Clerical Data (oficinas); MTM-V (talleres de máquinas)	Transferible solamente dentro de un sector de actividad
3 — Específico	Datos tipo para determinados departamentos de una fábrica	No transferible sin estudios de validación

En primer lugar, existen sistemas de aplicación universal, que abarcan todos los sectores de actividad. Es el caso de los datos relativos a los movimientos incluidos en los niveles MTM-1, 2 o 3, así como de los sistemas de factor trabajo. En segundo lugar, existen datos relacionados con una ocupación principal, por ejemplo trabajos de oficina, de mantenimiento o ciertos tipos de trabajos de producción. Pueden citarse los datos «patrón» para las oficinas (Master Clerical Data) y el MTM-V, de la Asociación Sueca de MTM, para los talleres de máquinas. Por último, está la categoría menos general: los sistemas ideados especialmente para determinadas fábricas o departamentos. Estos últimos no pueden transferirse sin revalidarlos antes con un estudio del nuevo caso de aplicación.

Clasificación de los movimientos

Los sistemas NTPD dan indicaciones sobre los ciclos de trabajo manual expresando la información en función de movimientos humanos básicos. Ahora bien, los criterios para clasificar dichos movimientos difieren. En términos generales, hay dos grupos fundamentales:

- ☐ Clasificación ligada al objeto.
- ☐ Clasificación ligada al comportamiento.

La clasificación ligada al objeto es la que se utiliza en la mayoría de los sistemas NTPD (entre ellos los de factor trabajo, tiempos de movimientos dimensionales y MTM-l) y virtualmente en todos los sistemas de datos relacionados con los principales grupos ocupacionales o concebidos expresamente para una fábrica. En los sistemas basados en el objeto es posible que se señalen las características de las piezas (por ejemplo, asir un objeto de $6 \times 6 \times 6$ mm) o la naturaleza de las condiciones ambientales (por ejemplo, estirar el brazo hacia un objeto entreverado con otros, o estirar el brazo hacia un objeto chato colocado sobre una superficie plana). A pesar de todo, esta clasificación no está totalmente ligada al objeto, puesto que los movimientos como «soltar» o «desmontar» se definen en función del comportamiento.

Contrariamente a la mayoría de los sistemas, el MTM-2 utiliza solamente conceptos de comportamiento. Lo mismo puede decirse de los sistemas MTM-3

y Master Standard Data, así como de otros sistemas menos conocidos. En estos sistemas ligados al comportamiento los movimientos se clasifican según la impresión visual que causan al observador: por ejemplo, el movimiento de una mano vacía que recorre una distancia de 5 a 15 cm, seguido de un gesto para asir cerrando simplemente los dedos, corresponde al movimiento RECOGER en el sistema MTM-2.

Unidades de tiempo

No hay dos sistemas NTPD que tengan la misma serie de valores de tiempo. Ello se debe en parte a que los diversos sistemas comprenden diferentes clases de movimientos y, por consiguiente, los tiempos se refieren a cosas diferentes. También puede variar la unidad básica elegida (fracción de segundo, minuto u hora), y en algunos casos suelen añadirse los suplementos por contingencias a los tiempos de los movimientos, mientras que en otros no. Una última diferencia fundamental proviene del nivel de ejecución implícito en los datos de tiempos: los métodos adoptados para uniformar, normalizar o establecer el promedio de los tiempos de los movimientos no son los mismos; por consiguiente, los tiempos de los sistemas NTPD se clasifican en dos grupos: los sistemas de factor trabajo *(Work Factor)* expresan el tiempo en minutos, mientras que los sistemas MTM, por el contrario, se expresan en unidades de medida del tiempo (tmu) que representan 1/100 000 de hora o 1/28 de segundo. Los tiempos de los sistemas MTM, derivados principalmente del análisis de películas sobre una amplia variedad de operaciones industriales (empleando el método de contar el número de fotogramas o imágenes que ocupa cada movimiento), se estandarizaron según el sistema «Westinghouse» o de «nivelación». Se considera que los tiempos establecidos son los logrados por un operario experimentado, de calificación media, que ejecuta el trabajo con una regularidad y un esfuerzo también medios y en condiciones ambientales normales. Así pues, el nivel de ejecución 100 del MTM es algo inferior al nivel 100 del Instituto Británico de Normas (BSI). Según lo dicho públicamente por la Asociación de MTM y el Instituto de Expertos en Estudio del Trabajo del Reino Unido (United Kingdom Institute of Work Study Practitioners), el nivel 100 MTM equivale al 83 del BSI[3].

Otras consideraciones

Los sistemas NTPD poseen algunas características fundamentales que son mucho menos fáciles de definir y comparar que los aspectos examinados en las subsecciones precedentes. Como ejemplo se pueden citar la precisión y exactitud de los datos, la velocidad de aplicación, las posibilidades de descripción de los métodos y el tiempo de aprendizaje. La comparación de estas características se ve dificultada por la falta de información fidedigna y detallada y, en cierta medida, por la falta de criterios comúnmente aceptados.

[3] «MTM and BSI rating scale», en *Work Study and Management Services* (Londres), febrero de 1969, pág. 97.

6. Utilización de sistemas NTPD

El sistema que más probablemente utilice el especialista en estudio del trabajo es el MTM-2, que está compuesto por las categorías expuestas a continuación, explicadas detalladamente en la próxima subsección:

Categoría	Símbolo[4]
RECOGER	GA
	GB
	GC
PONER	PA
	PB
	PC
REASIR	R
APLICAR PRESION	A
EMPLEAR LOS OJOS	E
MOVER EL PIE	F
DAR UN PASO	S
INCLINARSE Y LEVANTARSE	B
FACTORES PESO	GW
	PW
HACER GIRAR	C

Cuadro 22. Tarjeta de datos del sistema MTM-2

	Tiempo en tmu					
Símbolo	GA	GB	GC	PA	PB	PC
– 5	3	7	14	3	10	21
–15	6	10	19	6	15	26
–30	9	14	23	11	19	30
–45	13	18	27	15	24	36
–80	17	23	32	20	30	41
GW: 1 por 1 kg					PW: 1 por 5 kg	
A	R	E	C	S	F	B
14	6	7	15	18	9	61

Atención: No trate de utilizar estos datos a menos que ya haya recibido la formación y calificación adecuadas siguiendo un programa aprobado por la Dirección Internacional MTM.

El sistema MTM-2 consta de normas de tiempo que van de 3 a 61 tmu. Dichos tiempos están indicados en la tarjeta de datos reproducida en el cuadro 22. Como ya se ha indicado anteriormente, una tmu equivale a 1/100000 de hora.

[4] Estos símbolos son abreviatura de los vocablos ingleses correspondientes a los enumerados aquí en español, a saber: G = GRASP (casos A, B y C); P = PUT; R = REGRASP; A = APPLY PRESSURE; E = EYE MOTION; F = FOOT MOTION; S = STEP; B = BEND and ARISE; GW = GET WEIGHT; PW = PUT WEIGHT; C = CRANK.

Categorías del sistema MTM-2

☐ *RECOGER* (G)

RECOGER es una acción que tiene por objeto predominante dirigir la mano o los dedos hacia un objeto, asirlo y seguidamente soltarlo.

La acción *RECOGER*

empieza: al estirar la mano hacia el objeto;

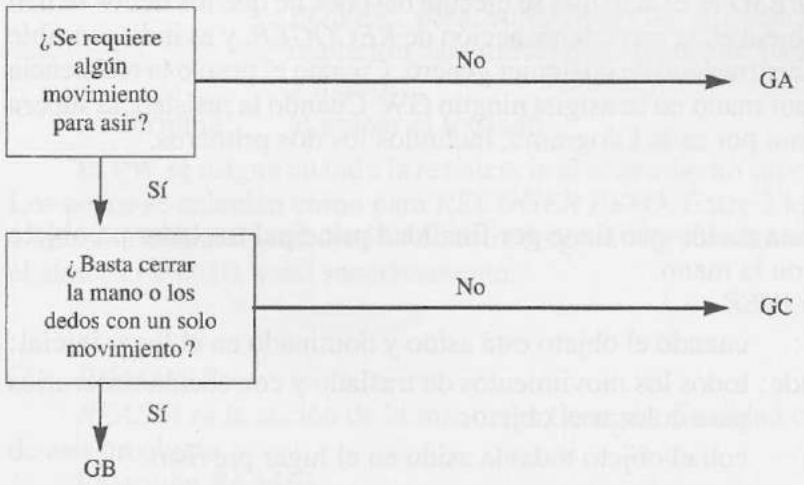
comprende: los actos de aproximar la mano, dominar el objeto y seguidamente dejar de dominarlo;

termina: cuando se suelta el objeto.

Se opta entre las tres clases de la acción RECOGER conforme a las siguientes variables:

1) necesidad de emplear el movimiento para asir;
2) distancia recorrida;
3) peso del objeto o resistencia al traslado.

La clase de *RECOGER* de que se trate se determina conforme al siguiente modelo de opción:



Ejemplo de GA: apoyar la palma de la mano sobre el lado de una caja para empujarla al otro lado de la mesa.

Ejemplo de GB: recoger de una mesa un objeto fácil de manipular, como un cubo de 2 cm de lado no rodeado por otros objetos.

Ejemplo de GC: tomar entre los dedos el borde de una página de libro para pasarla.

La distancia constituye una variable principal en *RECOGER*, y puede pertenecer a cinco clases. Las distancias se determinan según los limites superiores de las clases, que son 5, 15, 30, 45 y más de 45 cm. El símbolo 80 se asigna a la clase más alta. Las distancias se calculan por la trayectoria de la mano, de la cual se resta la ayuda que pueda haber prestado el cuerpo.

cm		Símbolo
Más de	Menos de	
0,0	5,0	– 5
5,0	15,0	–15
15,0	30,0	–30
30,0	45,0	–45
45,0	–	–80

☐ *RECOGER PESO* (GW)

RECOGER PESO es la acción requerida para que los músculos de la mano y del brazo levanten el peso que representa un objeto.

La acción *RECOGER PESO*

empieza: al acabar de asir el objeto;

comprende: la fuerza muscular necesaria para obtener el dominio total del peso del objeto;

termina: cuando el objeto está suficientemente dominado para que se lo pueda desplazar.

RECOGER PESO es el acto que se ejecuta después de que los dedos se han cerrado sobre el objeto en la precedente acción de *RECOGER*, y es indispensable para que pueda haber traslado de cualquier género. Cuando el peso o la resistencia es inferior a 2 kg por mano no se asigna ningún GW. Cuando la resistencia supera 2 kg se asigna 1 tmu por cada kilogramo, incluidos los dos primeros.

☐ *PONER* (P)

PONER es una acción que tiene por finalidad principal trasladar un objeto hasta su destino con la mano.

La acción *PONER*

empieza: cuando el objeto está asido y dominado en el lugar inicial;

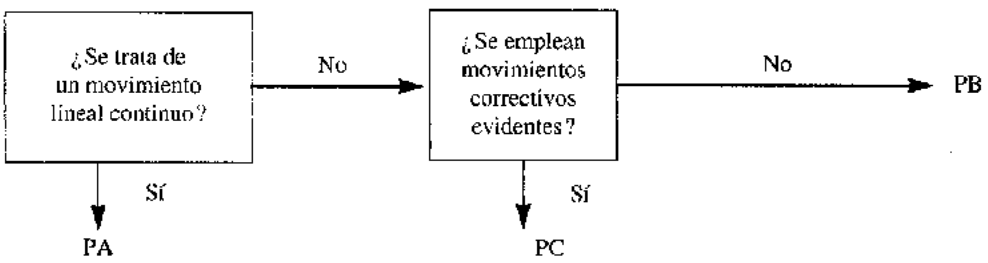
comprende: todos los movimientos de traslado y corrección necesarios para colocar el objeto;

termina: con el objeto todavía asido en el lugar previsto.

Se opta entre las tres clases de la acción PONER conforme a las siguientes variables:

1) necesidad de emplear movimientos de corrección;
2) distancia recorrida;
3) peso del objeto o resistencia al movimiento.

La clase de *PONER* se determina conforme al siguiente modelo de opción:



Ejemplo de PA: apartar un objeto.

Ejemplo de PB: poner una esfera de 12 mm en un agujero de 15 mm de diámetro.

Ejemplo de PC: introducir una llave yale o similar en una cerradura.

Es poco probable que se confunda una corrección con un PA corto. La corrección es un movimiento involuntario muy corto en el punto terminal; un PA es un movimiento deliberado, por lo general de distancia fácilmente perceptible.

La distancia del movimiento se determina en forma análoga a la de *RECOGER*.

Cuando una corrección precede a un montaje de piezas y la distancia es superior a 2,5 cm, se cuenta un PONER adicional.

☐ *PONER PESO* (PW)

PONER PESO es un complemento que se añade al movimiento *PONER* cuando el peso del objeto movido lo exige.

La acción *PONER PESO*

empieza: cuando se inicia el traslado;

comprende: el tiempo añadido, por encima del tiempo de la acción *PONER*, para compensar las diferencias en el tiempo requerido para mover a la misma distancia objetos pesados y ligeros;

termina: al acabar el traslado.

El PW se asigna cuando la resistencia al movimiento supera 2 kg por mano. Los pesos se calculan como para *RECOGER PESO*. Entre 2 kg y 5 kg se asigna 1 tmu y se utiliza el símbolo PW 5; entre 5 kg y 10 kg se asignan 2 tmu y se utiliza el símbolo PW 10, y así sucesivamente.

☐ *REASIR* (R)

REASIR es la acción de la mano que tiene por finalidad cambiar la manera de asir un objeto.

La acción *REASIR*

empieza: con el objeto en la mano;

comprende: el reajuste de los músculos de dedos y mano sobre el objeto;

termina: siempre con el objeto en la mano pero en distinta posición.

Cada acción *REASIR* consta sólo de tres movimientos fraccionarios.

Los reajustes musculares efectuados mientras se aplica presión van incluidos en la acción *APLICAR PRESION*. Por consiguiente, nunca debería asignarse un *REASIR* en combinación con un *APLICAR PRESION*.

Si la mano deja de apresar el objeto y luego lo vuelve a tomar, la acción realizada será *RECOGER* y no *REASIR*.

Ejemplo de R: cambiar un lápiz de posición en la mano para empezar a escribir.

☐ *APLICAR PRESION* (A)

APLICAR PRESION es una acción que tiene por finalidad ejercer fuerza muscular sobre un objeto.

La acción *APLICAR PRESION*

empieza: estando la parte idónea del cuerpo en contacto con el objeto;

comprende: la aplicación de una fuerza muscular controlada y creciente, un tiempo de reacción mínimo para permitir la inversión de fuerza y el subsiguiente aflojamiento de la fuerza muscular;

termina: con la parte idónea del cuerpo en contacto con el objeto, pero sin ejercer fuerza muscular.

El tiempo mínimo mencionado incluye solamente el tiempo de reacción mental. Cuando se trata de acciones sostenidas, en que la duración de la presión es más prolongada, su tiempo debe evaluarse por separado.

APLICAR PRESION es la acción de ejercer fuerza muscular sobre un objeto para dominarlo, para frenar su movimiento o para superar la resistencia al mismo. Durante la acción *APLICAR PRESION* el objeto no se desplaza más de 6 mm.

La acción *APLICAR PRESION*, que puede ser realizada por cualquier parte del tronco o de las extremidades, se reconoce por una vacilación perceptible mientras se aplica la fuerza.

Ejemplo de A: el último apretón dado con un destornillador o una llave inglesa.

☐ *EMPLEAR LOS OJOS* (E)

EMPLEAR LOS OJOS es una acción que tiene por objeto:
ya sea: reconocer una característica fácilmente distinguible de un objeto;
o bien: desplazar el eje de visión hacia un nuevo campo visual.

La acción EMPLEAR LOS OJOS

empieza: cuando deben cesar las demás acciones porque debe reconocerse una característica de un objeto;

comprende:

ya sea: el reajuste muscular del cristalino y los procesos mentales requeridos para reconocer una característica distinguible de un objeto;

o bien: el movimiento de los ojos efectuado para desplazar el eje de visión hacia un nuevo campo visual;

termina: cuando puedan reanudarse las demás acciones.

Con un solo enfoque visual se cubre una superficie de 10 cm de diámetro a 40 cm de los ojos. El tiempo de reconocimiento que se cuenta basta solamente para una simple decisión binaria.

Ejemplo de E: determinar si una moneda muestra cara o cruz.

☐ *MOVER EL PIE* (F)

MOVER EL PIE es hacer un movimiento limitado del pie o de la pierna sin la finalidad de mover el cuerpo.

La acción *MOVER EL PIE*

empieza: con el pie o la pierna en posición de descanso;

comprende: un movimiento que no supere 30 cm, articulado en la cadera, la rodilla o el empeine;

termina: con el pie en otro lugar.

Para juzgar si la acción estudiada corresponde a *MOVER EL PIE*, se aplica un modelo de decisión que distingue *MOVER EL PIE* de *DAR UN PASO* (véase a continuación).

☐ *DAR UN PASO* (S)

DAR UN PASO es:

un movimiento de la pierna que tiene por objeto desplazar el cuerpo;

o bien: un movimiento de la pierna de más de 30 cm.

La acción *DAR UN PASO*

empieza: con la pierna en posición de descanso;

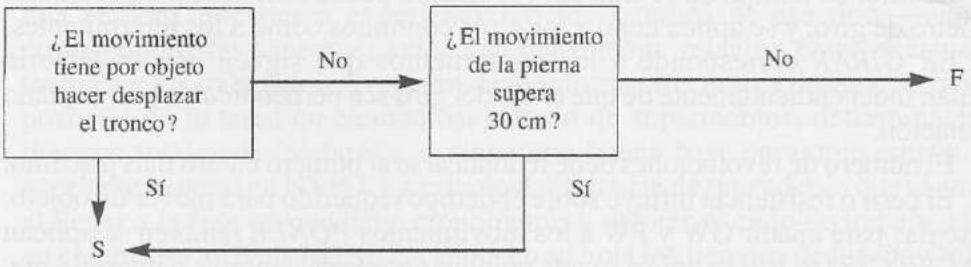
comprende:

ya sea: un movimiento de la pierna que tiene por objeto hacer desplazar el tronco;

o bien: un movimiento de la pierna de más de 30 cm;

termina: con la pierna en otro lugar.

DAR UN PASO se distingue de *MOVER EL PIE* conforme al siguiente modelo de opción:



Para evaluar la acción de caminar se cuenta el número de veces que el pie pisa el suelo.

Ejemplo de F: apretar el acelerador de un automóvil con el pie.

Ejemplo de S: dar un solo paso a un lado para que el brazo pueda llegar más lejos.

☐ *INCLINARSE Y LEVANTARSE* (B)

INCLINARSE Y LEVANTARSE consiste en bajar y luego subir el tronco.

La acción *INCLINARSE Y LEVANTARSE*

empieza: con el movimiento del tronco hacia adelante a partir de una posición vertical;

comprende: el movimiento del tronco y de otros miembros del cuerpo para que la posición de este último cambie en sentido vertical, de modo que las manos lleguen hasta las rodillas, o por debajo de ellas, y el subsiguiente movimiento para volver a la posición vertical;

termina: con el cuerpo en posición vertical.

El criterio para decidir si el movimiento corresponde a *INCLINARSE Y LEVANTARSE* es que el trabajador pueda alcanzar un punto situado debajo de las rodillas, y no que lo haga realmente.

Arrodillarse sobre ambas rodillas debería clasificarse como 2B.

□ *HACER GIRAR* (C)

HACER GIRAR es un movimiento que tiene por finalidad desplazar un objeto con la mano o el dedo siguiendo una trayectoria circular de más de 180 grados.

La acción *HACER GIRAR*

empieza: con la mano sobre el objeto;

comprende: todos los movimientos de traslado necesarios para mover el objeto siguiendo una trayectoria circular;

termina: con la mano sobre el objeto después de una vuelta o revolución completa.

Al clasificar un movimiento de *HACER GIRAR* deben tenerse en cuenta dos variables:

1) el número de revoluciones;
2) el peso o resistencia.

El valor de tiempo de 15 tmu por revolución puede utilizarse para cualquier diámetro de giro, y se aplica tanto a los giros continuos como a los intermitentes. *HACER GIRAR* corresponde a los movimientos que siguen una trayectoria circular, independientemente de que el eje del giro sea perpendicular o no al plano de rotación.

El número de revoluciones debe redondearse al número entero más próximo.

El peso o resistencia influye sobre el tiempo requerido para mover un objeto. Las reglas para añadir GW y PW a los movimientos *PONER* también se aplican a *HACER GIRAR*. PW se aplica a cada revolución, ya sea continua o intermitente. GW se aplica solamente una vez cuando se trata de una serie continua de revoluciones, y a cada revolución cuando hay intermitencias.

En *HACER GIRAR* no se incluyen los movimientos correctivos como en *PONER*. Si al poner un objeto en el lugar previsto se producen movimientos correctivos, deberá asignarse un *PONER* suplementario.

Ejemplo de C: dar una vuelta completa a un volante.

Necesidades de formación

En la subsección precedente se han esbozado las características esenciales del sistema MTM-2. Sin embargo, para poder dominarlo, el futuro analista deberá seguir un período de verdadera formación, de dos semanas como mínimo, sobre

la teoría y práctica del MTM-2, y luego otro período de aplicación práctica en el taller bajo la supervisión de un instructor en MTM. El candidato que ya practique con competencia el estudio del trabajo debería alcanzar una capacidad razonable para utilizar el MTM-2 con un mes, aproximadamente, de práctica bajo vigilancia. El sistema MTM-1, en cambio, requerirá un período de formación más largo. Es conveniente que una parte de la formación se lleve a cabo en una fábrica donde ya se apliquen sistemas MTM. En efecto, todo principiante adquiere rápidamente confianza en sí mismo si descubre que los resultados de sus propios análisis concuerdan con las normas establecidas en la fábrica. Es muy difícil que se pueda aprender a utilizar debidamente el sistema MTM sin supervisión.
La mayor parte de los cursos concluye con un examen durante el cual cada participante debe medir un trabajo, en ocasiones a partir de un registro filmado, y el participante podrá utilizar el sistema en cuestión, en calidad de consultor, sólo si aprueba dicho examen.

7. Aplicación de sistemas NTPD

Los sistemas NTPD pueden aplicarse principalmente de dos formas:

1) por observación directa (o registrada en película o en cinta de vídeo) de los movimientos realizados por el trabajador;
2) por visualización mental de los movimientos requeridos para llevar a cabo el trabajo con un método nuevo o diferente.

Al utilizar uno de los sistemas NTPD, por ejemplo el MTM-2, para la observación directa, la manera general de proceder no difiere mayormente de la que se emplea para efectuar un estudio de tiempos (véase capítulo 20). De hecho, una persona que posea experiencia en los estudios de ese tipo — con sus correspondientes aspectos: selección del trabajo, relación entre el estudio de tiempos y los trabajadores, registro de la información acerca de la tarea, descomposición de la tarea en elementos, cálculo de suplementos, determinación de tiempos totales de las tareas — tiene una buena base para convertirse en un excelente experto en NTPD. La principal diferencia de proceder es que el analista, al llegar a la fase en que debe cronometrar y valorar el ciclo de trabajo, efectúa en cambio un análisis MTM-2 y anota en su hoja los tiempos de los movimientos que indica la tarjeta de datos del MTM-2. El cálculo de los suplementos, la compilación de la documentación y la determinación de los tiempos de las tareas se efectuarán luego en forma muy similar a la del estudio de tiempos. Si se puede utilizar el mismo tipo de hojas de resumen, mejor todavía. Para resumir la información consignada en las hojas de análisis MTM-2 pueden adaptarse la hoja de resumen del estudio (figura 103) y el formulario de estudio para ciclo breve (figuras 101 y 102).

Selección del trabajador

Al igual que en el estudio del trabajo, cuando se efectúa un análisis de NTPD es preferible que el trabajador que se observe sea una persona con sentido de la cooperación y un buen nivel medio de competencia. Los operarios excepcional-

mente rápidos o anormalmente lentos, que resultan difíciles de valorar para los especialistas en estudio de tiempos, crean iguales problemas a los analistas de NTPD. El trabajador supercalificado combina y empalma sus movimientos de una manera que supera las posibilidades del obrero «promedio»; el trabajador anormalmente lento o mal dispuesto hará los movimientos uno tras otro, titubeando y empleando una sola mano a la vez, mientras que el obrero «promedio» los ejecutará simultáneamente y sin tropiezos. Las reglas y tablas de combinaciones de los movimientos del sistema MTM, como las de otros sistemas (por ejemplo, el sistema factor trabajo), indican efectivamente cómo adaptar el esquema de movimientos observado al aplicable a un buen trabajador «promedio»; sin embargo, este trabajo suplementario puede evitarse eligiendo con tino desde el principio al trabajador que se observará. Naturalmente, un analista de NTPD con mucha experiencia puede también estudiar con provecho las ejecuciones óptimas y pésimas: las primeras pueden dar ideas de la manera como se debería formar a todos los trabajadores a fin de que alcancen un nivel de ejecución superior a la media, y las otras tal vez hagan ver dónde se encuentran las dificultades y qué posibilidades hay de eliminarlas con una formación complementaria.

Registro de la información acerca de la tarea

Al registrar la información sobre la tarea conviene recordar que la distancia constituye una variable significativa en los sistemas NTPD. Por lo tanto, los planos de la disposición del lugar de trabajo deberían trazarse exactamente a escala, porque así se podrá juzgar o comprobar la longitud de los movimientos indicados en los análisis.

Descomposición en elementos

En los sistemas NTPD, la división de la operación en elementos de trabajo sigue los mismos principios que en el estudio de tiempos. De ser necesario, la fragmentación puede incluso ser mucho más acentuada, puesto que no existe la dificultad de cronometrar los elementos cortos. Además, los cortes pueden cambiarse fácilmente y sin necesidad de cronometrar nuevamente el ciclo de trabajo. El cuadro 23, que presenta un ciclo de trabajo muy corriente – colocar una tuerca y una arandela en un perno –, ilustra dicha flexibilidad. Por ejemplo, si al cambiar de método se elimina la necesidad de la arandela, los correspondientes movimientos (GC30, PC30, PA5) y tiempos (56 tmu) pueden fácilmente suprimirse del análisis. Los giros de los dedos también pueden separarse rápidamente de los giros de la llave inglesa, y hasta de las acciones de montaje y giros subsiguientes.

Suplementos y tiempos de las tareas

Con los sistemas NTPD del tipo del MTM-2 no existen problemas de valoración porque los tiempos ya han sido valorados de una vez para siempre. Lo único que hay que hacer es sumar los tiempos de los movimientos e inscribir los totales en la hoja de resumen del estudio. Si los tiempos deben presentarse según la escala 100 del BSI, y no de la MTM, el total de tmu de la hoja de resumen debería

Cuadro 23. Montaje de una tuerca y una arandela en un perno

Elemento	tmu	Símbolo	Descripción
Montar arandela	23	GC30	Arandela
	30	PC30	Hacia perno
	3	PA5	En perno
Montar tuerca y enroscarla a mano	10	GB15	Tuerca
	26	PC15	Hacia perno
	6	2PA5	Encajar tuerca en filete
	42	6GB5	Enroscar tuerca
	18	6PA5	
Apretar tuerca con llave inglesa	23	GB30	Llave
	30	PC30	Hacia tuerca
	6	PA15	Enroscar tuerca
	14	A	Apretar
	231		

multiplicarse por 0,83. (Esto significa que si los tiempos se expresan en minutos tipo, el total de tmu puede dividirse por 2000.) Debería quedar sentado que la relación entre dichas escalas sólo vale para los totales de tiempos y de ninguna manera para los tiempos de los respectivos movimientos indicados en la tarjeta de datos MTM. Sería un error grave convertir los tiempos de movimientos individuales, dado que éstos no se mejoran de modo uniforme cuando se obtiene una abreviación del tiempo de un ciclo.

Los tiempos de los movimientos en los que poco influye el control de quien los hace (por ejemplo, GA y PA) sólo mejoran ligeramente en comparación con los tiempos correspondientes a movimientos muy complejos (por ejemplo, GC y PC). Sin embargo, el problema es mucho más complicado de lo que parece, pues cuando se examinan niveles diferentes de ejecución también se necesitan series diferentes de combinaciones de movimientos. Los usuarios de MTM más perfeccionados, como los de los países escandinavos, prefieren establecer los valores según la escala 100 de MTM.

En cuanto a los suplementos por descanso y demás suplementos, se añaden exactamente del mismo modo que en el estudio de tiempos para establecer el tiempo total de una tarea.

Visualización

Cuando el especialista en estudio del trabajo no tiene oportunidad de observar efectivamente el ciclo de trabajo, por ejemplo cuando está ideando un nuevo método de trabajo o previendo varios entre los cuales elegir mientras estudia una tarea existente, está obligado a imaginar, a visualizar mentalmente, los movimientos que se requerirían. Las figuras 129 y 130 presentan un ejemplo de un problema de NTPD que puede resolverse por visualización de los diferentes movimientos requeridos, como se deduce de la figura 131.

Figura 129. Montaje de la base (medidas en milímetros)

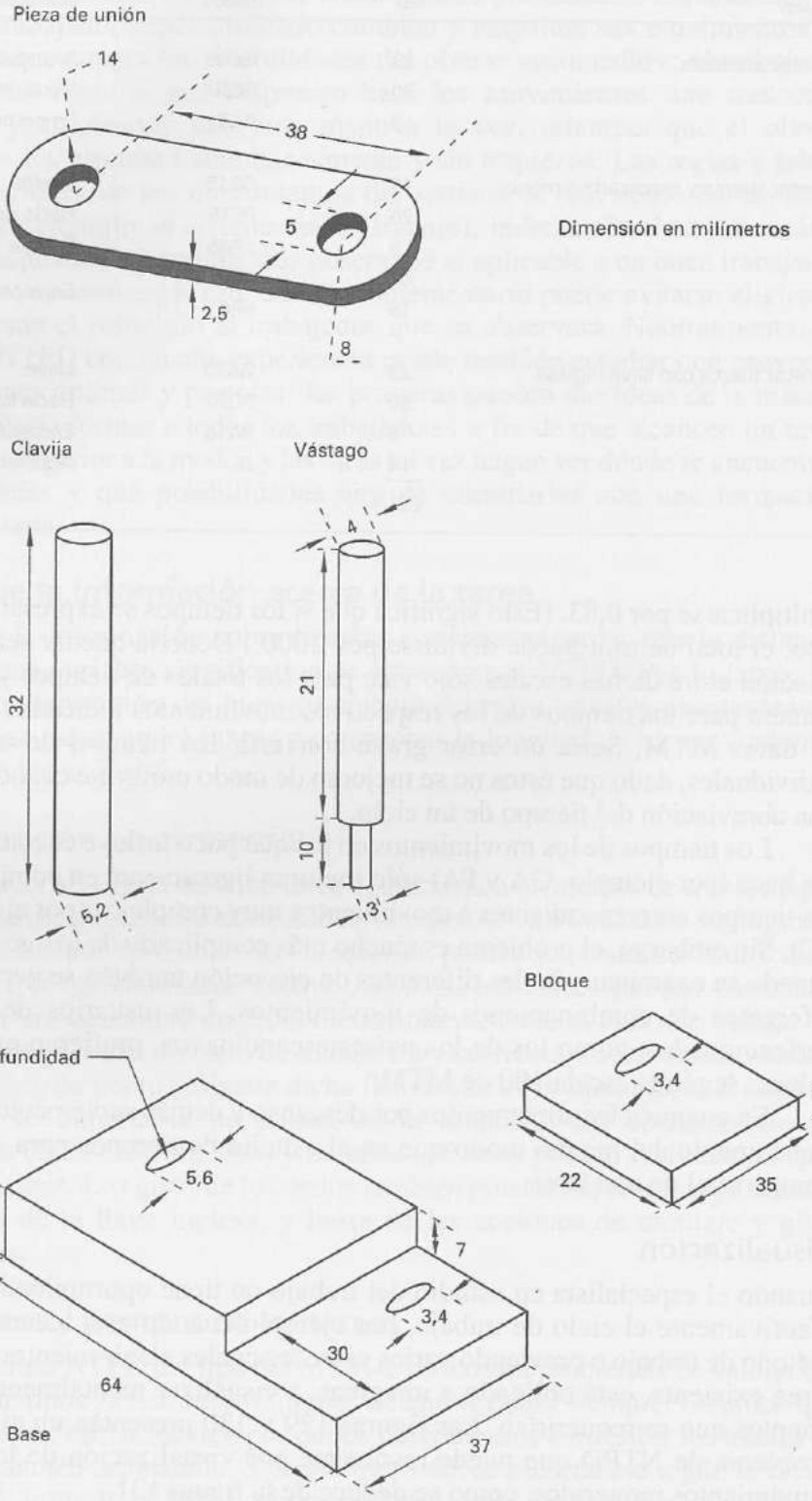
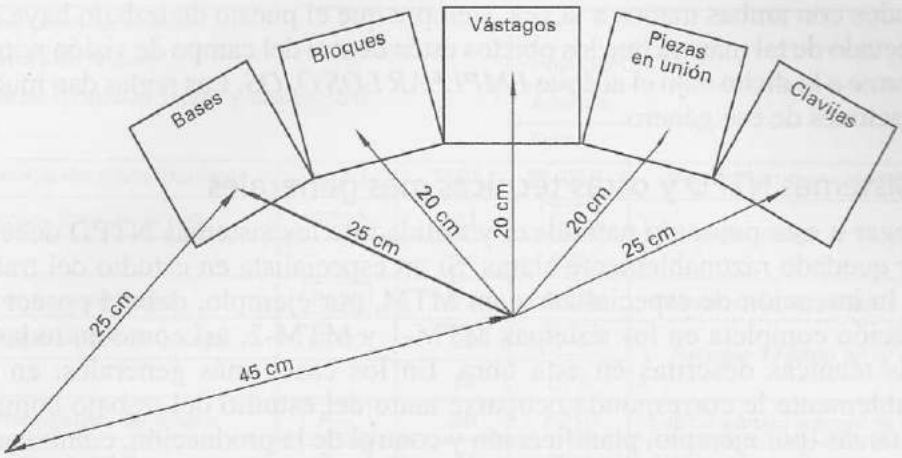


Figura 130. Disposición del lugar de trabajo para el montaje de la base



La aptitud para visualizar los esquemas de movimientos depende de la inteligencia y experiencia práctica del especialista. Cuanto más familiarizado esté con el estudio del trabajo, tanto más rápidamente podrá imaginarse los movimientos necesarios para tomar y montar piezas, así como visualizar los movimientos fáciles y los que son difíciles de ejecutar simultáneamente.

Para idear métodos de trabajo puede ser útil disponer de un laboratorio de métodos. Sin embargo, al efectuar un análisis de movimientos hay que proceder con cautela, del mismo modo que al estudiar los tiempos tipo. Los experimentos con los nuevos métodos probablemente sean realizados por el propio especialista en estudio del trabajo o por sus colegas, y es importante que tengan presente que sus resultados serán por lo general muy inferiores a los que lograrán los trabajadores. Incluso cuando colabora en el experimento de laboratorio un auténtico trabajador, ejecutará el ciclo de trabajo desconocido con menos eficacia que cuando esté en las condiciones normales del taller una vez que haya adquirido suficiente práctica.

En ambos casos, para hallar un método de taller correcto deberán aplicarse las reglas de concepción del trabajo, particularmente las relativas a las posibilidades de combinación de movimientos que pueden esperarse de un trabajador medio con experiencia.

Es precisamente en el proceso de concepción del trabajo donde el especialista que decide utilizar, por ejemplo, un sistema MTM-2 cosechará los frutos de haber recibido formación completa en el sistema MTM-1 detallado, que es el que sirvió de base al MTM-2. Como mínimo, debe entender bien los detalles de clasificación del MTM-1, los movimientos básicos que componen los movimientos del MTM-2 y las reglas que rigen las posibilidades de combinar los movimientos básicos, en especial con respecto a las oportunidades de adquirir práctica, al campo de visión normal y a la dificultad de manipulación. Con estos conocimientos sabrá, por ejemplo, que si proyecta poner a disposición del operario cajas de herramientas sin compartimentos, se necesitará un GC con cada mano. Sabrá que ni siquiera los trabajadores más capaces pueden ejecutar semejantes movimientos simultáneamente, porque cada uno supone una especie de minuciosa

búsqueda y selección, puesto que los objetos están entreverados. Asimismo, sabrá que unas clavijas redondas de ajuste holgado pueden colocarse en agujeros redondos con ambas manos a la vez, siempre que el puesto de trabajo haya sido proyectado de tal manera que los objetos estén dentro del campo de visión normal, conforme a lo dicho bajo el acápite *EMPLEAR LOS OJOS*. Las reglas dan muchas indicaciones de ese género.

Los sistemas NTPD y otras técnicas más generales

Al llegar a este punto, la naturaleza y utilidad de los sistemas NTPD deberían haber quedado razonablemente claras. Si un especialista en estudio del trabajo tiene la intención de especializarse en MTM, por ejemplo, deberá poseer una formación completa en los sistemas MTM-1 y MTM-2, así como en todas las demás técnicas descritas en esta obra. En los casos más generales, en que probablemente le corresponda ocuparse tanto del estudio del trabajo como de otras tareas (por ejemplo, planificación y control de la producción, combinación muy corriente en las pequeñas empresas, especialmente en los países en desarrollo), quizá le baste una formación en el sistema MTM-2.

Sin embargo, es de la mayor importancia que el especialista no olvide que la técnica NTPD es un instrumento de alta precisión. Antes de acometer estudios de gran minuciosidad, debería haber visto lo que puede hacerse con sistemas más generales y sencillos. En las empresas donde todavía no se ha introducido la práctica del estudio del trabajo, reflexionando con inteligencia se descubren habitualmente medios para lograr considerables mejoras iniciales en la productividad.

Figura 131. Hoja de análisis MTM-2; montaje de la base

Descripción de la tarea: *Montaje de la base (véanse croquis de piezas y disposición)*			Ref.: Hoja núm. *1* de *1* Analista: Fecha:	
Descripción mano izquierda	M. IZQ.	TMU	M. DER.	Descripción mano derecha
Recoger base en la caja	*GC30*	*23*	*G—*	*Recoger clavija en la caja*
		14	*GC5*	
Poner base en banco	*PA30*	*30*	*PC30*	*Colocar clavija en base*
Recoger bloque en la caja	*GC30*	*23*	*G—*	*Recoger vástago en la caja*
		14	*GC5*	
Mover vástago de bloque	*P—*	*30*	*PC30*	*Colocar vástago a través de bloque*
Ayudar a colocar	*P—*	*26*	*PC15*	*Montar conjunto en base*
		23	*GC30*	*Tomar pieza de unión en la caja*
Ayudar a colocar	*GB—*	*30*	*PC30*	*Colocar en vástago*
Colocar en clavija	*PC5*	*21*		
Levantar conjunto montado	*GB15*	*10*		
Poner en transportador	*PA80*	*20*		
		264		

Cuadro 24. Datos de aplicación del sistema MTM en tmu (pesos y medidas en unidades métricas decimales)

I. *ESTIRAR EL BRAZO — R (REACH)*

Distancia (cm)	Tiempo (tmu)				Mano en movimiento		Clase y descripción
	A	B	C o D	E	A	B	
2 o menos	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	A. Estirar el brazo hacia un objeto en posición fija, o situado en la otra mano, o utilizado como punto de apoyo de la otra mano
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	
6	4,5	4,5	6,5	4,4	3,9	3,1	
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,6	3,7	
10	6,1	6,3	8,4	6,8	4,9	4,3	
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	B. Estirar el brazo hacia un objeto aislado cuya ubicación puede variar ligeramente de un ciclo a otro
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	
20	7,8	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	C. Estirar el brazo hacia un objeto entreverado con otros, siendo necesario buscar y seleccionar
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	D. Estirar el brazo hacia un objeto muy pequeño o que es necesario asir con precisión
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	
60	14,7	21,2	22,3	19,0	12,8	18,5	E. Estirar el brazo hacia un lugar indeterminado de modo que la mano esté en posición para dar equilibrio al cuerpo, para realizar el movimiento siguiente o para no estorbar
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	
80	18,2	26,9	27,7	23,9	15,9	24,2	

II. *MOVER — M (MOVE)*

Distancia (cm)	Tiempo (tmu)				Suplemento por peso			Clase y descripción
	A	B	C	Mano en movimiento B	Peso (kg) hasta	Constante estática (tmu)	Factor dinámico	
2 o menos	2,0	2,0	2,0	1,7	1	0	1,00	
4	3,1	4,0	4,5	2,8				
6	4,1	5,0	5,8	3,1				
8	5,1	5,9	6,9	3,7	2	1,6	1,04	
10	6,0	6,8	7,9	4,3				A. Mover el objeto contra un tope o a la otra mano
12	6,9	7,7	8,8	4,9	4	2,8	1,07	
14	7,7	8,5	9,8	5,4				
16	8,3	9,2	10,5	6,0	6	4,3	1,12	
18	9,0	9,8	11,1	6,5				
20	9,6	10,5	11,7	7,1	8	5,8	1,17	
22	10,2	11,2	12,4	7,6				
24	10,8	11,8	13,0	8,2	10	7,3	1,22	
26	11,5	12,3	13,7	8,7				B. Mover el objeto hasta un lugar aproximado o indeterminado
28	12,1	12,8	14,4	9,3	12	8,8	1,27	
30	12,7	13,3	15,1	9,8				
35	14,3	14,5	16,8	11,2	14	10,4	1,32	
40	15,8	15,6	18,5	12,6				
45	17,4	16,8	20,1	14,0	16	11,9	1,36	
50	19,0	18,0	21,8	15,4				
55	20,5	19,2	23,5	16,8	18	13,4	1,41	
60	22,1	20,4	25,2	18,2				C. Mover el objeto hasta un lugar exacto
65	23,6	21,6	26,9	19,5	20	14,9	1,46	
70	25,2	22,8	28,6	20,9				
75	26,7	24,0	30,3	22,3				
80	28,3	25,2	32,0	23,7	22	16,4	1,51	

IIIA. *GIRAR — T (TURN)*

Peso	Tiempo (tmu) por grado de giro										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeño: de 0 a 1 kg	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
Medio: de 1 a 5 kg	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
Grande: de 5,1 a 16 kg	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

IIIB. *APLICAR PRESION — AP (APPLY PRESSURE)*[1]

Ciclo completo			Componentes		
Símbolo	tmu	Descripción	Símbolo	tmu	Descripción
APA	10,6	AF + DM + RLF	AF	3,4	Aplicar fuerza
			DM	4,2	Permanecer tiempo mínimo
APB	16,2	APA + G2	RLF	3,0	Aflojar fuerza

[1] Los símbolos de este cuadro corresponden a los siguientes vocablos ingleses: APPLY FORCE, DWELL, MINIMUM, RELEASE FORCE.

IV. *ASIR — G (GRASP)*

Clase	Tiempo (tmu)	Descripción
1A	2,0	Asir, para recogerlos, objetos pequeños, medianos o grandes, aislados y fáciles de apresar
1B	3,5	Asir objetos muy pequeños o estrechamente yuxtapuestos con una superficie plana horizontal
1C1	7,3	Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro mayor de 12 mm
1C2	8,7	Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro de 6 a 12 mm
1C3	10,8	Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro menor de 6 mm
2	5,6	Reasir
3	5,6	Asir con traslado
4A	7,3	Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones mayores de 25 x 25 x 25 mm
4B	9,1	Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones entre 6 x 6 x 3 y 25 x 25 x 25 mm
4C	12,9	Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones menores de 6 x 6 x 3 mm
5	0	Asir por contacto, deslizamiento o enganche

V. *POSICIONAR* — P (POSITION)*[1]

Clase de ajuste		Simetría	Fácil de manipular	Difícil de manipular
1. Flojo	Sin necesidad de ejercer presión	S	5,6	11,2
		SS	9,1	14,7
		NS	10,4	16,0
2. Apretado	Necesidad de ejercer una presión ligera	S	16,2	21,8
		SS	19,7	25,3
		NS	21,0	26,6
3. Exacto	Necesidad de ejercer una presión fuerte	S	43,0	48,6
		SS	46,5	52,1
		NS	47,8	53,4

* Distancia recorrida para encajar el objeto: 25 mm máximo.

[1] S = simétrico (la pieza manipulada puede ocupar cualquier posición alrededor del eje). SS = semisimétrico (la pieza sólo puede ocupar una posición determinada a uno y otro lado del eje). NS = no simétrico (la pieza tiene que estar en la única posición prevista con relación al eje).

VI. *SOLTAR — RL (RELEASE)*

Caso	Tiempo (tmu)	Descripción
1	2,0	Soltar normalmente, abriendo los dedos como movimiento independiente
2	0	Dejar cesar el contacto

VII. *DESMONTAR — D (DISENGAGE)*

Clase de ajuste	Fácil de manipular	Difícil de manipular
1. Flojo: esfuerzo muy pequeño; movimiento empalmado con el siguiente	4,0	5,7
2. Apretado: esfuerzo normal con ligero rebote	7,5	11,8
3. Exacto: esfuerzo considerable, con marcado retroceso de la mano	22,9	34,7

VIII. *RECORRIDO DE LOS OJOS Y ENFOQUE VISUAL — ET Y EF (EYE TRAVEL AND EYE FOCUS)*

Tiempo del recorrido = $15{,}2 \times \frac{T}{D}$ tmu, con un valor máximo de 20 tmu,

siendo T = distancia entre los puntos extremos de la trayectoria visual;

D = distancia del ojo a la trayectoria T, medida perpendicularmente.

Tiempo para enfocar = 7,3 tmu.

IX. MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE[1]

Descripción	Símbolo	Distancia	Tiempo (tmu)
Movimiento del pie:			
Giro alrededor del tobillo	FM	Hasta 10 cm	8,5
Con presión fuerte	FMP		19,1
Movimiento de la pierna o del muslo	LM	Hasta 15 cm	7,1
		Por cada cm adicional	0,5
Paso lateral:			
Caso 1: Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo	SS-C1	Menos de 30 cm	Se emplearán los tiempos de *ESTIRAR MIEMBRO* y *MOVER*
		30 cm	17,0
		Por cada cm adicional	0,2
Caso 2: La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento	SS-C2	Hasta 30 cm	34,1
		Por cada cm adicional	0,4
Inclinarse, agacharse o arrodillarse sobre una rodilla	B.S.KOK		29,0
Levantarse	AB.AS.AKOK		31,9
Arrodillarse sobre ambas rodillas	KBK		69,4
Levantarse	AKBK		76,7
Sentarse	SIT		34,7
Levantarse de un asiento	STD		43,3
Girar el cuerpo de 45 a 90°:			
Caso 1: Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo	TBC1		18,2
Caso 2: La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento	TBC2		37,2
Andar	W-M	Por metro	17,4
Andar	W-P	Por paso	15,0
Andar con obstáculos	W-PO	Por paso	17,0

[1] Los símbolos de este cuadro corresponden a los siguientes vocablos ingleses en el orden en que aparecen: FOOT MOTION; FOOT MOTION with PRESSURE; LEG MOTION; SIDE STEP — CASES 1 and 2; BEND, STOOP, or KNEEL on ONE KNEE; ARISE and BEND, ARISE and STOOP, ARISE from KNEELING on ONE KNEE; KNEEL on BOTH KNEES; ARISE from KNEELING on BOTH KNEES; SIT; STAND from sitting position; TURN BODY — Cases 1 and 2; WALK-METRE; WALK-PACE; WALK-PACE-OBSTRUCTED.

X. *MOVIMIENTOS SIMULTANEOS*

ESTIRAR BRAZO			MOVER						ASIR				POSICIONAR						DES-MONTAR				
A,E	B	C,D Bm	A		B		C G2		G1A G1C G5	G1B		G4	P1S P2S		P1SS P2SS		P1NS D1D P2NS		D1E	D2		CASO	MOVIMIENTO
		* W	O	* W	O	* W	O		* W	O	* W	O	** E	D	** E	D	** E	D		** E	D		
								X	X								X	X	X				A, E	*ESTIRAR BRAZO*
			X				X	X	■			X	X	X	X	■	■	■			X		B	
			X	X	■	X	■	■	■		X	■	■	■	■	■	■	■	X		■	■	C, D	
																X	X	X					A, Bm	*MOVER*
												X	X	X	X	■	■	■			X		B	
							X	■		X	■	■	■	■	■	■	■	■	X		■	■	C	
																■	■	■			■	■	G1A, G2, G5	*ASIR*
										■	■	X	■	■	■	■	■	■	■		■	■	G1B, G1C	
												■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	G4	
													X	■	■	■	■	■	■		■	■	P1S	*POSICIONAR*
															■	■	■	■	■		■	■	P1SS, P2S	
																	■	■	■		■	■	P1NS, P2SS, P2NS	
																			X		X	X	D1E, D1D	*DESMONTAR*
																					X	X	D2	

☐ = FACILES de ejecutar simultáneamente.
☒ = Pueden realizarse simultáneamente con PRACTICA.
■ = DIFICILES de realizar simultáneamente, incluso con mucha práctica. Se conceden ambos tiempos.

MOVIMIENTOS NO INCLUIDOS EN LA TABLA:

GIRAR: Normalmente FACIL con todos los movimientos, salvo cuando se debe controlar el giro o combinarlo con DESMONTAR.

APLICAR PRESION / *HACER GIRAR*: Puede ser FACIL, realizable con PRACTICA o DIFICIL. Cada caso debe analizarse.

POSICIONAR: Clase 3: Siempre DIFICIL.

DESMONTAR: Clase 3: Normalmente DIFICIL.

SOLTAR: Siempre FACIL.

DESMONTAR: Todas las clases pueden ser DIFICILES si hay que tener cuidado para que el objeto no sufra daños.

* W *(Within)* = Dentro / O *(Outside)* = Fuera } del campo de visión normal, v.g.: $r = 10$ cm, $d = 40$ cm.

** E *(Easy)* = FACIL de manipular.
D *(Difficult)* = DIFICIL de manipular.

Fuente: Official International MTM-1 Data, © International MTM Directorate y MTM Association for Standards and Research. Cuadros reproducidos con la autorización de International MZM Directorate.

CAPITULO **27**

Datos tipo

Muchas de las operaciones que se realizan en una fábrica tienen varios elementos comunes. El elemento «andar» o «caminar», por ejemplo, forma parte de numerosas tareas. Actividades distintas como pintar, manipular o trabajar en una obra de construcción comprenden invariablemente un elemento «andar». Al establecer los tiempos de dichas actividades, de hecho, el mismo elemento común se cronometra muchas veces. Por consiguiente, la labor del especialista en estudio del trabajo sería mucho más fácil si dispusiera de un conjunto de datos que le permitieran determinar rápida y fácilmente los tiempos tipo de tales elementos, sin tener necesariamente que cronometrarlos uno por uno. Si, por ejemplo, se pudiera hallar en una tabla el tiempo tipo para el elemento específico «andar», no sólo se ahorrarían dinero y energías, sino que también se obtendría una mayor coherencia en las estimaciones de los tiempos.

Son evidentes, por lo tanto, las ventajas de establecer un banco de **datos tipo** para los diversos elementos que aparecen repetidamente en el lugar de trabajo. Si hubiera datos fiables de ese género para una amplia gama de elementos no sería necesario efectuar un estudio de tiempos para cada nueva tarea: descomponiendo la tarea en elementos, y buscando en el banco de datos los tiempos normales de cada elemento podría calcularse el tiempo total necesario para ejecutar la nueva tarea, y se determinaría su tiempo tipo sumando los correspondientes suplementos de tiempo en la forma acostumbrada.

1. Consideraciones principales

Sin embargo, resulta difícil imaginar que se pueda llegar a cronometrar y almacenar para más adelante todos los elementos posibles de todas las tareas, cualesquiera que sean. Así pues, puede concluirse que, en la práctica, es mejor **limitar el número de tareas** para las cuales se establezcan datos tipo, concretándose normalmente a uno o varios departamentos de la fábrica, o a todos los procesos de fabricación de un solo producto. De esta manera, el campo que se debe cubrir adquiere proporciones más manejables.

La **fiabilidad de los datos** puede aumentarse si antes del análisis se agrupa el mayor número posible de elementos comunes y ejecutados del mismo modo y si se somete a un especialista experimentado una cantidad suficiente de datos acumulados o recopilados sobre cada elemento.

La fiabilidad puede aumentarse aún más asegurándose de que se han tenido en cuenta todos los factores que influyen en el elemento de que se trate. Por

ejemplo, el tiempo empleado para transportar una plancha de cierto tamaño variará según se trate de una plancha rígida (por ejemplo, de metal) o flexible (por ejemplo, de caucho), y variará aún más según su peso: es evidente que no lleva el mismo tiempo transportar una plancha de hierro que una plancha de caucho alveolar o de cartón, y que en cada caso el espesor también tendrá su influencia. Por consiguiente, la descripción del elemento deberá ser lo más precisa posible, con la indicación de los diversos factores que influyen en el tiempo (en este caso, naturaleza del material, peso y espesor).

Otro factor fundamental es la **fuente de los datos de tiempos**. ¿Debería tratarse de tiempos cronometrados (según un sistema que podría denominarse sistema «macroscópico» de determinación de tiempos) o de tiempos basados en sistemas «microscópicos», como los de normas de tiempo tipo predeterminadas? En ciertos casos la primera solución puede resultar más aceptable para los trabajadores, y algunas veces es más económica. Sin embargo, para ciertos elementos no siempre es posible tener registrado un número de cronometrajes suficiente para que los datos sean fiables. Pueden necesitarse varios meses, y hasta un año o más, para acumular suficientes datos con ese método. Un sistema «microscópico» como el MTM quizá permita abarcar mejor el campo estudiado, pero su utilización está condicionada por la experiencia que se tenga de él y por su aplicabilidad. Incluso en este caso hay que decidir si deben utilizarse sistemas detallados como el MTM-1 (más precisos pero costosos), o bien el MTM-2 o el MTM-3 (más económicos pero menos precisos).

Los datos tipo deben elaborarse teniendo debidamente en cuenta las **necesidades de los usuarios**. Aunque es cierto que son utilísimos para una multitud de aplicaciones (entre las cuales la planificación de la producción, el cálculo de los costos, la remuneración por rendimiento y el control presupuestario), el «nivel de confianza» que admiten los usuarios en cuanto a la base en que se apoyan los datos varía considerablemente; por ejemplo, las exigencias de la planificación de la producción permiten tolerar una desviación potencial de los datos tipo mucho mayor que los sistemas de primas individuales. Dada la imposibilidad de establecer una serie de datos tipo diferente para cada usuario, es preciso constituir un sistema que corresponda al máximo a las necesidades de todos.

2. Elaboración de datos tipo

Para establecer datos tipo deben seguirse las etapas indicadas a continuación:

A. **Determinar el alcance o cobertura de los datos tipo.** Como se acaba de indicar, la cobertura debería limitarse, dentro de la fábrica, a uno o varios departamentos o zonas de trabajo, o a una gama reducida de procesos (por ejemplo, los necesarios para fabricar un producto determinado), en los cuales se realicen tareas con varios elementos similares, ejecutados según el mismo método.

B. **Descomponer las tareas en elementos mediante el análisis de tareas.** En este caso hay que tratar de identificar el mayor número posible de elementos comunes en las diversas tareas. Supongamos, por ejemplo, que en una planta de empaquetado de fruta el trabajador que se encuentra al final de la cadena está

encargado de quitar las cajas de cartón de la cinta transportadora, estarcir en su cara superior el nombre y dirección del cliente y llevarlas hasta una plataforma de carga colocada cerca de allí. Esta operación puede descomponerse en elementos de varias maneras, pero si el especialista en estudio del trabajo procede como se indica a continuación, descubrirá que varios de los elementos aparecen también en otras operaciones realizadas en la planta.

La descomposición propuesta es la siguiente:

- ☐ alzar la caja de la cinta transportadora y colocarla en la mesa;
- ☐ colocar la plantilla de estarcido sobre la caja;
- ☐ estarcir con brea el nombre y la dirección del cliente, utilizando una brocha de 10 cm;
- ☐ levantar la caja;
- ☐ llevar cargada la caja, y
- ☐ colocarla en la plataforma de carga.

Los elementos «alzar y colocar la caja» y «llevar cargada la caja» pueden aparecer en varias otras tareas en la fábrica, aunque no necesariamente de la misma manera. El tamaño y peso de la caja pueden variar según el tamaño y tipo de la fruta. Se trata de factores importantes que influirán en el tiempo de los elementos. Es más: el elemento «llevar cargada la caja» puede reaparecer, aunque la distancia recorrida quizá no sea la misma. Sin embargo, estas variaciones no deberían impedir al especialista en estudio del trabajo que recoja toda la información necesaria para establecer sus datos tipo. A medida que avancemos, yendo etapa por etapa, se irá aclarando el procedimiento.

Asimismo, puede resultar útil la adopción de un sistema de codificación para identificar los elementos, agruparlos en categorías y recuperarlos (en particular cuando se trata de un banco de datos informatizado). Conviene elegir un sistema mnemotécnico u otro sistema que facilite la identificación y, si fuera necesario, pueden utilizarse sufijos para indicar el valor de las variables (por ejemplo, PNT 10 para «pintura sobre una superficie de hasta 10 metros cuadrados»).

En los grandes sistemas de datos tipo, la codificación está organizada de modo jerárquico, es decir, compuesta de diferentes niveles. Los elementos básicos (e incluso los movimientos básicos) constituyen el nivel inferior. Las operaciones se componen de cierto número de elementos y las tareas, de cierto número de operaciones. El sistema de datos da la especificación de cada elemento (datos del primer nivel), con el tiempo correspondiente, y la especificación de la operación, a la vez que indica la frecuencia de cada elemento constitutivo. También da la especificación de cada tarea e indica la frecuencia de las operaciones que la componen. Cuando analiza un trabajo, el especialista comienza por descomponerlo en varias tareas. Si todas esas tareas están cubiertas por el sistema, puede calcular de inmediato el tiempo de trabajo sumando los tiempos de las diferentes tareas. (El tiempo de cada tarea resulta de la suma de tiempos de las diferentes operaciones que la componen, y el tiempo de cada operación resulta de la suma de tiempos de los elementos constitutivos.) Cuando un elemento o una frecuencia cambia, la modificación se registra en el sistema – modificación de la descripción o del tiempo del elemento, o de su frecuencia en la operación. En los sistemas

informatizados, la modificación de un elemento repercute en los tiempos de todas las operaciones en las que este elemento interviene y en los tiempos de todas las tareas que comprenden estas operaciones. Sin embargo, la modificación de la frecuencia es propia de la operación y, por tanto, sólo tiene efecto sobre las tareas en donde se utiliza esa operación.

C. **Decidir el método de medición del tiempo**, es decir, si se utilizará el cronometraje (sistemas macroscópicos) o un sistema NTPD como el MTM (sistemas microscópicos). Como ya se explicó, la naturaleza de la tarea y el costo de aplicación de cada sistema serán los principales factores determinantes. Si se escoge el estudio de tiempos con cronómetro deberá preverse suficiente tiempo de modo que se puedan hacer los cronometrajes necesarios para establecer datos fiables desde el punto de vista estadístico.

D. **Determinar los factores** que pueden influir en el tiempo de cada elemento y clasificarlos en factores primordiales y secundarios. Tomemos un ejemplo sencillo: un trabajador que va de un lugar a otro. Si se calcula el tiempo para esta actividad, se verá que siempre hay variaciones en los resultados; ello se debe a diversos factores, algunos primordiales y otros que pueden considerarse secundarios. En este caso preciso pueden indicarse los siguientes:

Actividad

Andar limitado, partiendo de una posición inmóvil y terminando en otra posición inmóvil

Factores que influyen en el tiempo

Primordiales	*Secundarios*
Distancia recorrida.	Constitución física del trabajador
	Temperatura
	Humedad
	Iluminación
	Atracción externa
	Variación atribuible al especialista en estudio de tiempos

Es evidente que en el tiempo de «andar» influirá ante todo la distancia recorrida, pero otros factores de menor importancia ejercerán también una pequeña influencia y podrán causar ligeras variaciones de un cronometraje a otro.

E. Al utilizar sistemas macroscópicos, **el tiempo empleado para ejecutar la actividad se medirá a partir de observaciones directas**. En tal caso el especialista puede escoger las distancias arbitrariamente y cronometrar al trabajador para cada una de ellas. Si observa que en la mayoría de los casos la distancia andada es de 10, 20, 30 o 40 metros, puede establecer los correspondientes tiempos y consignarlos en tablas tipo. Desafortunadamente, ese caso sólo ocurre raramente: lo más probable es que el trabajador ande distancias variables entre los 10 y los 40 metros. Resulta entonces más atinado trazar una curva que indique la relación entre el tiempo y la distancia recorrida. Sigamos con el mismo ejemplo y supongamos que se cronometraron los tiempos presentados en el cuadro 25.

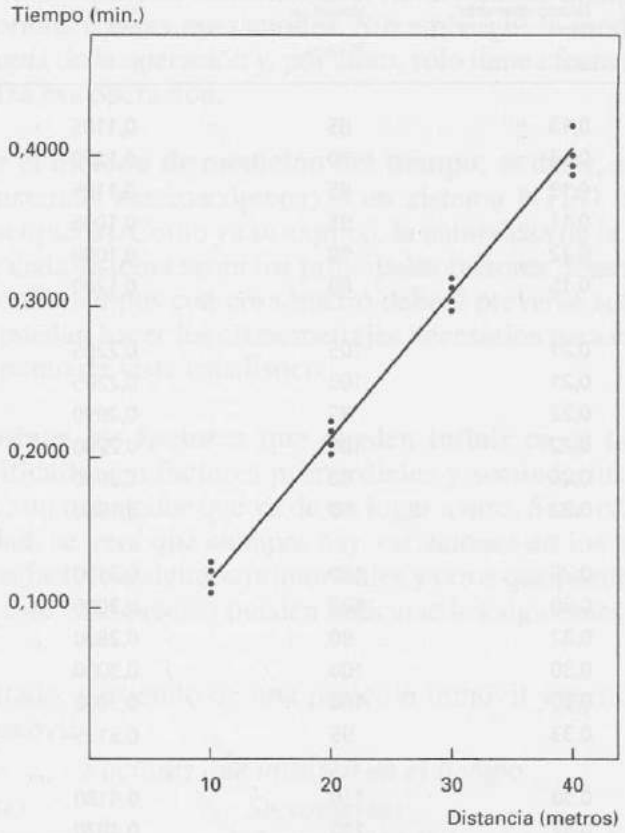
Cuadro 25. Andar limitado

Distancia (m)	Tiempo observado (min.)	Valoración (o × v =)	Tiempo básico (min.)	Promedio (min.)
x	*o*	*v*	*t*	*y*
10	0,13	85	0,1105	
	0,13	90	0,1170	
	0,13	85	0,1105	
	0,11	95	0,1045	
	0,12	90	0,1080	
	0,15	80	0,1200	0,1118
20	0,21	105	0,2205	
	0,21	105	0,2205	
	0,22	95	0,2090	
	0,22	100	0,2200	
	0,26	80	0,2080	
	0,22	90	0,1980	0,2127
30	0,29	110	0,3190	
	0,30	100	0,3000	
	0,32	90	0,2880	
	0,30	100	0,3000	
	0,30	100	0,3000	
	0,33	95	0,3135	0,3034
40	0,38	110	0,4180	
	0,37	110	0,4070	
	0,38	110	0,4180	
	0,43	90	0,3870	
	0,42	90	0,3780	
	0,37	110	0,4070	0,4025

Ahora pueden marcarse en un gráfico de coordenadas los tiempos básicos con respecto a las distancias. Mediante la línea de mejor ajuste se obtiene la curva ilustrada en la figura 132. Para determinar con mayor exactitud la pendiente y la línea de mejor ajuste también puede utilizarse el método de los mínimos cuadrados. La curva obtenida permite establecer los tiempos tipo para cualquier distancia comprendida entre 10 y 40 metros. Algunas veces la relación entre estas dos variables puede ser curvilínea en lugar de recta; en dichos casos convendría utilizar papel cuadriculado logarítmico.

Algunas veces, sin embargo, el especialista se encontrará con un caso en que el tiempo de la operación esté influenciado por más de un factor primordial. Tomemos, por ejemplo, el caso de una sierra circular mecánica utilizada para tronzar madera (del mismo tipo). Al analizar, como en el ejemplo precedente, los factores primordiales y secundarios, puede llegarse a los siguientes resultados:

Figura 132. Andar limitado



Actividad

Tronzar madera del mismo tipo con avance manual

Factores que influyen en el tiempo

Primordiales	*Secundarios*
Variación en el espesor de la madera.	Constitución física del trabajador
Variación en la anchura de la madera.	Temperatura
	Humedad
	Iluminación
	Método de sujetar la madera
	Grado de fuerza física aplicada
	Estado de funcionamiento de la máquina
	Experiencia del trabajador

Partamos del supuesto de que los trabajadores son calificados. Al cabo de cierto lapso podrán calcularse los tiempos básicos para algunos espesores y anchuras de la madera, pero no para todos. En el cuadro 26 se presentan los resultados.

El primer paso consiste en marcar en un gráfico de coordenadas los tiempos con respecto a la anchura de la madera para cada espesor (2, 4, 6 y 8 cm) (véase

Cuadro 26. Tiempos de base para tronzar madera de anchuras y espesores diversos

Espesor (cm)							
2		4		6		8	
Anchura (cm)	Tiempo (min.)	Anchura (cm)	Tiempo (min.)	Anchura (cm)	Tiempo (min.)	Anchura (cm)	Tiempo (min.)
6	0,064	6	0,074	6	0,081	6	0,093
12	0,088	12		12	0,126	12	0,146
16	0,104	16	0,130	16		16	0,181
20	0,120	20	0,160	20	0,180	20	

Figura 133. Tiempos de base para tronzar madera de anchuras y espesores diversos

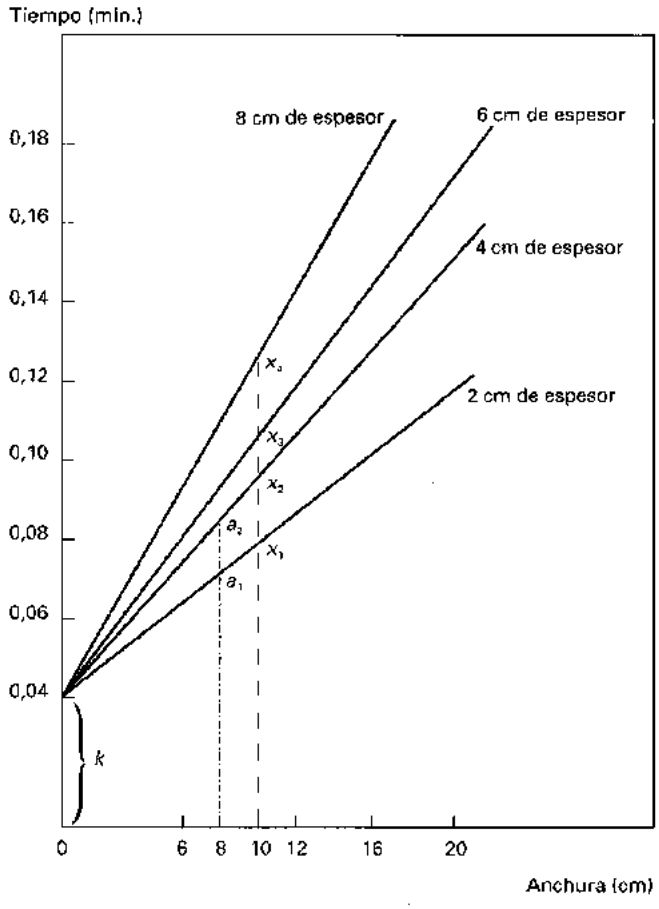


figura 133). Por las curvas resultantes podrán averiguarse los valores que no figuran en el cuadro (por ejemplo, para un espesor de 4 cm y una anchura de 12 cm).

Ahora bien, si se quiere conocer los tiempos tipo correspondientes a la vez a otros espesores y otras anchuras – por ejemplo, 3 cm de espesor por 8 cm de anchura – que no figuran en el cuadro, surge un problema, que puede resolverse de dos maneras.

1. Por **cálculo.** A partir del punto que representa la anchura requerida (en este caso, 8 cm) se traza, perpendicularmente al eje de abscisas, una línea que corta las líneas apropiadas de espesor en los puntos a_1 y a_2 respectivamente (figura 133). Por «apropiadas» entendemos las curvas de espesor que representan el valor inmediatamente superior y el inmediatamente inferior al espesor que nos interesa, y que en este ejemplo es de 3 cm. Por lo tanto, las dos curvas apropiadas son las que representan los espesores de 2 y 4 cm.

Seguidamente puede aplicarse la siguiente ecuación:

$$T = a_1 + (a_2 - a_1) f$$

en la que:

T = tiempo que se desea calcular;

a_1 = tiempo para un espesor de 2 cm (curva de límite inferior) (en este caso 0,072);

a_2 = tiempo para un espesor de 4 cm (curva de límite superior) (en este caso 0,086);

f = fracción decimal que representa el espesor requerido en relación con a_2 y a_1 (en este caso se trata de un valor intermedio entre los dos, es decir, $f = 0{,}5$).

Aplicando esta ecuación se obtiene el siguiente resultado:

$$T = 0{,}072 + 0{,}5\ (0{,}086 - 0{,}072) = 0{,}079 \text{ min.}$$

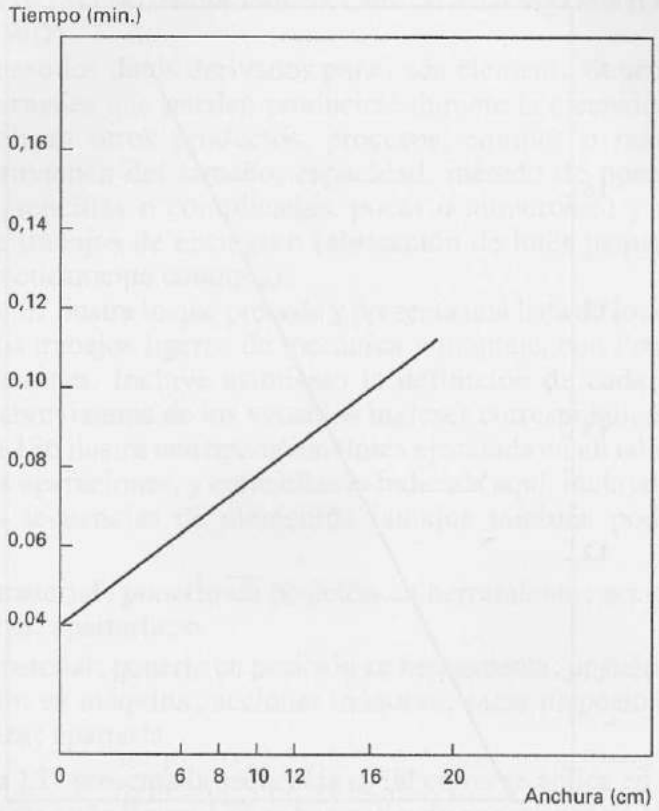
2. Por **comparación gráfica de los factores.** Con este método, primero se trazan las cuatro curvas que representan los diversos espesores de la madera, tomando la anchura como variable independiente y el espesor como variable dependiente (las curvas presentadas en la figura 133).

Observando nuevamente el cuadro 26 vemos que los datos relativos a la anchura y al tiempo para un espesor de 2 cm están completos y que los puntos se ajustan perfectamente a la curva trazada en la figura 133 para dicho espesor. Esta curva se reproduce entonces por separado y se la denomina **curva de base** (véase figura 134).

En segundo lugar, se vuelve a la figura 133 y se escoge un punto arbitrario que represente en el eje de abscisas cualquier anchura comprendida entre los valores 6 y 20 cm. Supongamos que hemos tomado el punto que representa 10 cm. A partir de dicho punto se traza una perpendicular al eje de abscisas que cortará las cuatro curvas en los puntos x_1, x_2, x_3 y x_4 respectivamente.

En tercer lugar, se traza una **curva de factores** a partir de puntos que pueden calcularse como sigue:

Figura 134. Curva de base para tronzar madera de 2 cm de espesor y anchuras diversas



Espesor	2	4	6	8
Factor	$\frac{x_1}{x_1} = 1$	$\frac{x_2}{x_1}$ o $\frac{96}{80} = 1{,}2$	$\frac{x_3}{x_1}$ o $\frac{112}{80} = 1{,}4$	$\frac{x_4}{x_1}$ o $\frac{128}{80} = 1{,}6$

Conociendo estas cifras puede ahora trazarse la curva de factores (figura 135). El tiempo puede calcularse fácilmente tanto a partir de la curva de base como de la curva de factores, mediante la siguiente ecuación:

tiempo total = tiempo de base × factor.

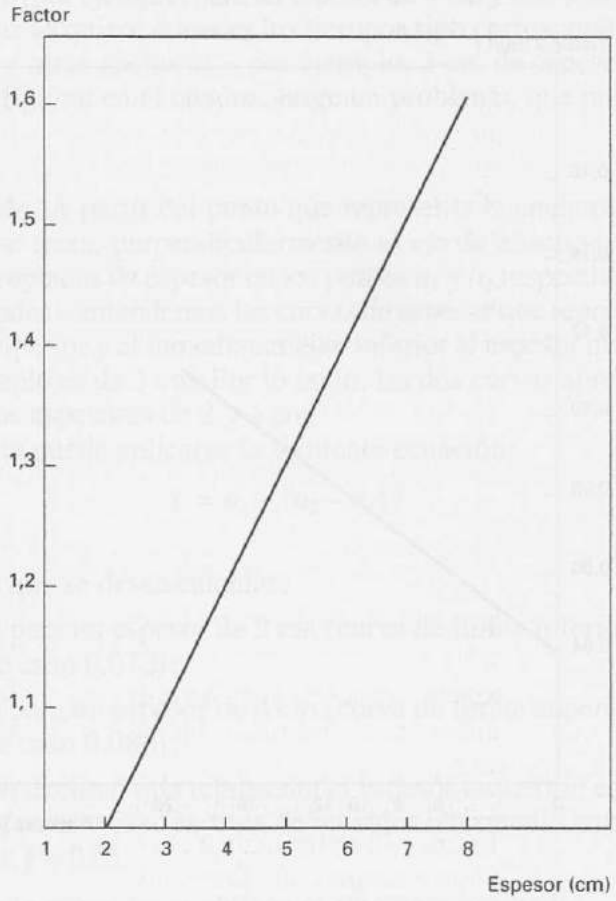
El tiempo necesario para tronzar un pedazo de madera de 8 cm de anchura por 3 cm de espesor es:

$$T = 0{,}072 \times 1{,}1 = 0{,}079 \text{ min.}$$

En este caso el tiempo requerido para la anchura de 8 cm (indicado en la curva de base) se multiplica por el factor correspondiente a un espesor de 3 cm (indicado en la curva de factores).

Por lo tanto, los datos requeridos para calcular los tiempos tipo pueden obtenerse utilizando tanto cuadros como gráficos. El especialista en estudio del trabajo puede sumar a dichos datos, en la forma habitual, los suplementos de

Figura 135. Curva de factores para tronzar madera de anchuras y espesores diversos



tiempo que crea necesarios. Si una empresa decide que puede aplicarse a todas las tareas de una categoría de trabajo el mismo factor de suplemento, los datos tipo podrán expresarse en tiempos tipo para cada elemento.

Antes de proseguir es necesario hacer una advertencia. Los datos recogidos cubren normalmente determinada gama de cronometrajes, y no es aconsejable extrapolar los datos para valores que estén fuera de la gama estudiada. En el ejemplo precedente los cronometrajes se referían a piezas de madera entre 6 y 20 cm de anchura y 2 y 8 cm de espesor. Sabemos lo que sucede entre esos extremos, pero no hay manera de descubrir si se mantendrá el mismo tipo de relación lineal si se superan esos valores de anchura y espesor y se proyectan las curvas más allá de los puntos para los cuales se hizo el estudio de tiempos.

3. Elaboración de datos tipo mediante sistemas NTPD

En el método de elaboración de datos tipo que se acaba de exponer se partía del supuesto de que el especialista en estudio del trabajo basaba sus cálculos en datos

derivados de estudios de tiempo con cronómetro. Como ya se dijo, los datos tipo también podían elaborarse a partir de sistemas NTPD, como el de medición de tiempos-métodos (MTM), factor trabajo, General Serwing Data (GSD) o Clerical Work Data (CWD).

En este caso los datos derivados para cada elemento tienen en cuenta las variaciones normales que pueden producirse durante la ejecución de una tarea cuando se utilizan otros productos, procesos, equipos o materiales. Estas variaciones provienen del tamaño, capacidad, método de operación, tipo de herramientas (sencillas o complicadas, pocas o numerosas) y naturaleza del trabajo (desde trabajos de encargo o fabricación de lotes pequeños hasta una producción prácticamente continua).

El cuadro 27 ilustra lo que precede y presenta una lista de los elementos más comunes en los trabajos ligeros de mecánica y montaje, con detalles sobre sus posibles variaciones. Incluye asimismo la definición de cada elemento; los símbolos son abreviaturas de los vocablos ingleses correspondientes.

La figura 136 ilustra una operación típica ejecutada en un taller de mecánica ligera. Muchas operaciones, y entre ellas la indicada aquí, incluyen una u otra de las siguientes secuencias de elementos (aunque también podrían ser otras secuencias):

a) recoger material; ponerlo en posición en herramienta; accionar máquina; sacar pieza; apartarla; o

b) recoger material; ponerlo en posición en herramienta; posicionar dispositivo de fijación en máquina; accionar máquina; sacar dispositivo de fijación; sacar pieza; apartarla.

La figura 137 presenta la secuencia *a)* tal como se aplica en los trabajos de prensa mecánica; en la figura 138 se ha analizado con mayor detalle el elemento *TRANSPORTAR*, indicándose además las distancias.

Para elaborar datos tipo a partir de un sistema NTPD, cada secuencia de elementos se analiza, por ejemplo, utilizando el sistema MTM-2. También puede establecerse a partir del MTM-2, o de cualquier otro sistema NTPD, un banco de datos para algunas operaciones tipo, con sus posibles variaciones, y los consiguientes datos tipo pueden presentarse en un cuadro (figura 139) o en forma algorítmica (figura 140). La figura 141 reproduce un formulario para registrar el tiempo de la actividad estudiada utilizando los datos derivados de la figura 139 o de la figura 140.

4. Datos tipo de origen externo

Existen varios sistemas de datos tipo constituidos por datos que se han obtenido para representar una categoría particular de trabajo, a menudo en una industria particular. Esos datos se basan frecuentemente en datos de tiempos tipo predeterminados (TTP), a los que se ha hecho referencia más arriba, pero construidos para ofrecer bloques de datos de nivel superior con respecto a tipos concretos de trabajo que dan la posibilidad de aplicar con mayor rapidez y facilidad los datos. Como ejemplos, pueden mencionarse los sistemas GSD (General Sewing Data) y CWD (Clerical Work Data).

Cuadro 27. Datos tipo para trabajos ligeros de mecánica y montaje

Elementos generales (utilizables en varios departamentos)	Posibles variaciones	Símbolo
RECOGER	De plataforma a banco	GSB
	De banco a herramienta	GBT
	De plataforma a herramienta	GST
	Suplemento por piezas mezcladas	GTA
	Pequeñas piezas a recipiente	GSP
POSICIONAR EN HERRAMIENTA	Fácil	PE
	Mediana dificultad	PM
	Difícil	PD
	Complejo	PC
SUJETAR Y SOLTAR	Dedos	CF
	Palanca acodada	CT
	Carro	CS
	Mando neumático	CA
ACCIONAR	Cerrar y abrir guarda	OCG
	Pedal	OP
	Palanca	OL
	Pulsadores de seguridad	OSB
	Prensa de husillo	OFP
	Tipo de máquina	OMT
SACAR DE HERRAMIENTA	Automático	RA
	Fácil	RE
	Mediana dificultad	RM
	Difícil	RD
	Complejo	RC
	Extracción con palanca	RLC
HACER GIRAR	Hacer girar en herramienta	TIT
	Hacer girar herramienta	TT
APARTAR	Automático	AA
	De herramienta a banco	ATB
	De banco a plataforma	ABS
	De herramienta a plataforma	ATS
VARIOS	Contar piezas	MCP
	Marcar piezas o apuntar su número	MSP
	De zona de trabajo a herramienta	WAT
INSPECCIONAR O VERIFICAR	Componente en dispositivo de fijación o calibre	CCF

Definición de los elementos

RECOGER	Abarca levantar y desplazar un objeto, o un puñado de objetos, hasta un punto de destino.
POSICIONAR EN HERRAMIENTA	Abarca colocar un objeto, o un puñado de objetos, en el dispositivo de fijación de una herramienta, etc., o entre electrodos.
SUJETAR Y SOLTAR	Abarca todos los movimientos necesarios para cerrar y *luego* abrir una mordaza que ejerce *presión* sobre el objeto sujetado, o para sujetar un objeto en el dispositivo de fijación de una herramienta ejerciendo presión con los dedos.
ACCIONAR	Abarca el tiempo y los movimientos necesarios para: – cerrar y luego abrir una guarda; – asir o tocar un mando de accionamiento y *luego* poner de nuevo la mano en la zona de trabajo, o el pie en el suelo; – accionar los mandos e iniciar el ciclo de la máquina.
SACAR DE HERRAMIENTA	Abarca sacar un objeto de una herramienta, dispositivo de fijación, etc., o una pieza, componente o dispositivo de fijación de debajo de un taladro o de entre electrodos.
HACER GIRAR	Ocurre cuando dos elementos «Accionar» se siguen, y el objeto debe extraerse de la herramienta, hacerse girar y posicionarse nuevamente en la herramienta, *o* el dispositivo de fijación o la plantilla debe hacerse girar o colocarse en la herramienta o debajo de ella.
APARTAR	Abarca desplazar y dejar un objeto, o un puñado de objetos, que ya estaban sujetos.

Definición de ciertas palabras

Objeto	Cualquier objeto manipulado, como piezas, herramientas manuales, subconjuntos o artículos acabados. Incluye también cualquier plantilla, soporte u otro dispositivo de fijación.
Puñado	Número óptimo de objetos que pueden cómodamente recogerse, desplazarse y colocarse según proceda.
Banco	Incluye cualquier mesa, bandeja o zona de almacenamiento adaptadas a la herramienta o al lugar de trabajo.
Plataforma	Caja o recipiente con patas que es desplazada con una carretilla elevadora manual o de horquilla. Este término comprende las paletas o plataformas de carga, el suelo o cualquier dispositivo de almacenamiento a nivel del suelo.
Herramienta	Término general que comprende cualquier dispositivo de fijación, plantilla, electrodo, prensa u otra herramienta utilizada para sujetar o accionar un objeto u objetos. Una herramienta puede posicionarse en otra; por ejemplo, un dispositivo de fijación de piezas debajo de un taladro o de un electrodo para soldar.

Esos sistemas de datos suelen estar patentados y, como mínimo, exigen que la persona que los aplica asista a un curso de capacitación autorizado. Algunos sistemas requieren asimismo el pago de un derecho de licencia para poder utilizar los datos, sea en forma de un pago único o de una licencia anual. Aunque esto puede resultar caro, garantiza que los creadores del sistema cuentan con fondos para mantenerlo, ampliarlo y desarrollarlo.

Figura 136. Secuencia de elementos

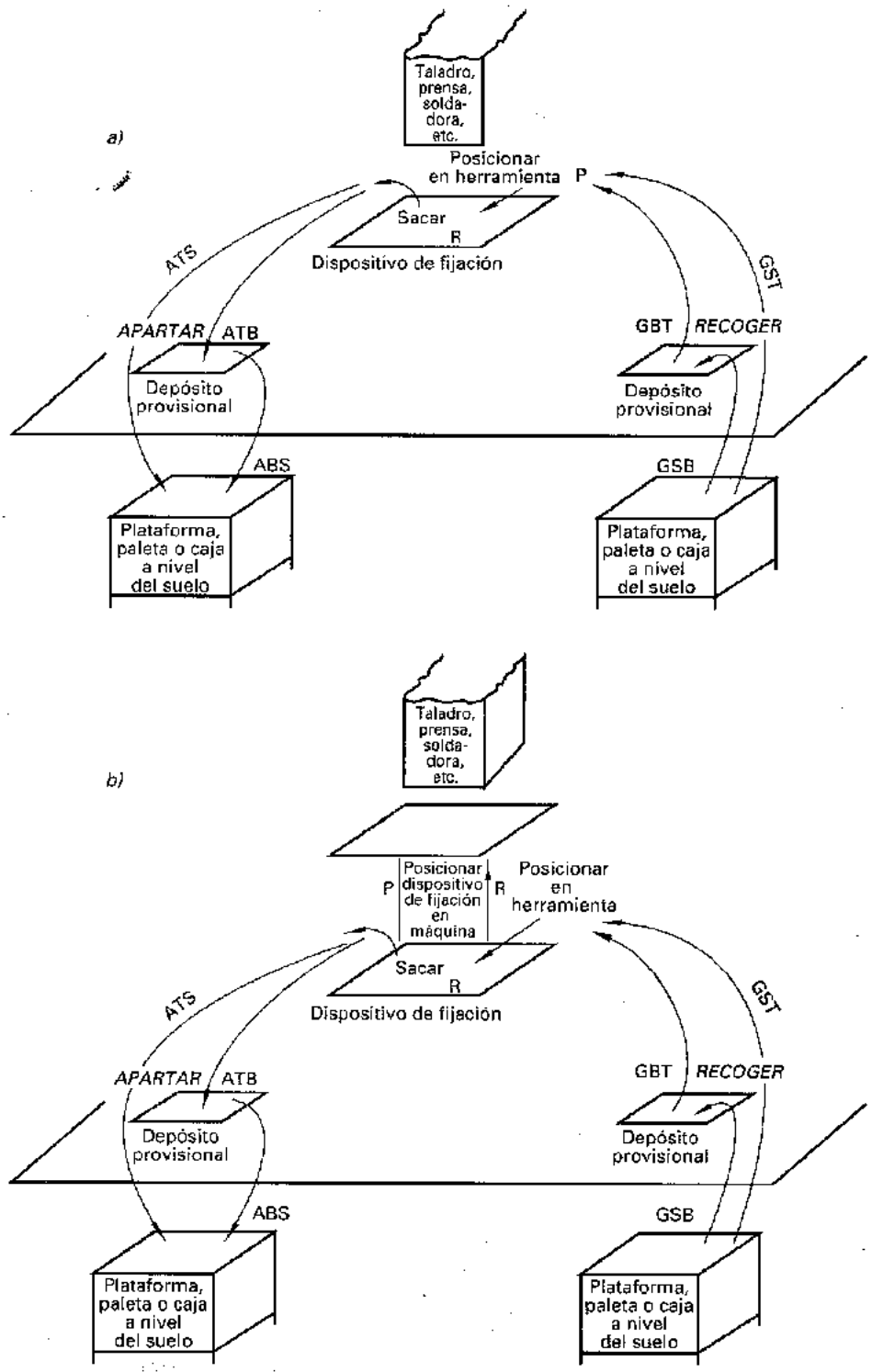
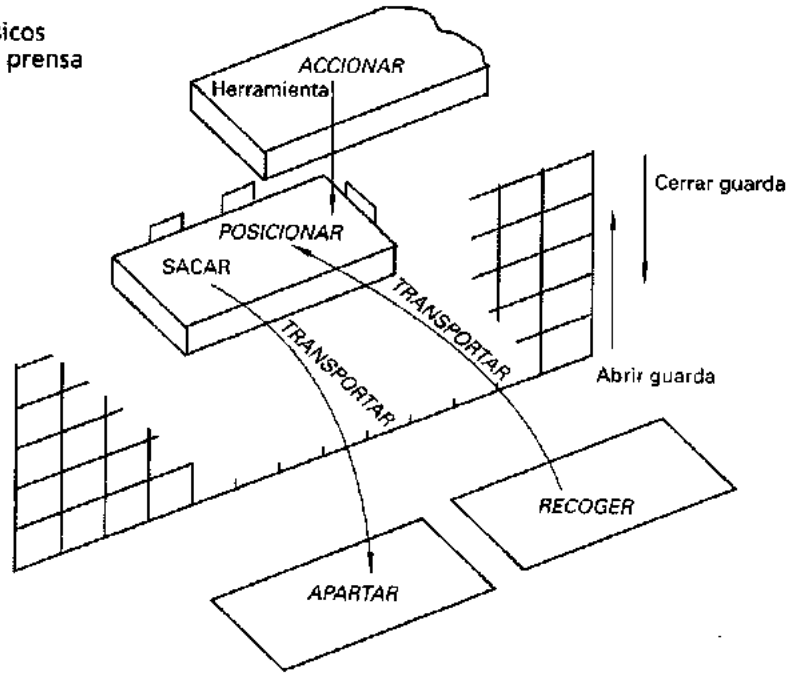


Figura 137.
Elementos básicos del trabajo de prensa mecánica



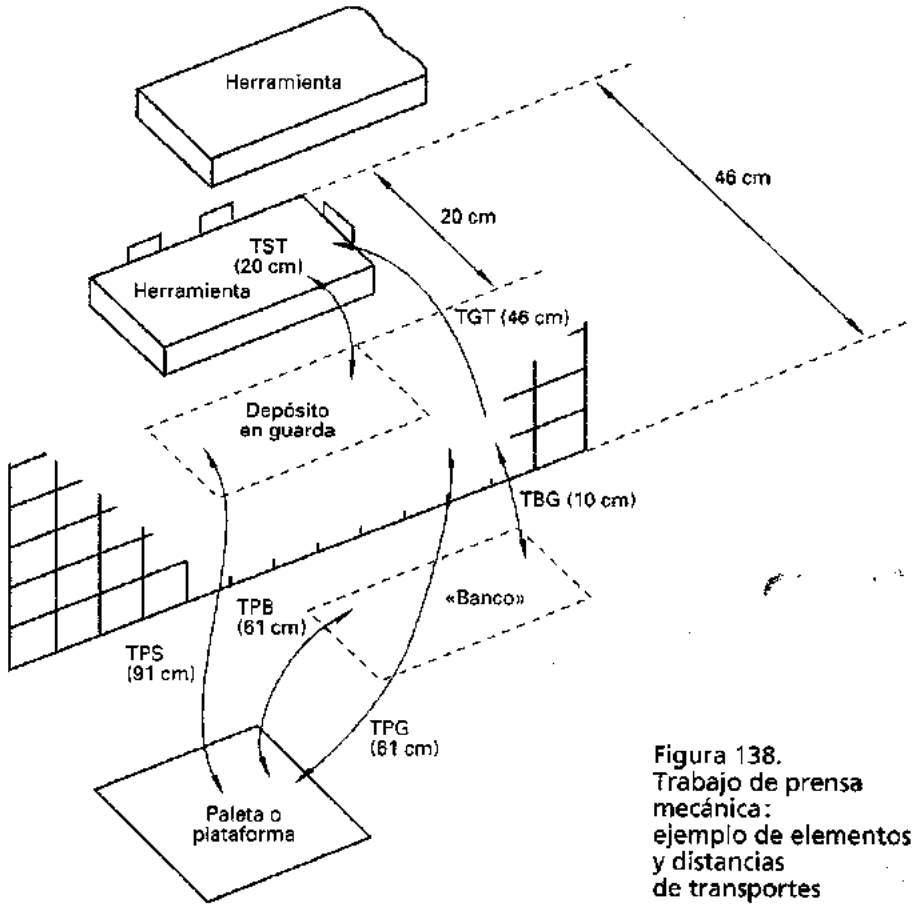


Figura 138.
Trabajo de prensa mecánica: ejemplo de elementos y distancias de transportes

Figura 139. Trabajo de prensa mecánica: ejemplo de datos tipo determinados mediante sistema MTM-2 (presentación tabular)

Elemento	Símbolo	tmu
RECOGER pieza		
Plana	GF1	21
	GF2	31
Utilizar herramienta	GTS	15
Conformada	GS1	19
	GS2	28
Supl. por piezas mezcladas	GTA	20
Peso	GW	–
TRANSPORTAR		
Entre guarda y		
Banco	TBG1	4
	TBG2	4
Paleta, etc.	TPG1	18
	TPG2	18
Herramienta	TGT1	18
	TGT2	18
Inclinarse, añadir	TB-	61
Dar un paso, añadir	TS-	18
Entre herramienta y		
Guarda	TGT1	18
	TGT2	18
Depósito	TST1	11
	TST2	11
Mano	THT1	4
Segunda herram.	TTT1	14
	TTT2	14
Entre paleta y		
Banco	TPB1	32
	TPB2	32
Depósito	TPS1	42
	TPS2	42
Guarda	TPG1	18
	TPG2	18
Peso	PW	–

Elemento	Símbolo	tmu
POSICIONAR en herramienta		
Pieza plana		
Topes	PFS1	27
	PFS2	30
Pasadores	PFP1	31
	PFP2	33
Pieza conformada		
Moldeada	PSM1	31
	PSM2	39
Topes	PSS1	38
	PSS2	41
Pasadores	PSP1	31
	PSP2	35
Peso	PW	–
ACCIONAR PRENSA		
Cerrar guarda		
Automático	OCGA	0
Una mano	OCG1	21
Ambas manos	OCG2	30
Accionar prensa		
Automático	OPA	*
Pedal	OPF	*
Pulsadores	OPB	*
Ciclo de máquina	OMC	*
Abrir guarda		
Automático	OOGA	0
Una mano	OOG1	22
Ambas manos	OOG2	31

* Para cada prensa utilizar datos de máquina o estudio de tiempos

Elemento	Símbolo	tmu
SACAR de herramienta		
Eyección autom.	RA-	0
Fácil	RE1	17
	RE2	17
Mediano	RM1	36
	RM2	52
Difícil	RD1	50
	RD2	50
Peso	GW	–
TRANSPORTAR (como anteriormente)		
APARTAR pieza		
Automático	AA-	0
Lanzar	AT1	7
	AT2	7
Colocar	AL1	10
	AL2	10
Apilar	AS1	11
	AS2	19
Peso	–	–

Nota: El último número al final del símbolo indica: 1 = una mano; 2 = ambas manos.

Figura 140. Trabajo de prensa mecánica: ejemplo de datos tipo determinados mediante sistema MTM-2[1] (presentación algorítmica)

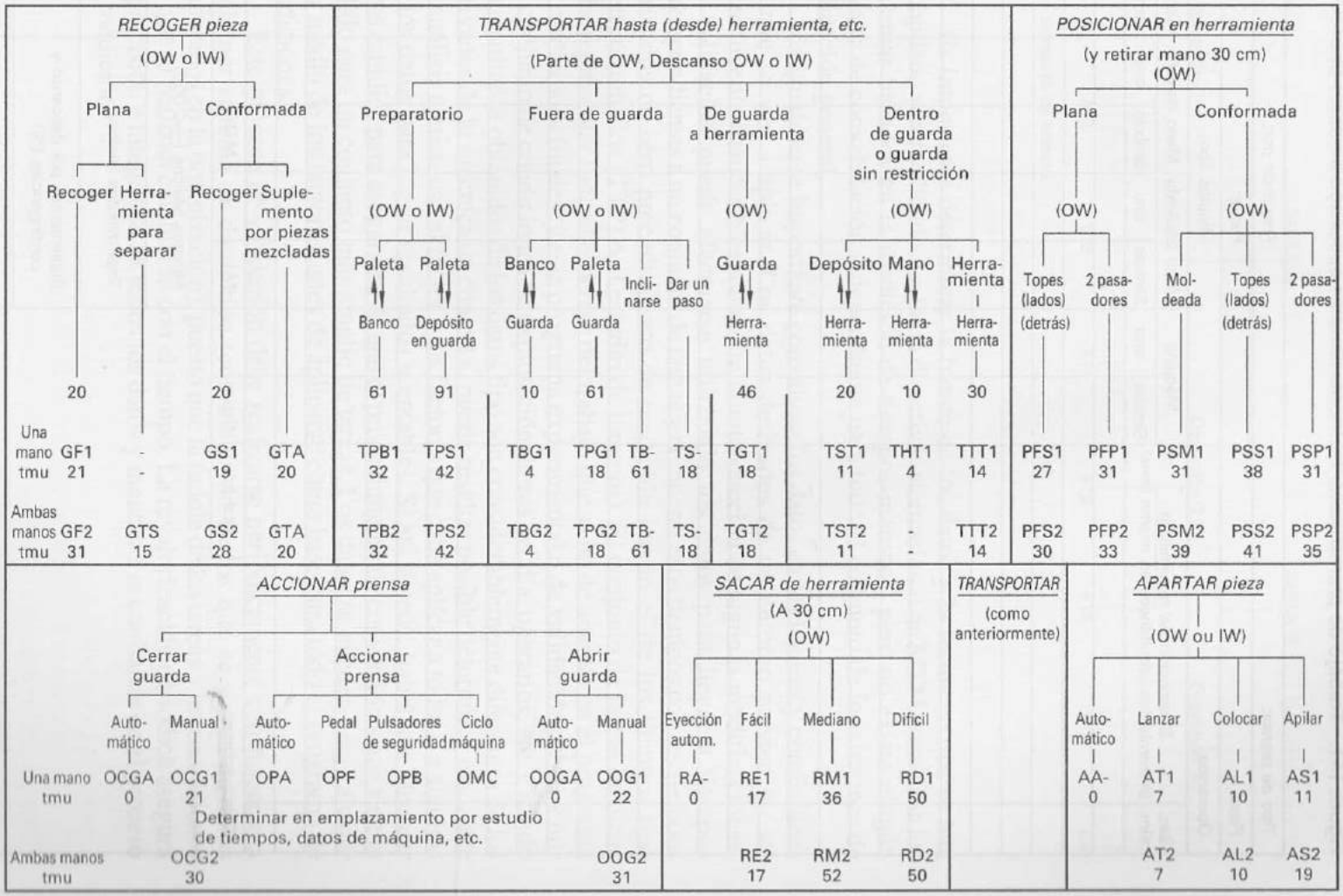
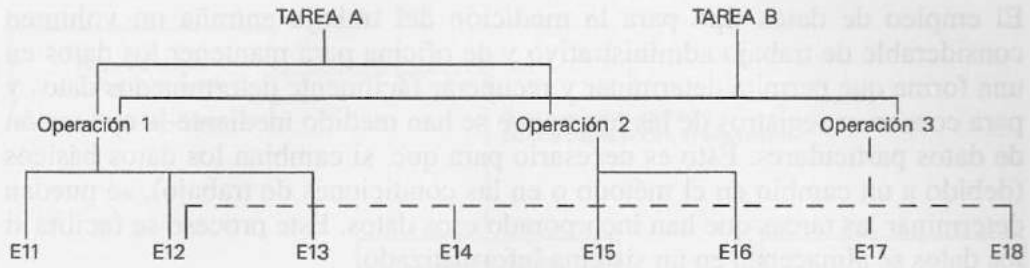


Figura 141. Trabajo de prensa mecánica: formulario de aplicación de datos tipo

Tipo de prensa:						Preparado por:			
Pieza:						Fecha:			
Operación:						Minutos tipo:			
Sec. núm.	Descripción del movimiento (movimientos simultáneos en misma línea)	Máquina		Mano izquierda		Mano derecha		Carga	
		Símbolo	tmu	Símbolo	tmu	Símbolo	tmu	tmu	

Figura 142. Establecimiento de datos tipo informatizados



E = elemento de trabajo.

Es importante determinar la fuente de los datos y la forma en que se han recopilado y convalidado. La junta directiva internacional de MTM convalida los sistemas basados en la medición de tiempos-métodos, pero no existe ningún órgano de convalidación independiente para todo el conjunto de los sistemas de aplicación general.

Es igualmente importante convalidar los datos en los lugares y condiciones en que se van a aplicar. Los datos derivados de un entorno pueden no ser directamente transferibles a otro sin la introducción de algunas modificaciones. La validación puede efectuarse utilizando los datos para llegar a tiempos correspondientes a un conjunto de tareas y comparar esos tiempos con los tiempos derivados de otro procedimiento de medición (como el de los tiempos tipo predeterminados (TTP) o el estudio de tiempos). El conjunto de tareas medidas debe representar todo el espectro del trabajo que se ha de abarcar en el programa de mediciones finales, y este programa experimental o de validación debe incluir un conjunto de condiciones de explotación, horas del día, operarios, etc. Cuando los resultados obtenidos de los datos tipo son considerablemente diferentes de los derivados de la «técnica de control», puede resultar posible determinar mediante un análisis meticuloso el factor o los factores que cabe aplicar a todos o a algunos de los datos para lograr resultados aceptables. Si así sucede, habrá que efectuar otros estudios para asegurarse de que el procedimiento de conversión sigue siendo válido para un conjunto más amplio de tareas. Los datos se pueden luego ajustar por medio de los factores antes de aplicarse como base para todo el programa de mediciones.

Este proceso de validación debe realizarse periódicamente con respecto a cualquier sistema de datos tipo (con inclusión de los que se sirven de datos elaborados en la organización), puesto que la índole de las tareas y las condiciones en que se realizan cambiarán con el tiempo. La revalorización periódica asegura la precisión e integridad de todos los datos y mantiene la confianza en el proceso de medición.

5. Sistemas de medición informatizados

El empleo de datos tipo para la medición del trabajo entraña un volumen considerable de trabajo administrativo y de oficina para mantener los datos en una forma que permita determinar y recuperar fácilmente determinados datos y para conservar registros de las tareas que se han medido mediante la aplicación de datos particulares. Esto es necesario para que, si cambian los datos básicos (debido a un cambio en el método o en las condiciones de trabajo), se puedan determinar las tareas que han incorporado esos datos. Este proceso se facilita si los datos se almacenan en un sistema informatizado.

Ya hemos hecho referencia en el capítulo 23 al empleo de las computadoras para analizar los datos del estudio de tiempos. Esto guarda a menudo relación con la utilización de tarjetas electrónicas del estudio o con dispositivos de captación de datos que, conjuntamente con el programa de análisis, constituyen un conjunto completo del estudio electrónico de tiempos. Este es en realidad un sistema de medición que se presta fácilmente a la elaboración de datos tipo informatizados.

La mayoría de los datos tipo informatizados emplean microcomputadoras, pero la parte excepcional del sistema es realmente un conjunto de programas que permite almacenar y manipular los datos basados en tiempos. Estos datos pueden ser copiados de dispositivos electrónicos del estudio o incorporados manualmente. Existen varios de esos sistemas, algunos de ellos vinculados a conjuntos particulares de datos y otros «vacíos» a los que la organización puede aportar sus datos procedentes de cualquier fuente.

Muchos de esos sistemas posibilitan la aplicación de datos de una manera jerárquica. Los datos tipo originarios se almacenan en el sistema como «datos de base» o «datos elementales». Bloques de un nivel superior (como las operaciones) se constituyen a continuación combinando varios elementos. Los detalles de esas operaciones, en función de los elementos incluidos y de la frecuencia de esos elementos, se almacenan en el sistema. Esas operaciones pueden luego transformarse en tareas de la misma manera. Los datos se pueden, por lo tanto, representar como en la figura 142.

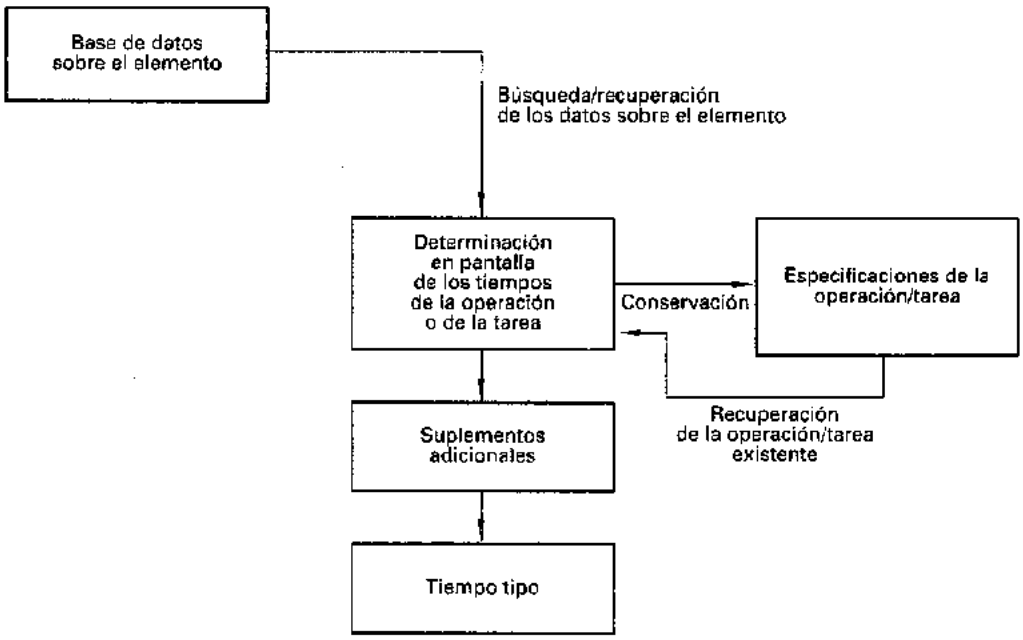
En todo momento puede imprimirse la composición de una tarea u operación particular y su tiempo tipo, que se calculará durante la etapa de impresión a partir de los tiempos y las frecuencias de los elementos individuales, de la información almacenada sobre los diversos elementos y de los tiempos del ciclo o de la operación.

En la figura 143 se ilustra la utilización de ese sistema para establecer un tiempo tipo de una operación o de una tarea.

Existen varios conjuntos de programas de computadora para elaborar datos tipo y para emplearlos en la obtención de tiempos tipo de diversas operaciones. Sirvan de ejemplo CPD90 de Suecia, Timebuilder de Irlanda, Micromatic Methods and Measurement en los Estados Unidos, Tectime creado en el Reino Unido y los conjuntos Meza y Plazet de Alemania.

La Federación Europea de Servicios de Productividad facilita una lista de sistemas informatizados de medición del trabajo como parte de sus pautas de gestión para la medición del trabajo.

Figura 143. Obtención de un tiempo tipo informatizado correspondiente a una operación



CAPITULO **28**

Utilización de tiempos tipo

1. Definición del trabajo al que se aplican tiempos tipo

Una vez terminados los cálculos es importante registrar detalladamente los métodos, herramientas y máquinas que se hayan utilizado y toda característica de las operaciones que influya en el tiempo de ejecución. Es necesario porque las modificaciones del contenido de trabajo que repercutan en el tiempo afectarán también a la planificación y a los costos, y tienen particular importancia cuando los tiempos tipo se utilizan para fijar las tasas de remuneración en un sistema de primas. Es una norma fundamental de todos los sistemas de remuneración basados en el estudio de tiempos que no se debe modificar el tiempo tipo a menos que cambie el contenido de trabajo de una tarea, se reorganice el trabajo o se rectifique un error administrativo[1].

Cuando los tiempos tipo van a servir de base para un sistema de primas se acostumbra establecer dos documentos en que se expone detalladamente cómo se compilaron las normas de tiempo y cuáles son las condiciones de trabajo a que corresponden. Esos documentos son el **esquema técnico** y la **especificación del trabajo**.

El esquema técnico es esencialmente un documento de estudio del trabajo, sin relación con las tasas de salario, el control de los trabajadores u otros aspectos objeto de contratación entre el empresario y el personal. El esquema condensa en cuadros y gráficos los principales resultados del estudio efectuado en la sección y presenta el proceso de elaboración de los tiempos tipo fijados. Contiene los datos necesarios para calcular nuevos tiempos si cambian las tareas o las condiciones de trabajo, dentro de los límites en que el estudio ya hecho dé esa posibilidad. Viene a ser, pues, un manual para establecer tiempos tipo.

Se precisa un esquema aparte para cada sección técnicamente distinta de la empresa porque los métodos para establecer tiempos tipo diferirán de una sección a otra. En un taller de esmaltado de vidrio, por ejemplo, probablemente haya un esquema para los pulverizadores de pintura, otro para los encargados de las máquinas lanzagranalla, otro para los horneros, y así sucesivamente.

Los esquemas llevan anexos resúmenes de todos los datos en que se basan, entre los cuales:

- ☐ cursogramas analíticos de los métodos perfeccionados;
- ☐ hojas de análisis de los estudios;

[1] Como ya lo hemos indicado en el capítulo anterior, estas informaciones pueden almacenarse en una base de datos.

- ☐ hojas de cálculo del suplemento por descanso;
- ☐ datos basados en las normas de tiempo predeterminadas (NTPD);
- ☐ curvas y gráficos de los datos tipo.

Los esquemas técnicos y los documentos originales anexos deben guardarse con el mayor cuidado, puesto que son comprobantes esenciales en cualquier conflicto que surja. También son muy útiles para establecer más adelante los tiempos tipo de trabajos similares. Por lo general se archivan en el departamento de estudio del trabajo, donde pueden consultarlos tanto la dirección de la empresa como los representantes del personal.

2. Especificación del trabajo

> Una especificación del trabajo es el documento que detalla una operación o tarea, el modo de ejecución, la disposición del lugar de trabajo, las características de las máquinas, herramientas y aparatos que se deben usar y las funciones y obligaciones del trabajador. Consta normalmente en ella el tiempo tipo o tiempo asignado a la tarea.

En la especificación del trabajo se basa, pues, el contrato entre la empresa y el obrero respecto a la aplicación del sistema de incentivos salariales.

Varía mucho la minuciosidad necesaria para especificar un trabajo según la operación de que se trate. En los talleres mecánicos donde se ejecutan muchas tareas distintas con máquinas de funcionamiento más o menos análogo, las condiciones generales pueden establecerse para todo el taller y sólo se precisa registrar aparte las variaciones de detalle.

En cambio, la especificación del trabajo será larga y detallada cuando todo un taller o departamento interviene en la operación, que se mantiene sin modificaciones importantes durante mucho tiempo, como sucede en algunas partes de la industria textil. Por tanto, la especificación podrá comportar diferentes indicaciones, según la materia prima utilizada.

La especificación del trabajo, que se basará por supuesto en el sistema implantado previo estudio de métodos, deberá comprender, en términos generales, los puntos siguientes:

A. Detalles de las piezas o productos, a saber:

- ☐ diseño, especificación o número y título del producto;
- ☐ especificación del material;
- ☐ croquis, cuando proceda, de las partes o superficies que hay que trabajar.

B. Detalles de la máquina o instalación en que se ejecute la operación, a saber:

- ☐ marca, dimensiones o tipo, número de registro de la instalación;
- ☐ velocidades y avances, dimensiones de las poleas u otros datos análogos;
- ☐ plantillas, herramientas y dispositivos de fijación;

- ☐ otro equipo;
- ☐ croquis de la disposición del lugar de trabajo (cuando no figure en el estudio de métodos).

C. Número de la operación y descripción general del trabajo que comprende

D. Normas de calidad, a saber:

- ☐ grado de calidad;
- ☐ acabado o tolerancia, o uno y otra, si corresponde;
- ☐ condiciones de calibrado y comprobación, calibradores y otros instrumentos de medición;
- ☐ frecuencia de la inspección;
- ☐ tratamiento de productos que no se adecuan a las normas.

E. Categoría y sexo de la mano de obra, a saber:

- ☐ mano de obra directa e indirecta;
- ☐ colaboración ocasional de inspectores o capataces.

F. Descripción detallada de todo el trabajo necesario, a saber:

- ☐ elementos repetitivos, constantes y variables;
- ☐ elementos casuales;
- ☐ tareas indirectas: montaje y desmontaje;
- ☐ limpieza, engrasado, etc., y frecuencia con que se realizan esas operaciones.

G. Detalles de las normas de tiempo, a saber:

- ☐ tiempo tipo de cada elemento, tarea u operación, según corresponda;
- ☐ tiempo asignado para todo el trabajo indirecto, con una nota sobre cómo ha sido evaluado;
- ☐ porcentaje de suplemento por descanso incluido en el tiempo de cada elemento;
- ☐ otros suplementos.

H. Procedimiento administrativo que han de seguir los operarios para contabilizar la producción y el tiempo de espera

I. Condiciones de notificación del tiempo tipo y disposiciones especiales (si las hay)

Quizá sea necesario facilitar copias de la especificación del trabajo a la dirección y a los jefes del departamento y del taller, y también a los representantes de los trabajadores cuando las condiciones se apliquen a gran número de operarios.

El modo de dar a conocer a los operarios los tiempos tipo depende en gran parte del trabajo. Si lo ejecuta un solo obrero (el que fue cronometrado), bastará generalmente que el especialista en estudio del trabajo hable con él personalmente en primer lugar. Una vez aceptado el estudio del trabajo, los obreros no suelen necesitar largas explicaciones; lo que les interesa saber es qué cifras de producción tienen que alcanzar para percibir una prima aceptable. El operario comprenderá mejor los tiempos tipo si le dicen: «Hay que producir 12 piezas por

hora para ganar una prima de un tercio» o «Si haces 17 madejas por turno ganarás 33 por ciento de prima», que si le dicen: «El tiempo es de 13 minutos tipo por pieza». Si los tiempos tipo dan lugar a dudas, los obreros pronto pedirán aclaraciones. Cuando todo un taller realice el mismo género de trabajo, como es frecuente en ciertas industrias manufactureras, como la de hilados, deberán colocarse resúmenes de los tiempos tipo en los tableros de anuncios del departamento. A veces es aconsejable leer las partes pertinentes de la hoja de especificación en una reunión del departamento, procedimiento imprescindible si la mayoría de los operarios interesados no saben leer. En la producción por series es costumbre anotar o imprimir el tiempo tipo en la ficha de trabajo o del proceso.

3. Unidad de trabajo tipo

Los tiempos tipo se expresan generalmente en las formas siguientes:

x minutos por pieza,
y minutos por 100 (o por 1 000) piezas, o
z minutos por tonelada, metro lineal, metro cuadrado, etc.

A veces se calculan o traducen en horas. Esos valores, por definición, representan lo que se produce con un desempeño tipo, o sea el valorado en 100.

Los minutos u horas que se fijan a determinada tarea no son minutos ni horas de trabajo continuo. Cada unidad de tiempo comprende algo de descanso.

La proporción entre trabajo y descanso varía según la pesadez de la labor: en los trabajos muy arduos, a altas temperaturas, como el de fogonero, la proporción de los descansos puede pasar de 50 por ciento.

Como el minuto tipo es una medida de lo que se produce, se puede utilizar para determinar y comparar la productividad, que a su vez se puede expresar con la razón siguiente:

$$\frac{\text{Producto del trabajo en minutos tipo}}{\text{Tiempo de trabajo de la mano de obra o de la máquina en minutos de reloj}} \times 100$$

El minuto tipo tiene la ventaja de que puede utilizarse para medir y comparar la producción de géneros de trabajo distintos; la exactitud de la comparación dependerá de la homogeneidad de los tiempos tipo utilizados.

4. Planes de producción y utilización de la mano de obra y de las instalaciones

Una de las causas de tiempo improductivo es la de no planificar la secuencia de las operaciones y de los pedidos, con el resultado de que los pedidos no se suceden inmediatamente y las instalaciones y la mano de obra no trabajan de modo continuo.

Para establecer un plan de trabajo acertado hay que saber con precisión:

1) lo que se va a fabricar o hacer;
2) la cantidad;
3) las operaciones indispensables para ejecutar el trabajo;

4) las instalaciones, equipo y herramientas necesarios;
5) la clase de mano de obra que se requiere;
6) el tiempo previsto para cada operación;
7) la proporción de las instalaciones y herramientas necesarias de que se dispondrá;
8) la proporción de mano de obra de las categorías necesarias de que se dispondrá.

La información aludida en los apartados l) y 2) proviene generalmente del departamento comercial o de ventas.

Los datos para responder a los apartados 3), 4) y 5) se obtienen efectuando la planificación del proceso y un **estudio de métodos**.

La información mencionada en el apartado 6) se reúne gracias a la **medición del trabajo**.

La información referida en el apartado 7) se extrae de los registros del departamento encargado de las instalaciones en general o de los del departamento interesado.

La información que cita el apartado 8) se encuentra en los archivos de la oficina de personal o en los ficheros del departamento interesado.

Una vez obtenida dicha información, ajustar los proyectos a los recursos de que se dispone es una cuestión de pura aritmética. Tanto los recursos necesarios como la capacidad de que se dispone deberán expresarse en función del factor tiempo.

Las necesidades se formularán como sigue:

Número de las operaciones de cada tipo a realizar × Tiempo previsto para cada operación,

y se deberán equiparar al tiempo total disponible de todas las instalaciones y categorías de mano de obra necesarias para llevar a cabo las operaciones.

Al preparar un programa interesan solamente los tiempos efectivos previstos para las operaciones, que dependerán, entre otros factores, de si las condiciones generales de la fábrica – entre las cuales el clima de las relaciones obrero-patronales y el sistema de renumeración empleado – favorecen el ritmo de trabajo óptimo. Cuando así sea y se haya consolidado la aplicación del estudio del trabajo, los tiempos deberán ser los del desempeño medio del taller o departamento con arreglo a las cifras de producción registradas durante determinado período. Esto puede incluso aplicarse a un solo procedimiento o máquina y es la única base real para tales cálculos. Los tiempos se obtienen multiplicando los tiempos tipo por

$$\frac{100}{\text{Desempeño medio}}$$

La capacidad de las instalaciones y de la mano de obra se expresa en « minutos-hombre» o «minutos-máquina», sin olvidar los tiempos que se deban prever para limpiar, armar, desarmar, cambiar, reparar, etc.

Al combinar en esta forma las condiciones de producción o de funcionamiento de la empresa con la capacidad de esta última se puede:

a) descubrir cualquier deficiencia de las instalaciones o de la mano de obra que pueda interrumpir el programa u obstruir la producción, y si la hay, determinar su importancia;

b) determinar la existencia de un posible exceso en la capacidad de las instalaciones o de la mano de obra y su importancia;

c) hacer previsiones exactas de las fechas de entrega.

Si la dirección puede disponer de esas informaciones, basadas en normas de desempeño ajustadas a la realidad, bastante antes del comienzo previsto de la producción puede precaverse contra los tropiezos señalados o, por el contrario, buscar más trabajo para aprovechar toda la capacidad, pero sin tales normas carecerá de base sólida para tomar medidas en uno u otro sentido.

5. Cálculo de costos de producción

El éxito o el fracaso de una empresa en la pugna entre competidores puede depender de la exactitud con que logre fijar el precio de sus productos. Si no se conoce precisamente el tiempo que lleva su fabricación, no se pueden calcular los costos de mano de obra ni muchos costos indirectos que varían en función del tiempo, como la amortización de las instalaciones, el consumo de electricidad y combustible, los alquileres y los sueldos de los empleados y jefes de diversa categoría.

Si la dirección se puede fiar en la precisión de los costos, le es posible fijar precios debidamente ajustados: si son inferiores a los de sus competidores, tendrá la satisfacción de saber que no corre peligro por vender más barato; si son superiores, tratará de reducir los costos con mayor seguridad y sabiendo los márgenes de que dispone para hacerlo.

Los costos de mano de obra, efectivos y estándar, por 100 o por 1 000 minutos tipo de producción se suelen calcular todas las semanas a partir de las hojas de control establecidas también semanalmente. Puesto que los costos efectivos de mano de obra por 100 minutos tipo tienen en cuenta tanto los costos de mano de obra directos como los indirectos, son los valores más útiles para evaluar los costos de producción.

Como ya se ha visto en el capítulo 15, se puede realizar un ajuste en la estimación del costo de proyectos especiales previendo que ciertas actividades se efectuarán a un ritmo acelerado. A fin de adoptar decisiones al respecto, es esencial que se conozca el tiempo de ejecución de cada actividad. Los proyectos en cuestión suelen ser de alto costo y a menudo se los somete a concurso de ofertas. Sin una correcta estimación de los tiempos, es poco probable que se pueda obtener un contrato ni las consiguientes ganancias.

6. Cálculo de costos estándar y control presupuestario

La medición del trabajo da la información esencial para fijar los costos estándar de la mano de obra y proporciona medios para regularlos. Esos costos estándar también pueden utilizarse como base de los presupuestos de mano de obra a los efectos del **control presupuestario**; son fuente de informaciones para establecer los presupuestos de producción y de gastos indirectos, y si se combinan con el

presupuesto de ventas, indican la capacidad de las instalaciones y de la mano de obra de que probablemente se disponga durante el ejercicio presupuestario.

La medición del trabajo, además de fijar tiempos tipo, también indica, y con precisión, el desempeño efectivo. Nunca se insistirá demasiado en la necesidad de contar con tiempos tipo exactos. La falta de datos completos sobre los costos es la verdadera causa de muchos errores de dirección y de muchos fracasos de empresas industriales. Los costos de mano de obra, como siempre, se basarán en los tiempos tipo, aunque se deben prever metódicamente posibles desviaciones del desempeño tipo.

7. Sistemas de remuneración por rendimiento

La medición del trabajo no culmina necesariamente en un sistema de remuneración por rendimiento. Muchas empresas mandan efectuar estudios de tiempos y no aplican después primas a la producción. Si en los capítulos precedentes se ha prestado particular atención a los aspectos del estudio de tiempos más vinculados con las primas, es porque todo examen del estudio de tiempos que no tratara ese tema quedaría trunco.

Como base para implantar tales sistemas, la medición del trabajo tiene ventajas que estriban en características intrínsecas de sus técnicas, a saber:

1. Los tiempos se basan en la observación directa y en la anotación de lo observado por los métodos más exactos posibles.
2. Se hacen suficientes observaciones de todos los elementos de trabajo (tanto repetitivos como casuales) como para tener la seguridad de que los tiempos finalmente seleccionados para formar el tiempo tipo son representativos y de que se tuvieron en cuenta los sucesos aleatorios.
3. Se obtienen y archivan datos completos que pueden ser examinados por la dirección o por los trabajadores en caso necesario.
4. Los tiempos y otros datos afines registrados ofrecen una base objetiva a las negociaciones obrero-patronales sobre normas de rendimiento, en vez de apreciaciones subjetivas sobre los tiempos.
5. Un estudio de métodos bien aplicado seguido de una medición del trabajo permite a la dirección garantizar los tiempos tipo con cierto grado de seguridad de que no se expone a perpetuar tasas de remuneración antieconómicas.

Para que un sistema de remuneración por rendimiento tenga éxito es importante que los trabajadores sepan cuanto antes las primas que han ganado. El ideal sería comunicárselas al día siguiente. Esas ganancias suplementarias se pueden expresar en dinero, pero es preferible hacerlo en porcentajes del desempeño tipo o como promedio de los minutos tipo cumplidos por hora, ya que así se pueden exponer las cifras en los tableros de anuncios sin que cada trabajador se entere de cuánto ganan en efectivo los demás. En muchas empresas, el oficinista del taller o el capataz informan directamente al operario, que puede así pedir aclaraciones en el acto; pero después de habituarse a los valores atribuidos al rendimiento, el trabajador calcula por sí mismo lo que ha ganado al final de la

jornada, y las cifras que le comunican al día siguiente no son más que una confirmación de sus propios cálculos.

Las ventajas de la comunicación diaria son evidentes:

1. El operario se da cuenta del resultado de sus esfuerzos cuando todavía recuerda bien cómo trabajó.
2. Si hay reclamaciones, se pueden atender y hacer las rectificaciones del caso **antes** de determinar la paga.
3. El anuncio diario de los resultados en el tablero, cuando lo aceptan los trabajadores y sus representantes, da más interés al trabajo y puede servir de emulación.
4. La confirmación reiterada de los cálculos de cada uno o las aclaraciones en caso de divergencia van creando un ambiente de confianza en la equidad de procederes de la empresa. A la inversa, si el servicio de contabilidad comete frecuentes errores, el sistema mismo inspirará desconfianza.

8. Organización de un sistema de información relacionado con la medición del trabajo

La medición del trabajo, cuando se aplica a fondo y va acompañada por un sistema de remuneración por rendimiento, debe sustentarse en un sistema de registro de los tiempos y de la producción de cada trabajador. Esas cifras deben entonces centralizarse en un servicio — por lo general el de contabilidad —, el cual las desglosa y elabora de modo que se puedan calcular las primas devengadas por cada trabajador y se puedan presentar a la dirección estadísticas concisas y claras para controlar los resultados y costos de producción de la fábrica.

Idear el sistema más adecuado a la empresa en que trabaja es una de las funciones habituales del especialista en esa clase de estudio. El sistema deberá reunir ciertas características, entre otras:

l) proporcionar informaciones exactas y completas;
2) estar organizado de modo que todas las informaciones necesarias se consignen casi automáticamente y se transmitan sin demora al servicio centralizador;
3) ser **fácil de comprender y aplicar** y, en lo posible, no dejar margen para equivocaciones, de modo que el trabajo corriente pueda ser hecho por personal con un mínimo de calificaciones;
4) necesitar poco personal;
5) requerir poco papeleo o escaso trabajo informatizado.

No es fácil hallar un sistema que reúna todas esas condiciones, a menos que se trate de empresas pequeñísimas que fabriquen productos muy sencillos. El tema merecería un capítulo íntegro, que estaría fuera de lugar aquí. Además, es tal la diversidad de sistemas según los casos a que se aplican, que al citar una serie de ejemplos se correría el riesgo de caer en el exceso de complicación para algunas empresas y en el de simplismo para otras. Baste, pues, con algunas indicaciones sobre los datos básicos que reunir y sus probables fuentes de información.

Cuadro 28. Datos mínimos requeridos para llevar registros de medición del trabajo y control de mano de obra

Datos		Fuentes de información
1.	Horas de asistencia de cada operario	Ficha de entrada y salida u hoja de presencia
2.	Tiempo tipo de cada operación	Ficha de trabajo o departamento de estudio del trabajo
3.	Tiempos de comienzo y fin de cada operación	Ficha de trabajo u hoja de observaciones
4.	Cantidades producidas	Ficha de trabajo u hoja de observaciones
5.	Cantidad y frecuencia de trabajos desechados o rectificados	Nota de desechos u hoja de rectificaciones
6.	Tiempo de espera y tiempo improductivo	Hojas para el tiempo de espera u hojas de observaciones diarias

Los datos sobre rendimiento y ejecución del trabajo se resumen en **hojas de control** que se someten al personal superior. En los sistemas perfeccionados de control de la mano de obra es probable que existan tres clases de extractos o cuadros de ese género, que se establecen a distintos intervalos y con diferentes propósitos. Quizá todas las mañanas se prepare un extracto especial para cada sección, a fin de que el jefe de sección o el capataz conozca los resultados de la víspera. Una vez por semana se llenará la hoja de control semanal con las cifras correspondientes a los departamentos, y no ya a las secciones, y esa hoja se enviará tanto a los capataces como a los jefes de departamento. Con frecuencia está prevista para trece semanas, a renglón por semana, a fin de poder comparar los últimos resultados con los de las semanas anteriores del mismo trimestre. Por último, se somete a la dirección general, por lo común mensualmente, un informe de control que puede ser global para toda la empresa o estar desglosado por departamentos.

Cualquiera que sea el sistema de registro que respalde la medición del trabajo y el sistema de remuneración, se deberán consignar y después transmitir a la oficina de salarios y costos, como mínimo, los datos enumerados en el cuadro 28.

Conviene señalar que, con la difusión del uso de miniordenadores y la disponibilidad de programas, la implantación de un sistema de control resulta más fácil, más rápida y menos costosa. Además, mediante la informática, la dirección puede estudiar en profundidad los tiempos improductivos y sus causas, así como la productividad de uno o varios servicios, o de la empresa en su totalidad.

QUINTA PARTE

Del análisis a la síntesis

CAPITULO **29**

Nuevas formas de organización del trabajo

1. Estudio de métodos y medición del trabajo: instrumentos básicos para planear tareas

En los capítulos precedentes se han tratado detalladamente las técnicas modernas de estudio del trabajo. Desde que aparecieron esas técnicas a comienzos de siglo, el estudio del trabajo se ha convertido en un instrumento eficaz para mejorar el rendimiento de las empresas. Es más, en el futuro previsible los principios en que se basan dichos métodos seguirán teniendo inmensa importancia para la gran mayoría de las empresas, independientemente de su tamaño o del sector económico al que pertenezcan.

A continuación resumiremos brevemente las razones de que el estudio sistemático del trabajo sea fundamental para idear mejores métodos de trabajo.

Métodos sistemáticos contra métodos aleatorios

La primera regla del estudio del trabajo es que cada tarea se debe analizar sistemáticamente de antemano, reflexionando sobre la manera de efectuarla desde el principio hasta el final. Si la tarea se va a realizar una sola vez, este análisis preliminar no tendrá mayor importancia, y hasta podría ser ocioso prestarle mucha atención; pero si la tarea debe realizarse repetidamente, es fácil comprender que vale la pena examinar con cuidado la manera en que se ejecuta. Cada movimiento que pueda eliminarse o mejorarse, cada intervalo de tiempo que pueda reducirse, permitirá realizar economías, y si cada tarea se repite muchas veces, como ocurre con la producción en masa o en grandes series, toda economía de movimientos, incluso mínimos, o de unos pocos segundos aquí o allá puede ser de crucial importancia económica.

Es evidente, pues, que si no se hacen estudios **sistemáticos** de esta índole, preferiblemente antes de iniciar la producción, en realidad se incorporará un elemento de ineficiencia en la ejecución misma del trabajo.

Mediante la adopción de métodos y de modalidades de trabajo racionales, los análisis sistemáticos de la organización del trabajo que se realizan previamente a la puesta en marcha de una actividad pueden ser útiles para efectuar ahorros considerables. Sin embargo, conviene señalar la importancia de que la introducción de los cambios en las tareas esté a cargo de los mismos que se ocupan de ellas, utilizando sus conocimientos y su experiencia en el mejoramiento gradual de los métodos y prácticas de trabajo. Para lograrlo, es necesario estimular el

interés de todos los miembros del personal por las iniciativas encaminadas a aumentar la productividad y promover esas iniciativas de diversas formas.

Análisis del trabajo: examen paso a paso

Uno de los rasgos importantes del estudio del trabajo reside, por consiguiente, en el análisis sistemático de la tarea, es decir, su fragmentación en los elementos que la componen, seguida por un examen cuidadoso de cada elemento. Al desglosar así un problema complejo en sus elementos básicos se puede obtener una visión más clara y comprensible de la tarea y deducir un método adecuado para ejecutarla.

En el capítulo 7 se han examinado diferentes métodos para fragmentar procesos de trabajo. En el mismo capítulo se trató la técnica del interrogatorio, o sea el procedimiento para poner en tela de juicio todo lo que se hace, sin dar nada por sentado, con objeto de hallar nuevas soluciones, combinaciones e ideas.

Tiempos preestablecidos para los diferentes movimientos

Una de las características más importantes del estudio del trabajo moderno es la posibilidad de fijar por adelantado, con márgenes de error moderados, los tiempos necesarios para ejecutar los diferentes movimientos. Se pueden seguir muchos métodos distintos, desde estimaciones sumarias hasta sistemas de gran tecnicidad basados en normas predeterminadas. Sin embargo, todos tienen un punto en común: utilizan un procedimiento más o menos establecido para determinar, según las características del trabajo en cuestión, el tiempo «normal» que debería llevar la tarea de que se trate.

Este proceso de fijación previa de los tiempos requeridos para ejecutar cada tarea es de importancia decisiva en la gestión de la producción, y lo más importante de todo es que permite ensayar otros métodos o combinaciones de métodos para ejecutar un trabajo dado y determinar cuál es la solución que ahorra más tiempo. Por otra parte, gracias a estas pautas sistemáticas resulta factible distribuir el trabajo entre diferentes personas y grupos con el fin de planear la producción de manera más eficaz y sentar una base para discutir sobre salarios por rendimiento y otros sistemas de incentivos.

Una vez más, se trata de un elemento del estudio del trabajo moderno que es virtualmente indispensable en las actividades industriales corrientes. Sin los métodos de estudio del trabajo ni las fórmulas sistemáticas para el cálculo de tiempos, determinar normas sería algo puramente aleatorio.

Papel actual del estudio del trabajo: del análisis a la síntesis

Hasta ahora nos hemos ocupado del papel fundamental del estudio del trabajo para concebir la tarea de cada operario y organizar el trabajo en general. Antes de entrar en mayores detalles debería subrayarse que, gracias al progreso continuo del estudio de métodos y la medición del trabajo, es posible hoy en día aplicar estas técnicas a cualquier tipo de actividad. Además, también los trabajadores han mejorado rápidamente sus conocimientos sobre estudio del trabajo, y participan en éste mucho más activamente que antes. Desde hace algunos años, en numerosas empresas se imparte formación en análisis del trabajo, simplificación

de tareas y métodos del estudio del trabajo, con objeto de que en el desempeño de su trabajo cotidiano todos los miembros del personal estén en condiciones de aplicar métodos sistemáticos para aumentar la productividad.

Teniendo presente esta evolución, veamos ahora cómo se pueden combinar los «bloques» o «módulos» básicos del estudio de métodos y de la medición del trabajo para «construir» o concebir las tareas, y según qué esquemas mejorados podría planearse la organización del trabajo. Dividiremos el tema en cuatro partes, ajustándonos a los cuatro niveles orgánicos, a saber:

- ☐ Cómo planear funciones de puestos individuales.
- ☐ Cómo planear el trabajo en grupo en la producción.
- ☐ Cómo planear unidades de producción organizadas en función del producto.
- ☐ Cómo planear organizaciones orientadas a la empresa.

El examen detallado de estos temas supera el marco del presente libro, simple introducción al tema, de modo que nos limitaremos a algunas de sus características básicas.

2. Cómo planear funciones de puestos individuales

Pautas para planear puestos: ejemplos

Al construir el conjunto de funciones de un puesto con ayuda de los «bloques» ya mencionados (es decir, los elementos de cada tarea y la descripción de los métodos), podemos adoptar una serie de criterios como pautas para planear con acierto el trabajo.

Los aspectos económicos ocupan el lugar más importante. Mediante el estudio sistemático del trabajo se agrupan los elementos de la tarea de modo que se requiera el menor tiempo posible para ejecutarla. En este libro nos hemos limitado hasta ahora a tratar este punto.

Sin embargo, planear un puesto de trabajo es algo demasiado complejo para hacerlo según un solo criterio: lo que sobre el papel parece constituir el tiempo más corto para ejecutar la tarea. En la práctica hay que tener en cuenta una multitud de factores.

Algunas consideraciones son de orden puramente práctico, como la necesidad de utilizar máquinas de diferentes tipos, la naturaleza de los diversos elementos de cada trabajo, etc. Por ejemplo, si se requieren 10 minutos para ejecutar determinado elemento de una tarea, y si ese elemento lo repite 1000 veces un grupo de 50 trabajadores, cae de su peso que los resultados del estudio deben combinarse con información suplementaria sobre la situación global, para poder dividir la tarea de manera razonable entre todos los integrantes del grupo. Este ejemplo sirve sencillamente para indicar el problema, que no nos proponemos analizar aquí. Existe, en cambio, un grupo especial de factores que merece un análisis más detenido, a saber: las necesidades y preferencias del trabajador, su experiencia en el trabajo y su reacción frente a los diferentes modos de organización del trabajo. He aquí una dimensión nueva e importante, puesto que supone la necesidad de adaptar la concepción de las tareas a los deseos y capacidades de las personas, de crear empleos que entrañen un grado razonable de dificultad y

estímulo y de ofrecer al trabajador un ambiente de trabajo satisfactorio. El lector recordará seguramente que ya se trató este imperativo en el capítulo 4. Podemos ahora distinguir tres factores importantes de una mayor satisfacción en el trabajo:

1. Cierto grado de variedad en las labores realizadas.
2. Disociación de los procesos hombre/máquina, de manera que el trabajador no esté atado a una máquina durante toda la jornada.
3. Posibilidad de incorporar en el trabajo de producción diversas tareas accesorias.

A continuación se tratarán estos tres temas por separado.

Variedad de labores

La buena ejecución de un trabajo exige una correlación razonable entre la naturaleza de ese trabajo y la persona que lo efectúe. Una tarea que sólo consista en media docena de movimientos sencillos y lleve unos pocos segundos es indudablemente fácil de aprender, y a primera vista puede parecer un buen modelo para organizar todo el trabajo, pero en la práctica es mucho menos eficiente de lo que parece. Esa tarea pronto resultará monótona y agotadora, sin contar que una especialización tan extrema requiere una producción en grandes series, además de un grado de estabilidad estructural y de un volumen de producción que rara vez se encuentran en la realidad. Es mucho más indicado combinar funciones que ofrezcan un grado razonable de variedad, que exijan al operario un esfuerzo para aprender y que se adapten a la realidad, en cuanto al tamaño de los lotes, a la estabilidad de los artículos producidos y a la poca frecuencia de los trastornos de la producción.

No existe una respuesta completa y clara sobre la manera en que debería proyectarse un ciclo de tareas para que tenga exactamente el debido grado de variedad. No obstante, se puede tener una idea de cómo alcanzar ciertas mejoras estudiando los factores indicados a continuación:

- ☐ la estructura básica del sistema técnico;
- ☐ la modalidad de realización del esfuerzo físico;
- ☐ el contenido informativo de la tarea;
- ☐ el equilibrio entre los elementos físicos e intelectuales de la tarea;
- ☐ la aspiración de aprender y de tener oportunidades de superarse como persona humana.

La estructura básica del sistema técnico constituye el factor determinante de numerosas tecnologías de producción. Considérese, por ejemplo, el montaje final en una planta de automóviles. En los sistemas usuales, el contenido del ciclo de trabajo de cada trabajador está determinado a menudo por la infraestructura técnica. Si se deben producir 500 coches en 500 minutos, el ciclo de trabajo en cada uno de los puestos no deberá exceder de un minuto. En las plantas de automóviles, tanto en Europa como en los Estados Unidos, se atribuye a cada puesto un volumen de trabajo de alrededor de un minuto, que corresponde a un operario de montaje. Por tanto, cada operario, en el puesto que ocupa, habrá de efectuar una tarea de montaje equivalente a cerca de un minuto y la recomenzará continuamente varias decenas de veces en el transcurso de la jornada. A fin de

que cada operario disponga cada vez del tiempo necesario para un ciclo de trabajo completo, el volumen atribuido a cada puesto debe ser inferior a un minuto completo y, por tanto, se suele dejar un margen de seguridad de 10 a 15 por ciento. Dado que la cadena de montaje tiene una velocidad constante, toda operación no terminada en cualquiera de los puestos repercutirá en la calidad del coche.

En las plantas de automóviles del Japón – al igual que en las «trasplantadas» de ese país a Europa y los Estados Unidos –, la actividad de las cadenas mecanizadas de montaje está regida por una organización diferente del trabajo. Se trata de una forma de organización por grupos, en virtud de la cual un grupo de obreros montadores es colectivamente responsable de una parte del trabajo de montaje y uno de los miembros efectúa el seguimiento de cada coche, a través de varios puestos sucesivos de trabajo. Como resultado, se alarga el ciclo de trabajo, aun cuando el sistema técnico mantiene al material en movimiento, a una velocidad determinada. En los talleres de montaje japoneses, el obrero tiene también la posibilidad de detener todo el sistema presionando simplemente un «botón rojo», en caso de producirse un contratiempo.

Las cadenas de montaje en las plantas de automóviles y otros sistemas de producción comparables, concebidos para el montaje en grandes series, constituyen un sector en donde está siempre abierto el debate respecto de la organización del trabajo y en donde se han experimentado numerosas formas diferentes. Como es obvio, la mejor solución en cada caso depende de las circunstancias propias del taller de que se trate.

Ahora bien, la cadena de montaje de velocidad fija no es el único sistema técnico que influye en los ciclos cronológicos. Las operaciones hombre/máquina de ciclo corto, como las efectuadas con prensas excéntricas, constituyen otro ejemplo en favor de una reestructuración completa del sistema técnico para poder dar a los ciclos una duración que resulte confortable al trabajador. Este punto se discutirá igualmente más adelante.

Cabe subrayar que la variedad dentro del ciclo cronológico es ante todo un concepto subjetivo y, por consiguiente, imposible de definir técnica o matemáticamente, aunque está más o menos relacionado con otros factores tales como:

- ☐ duración del ciclo;
- ☐ tamaño del lote;
- ☐ frecuencia de reaparición de un producto (o sea, el tiempo que pasa antes de que vuelva a fabricarse un producto dado);
- ☐ cantidad y distribución de las tareas no repetitivas en el curso de trabajos repetitivos;
- ☐ diferencias en cuanto a estructura del trabajo y contenido de la tarea entre series distintas.

Ejemplo. En una fábrica de disyuntores eléctricos había dos soluciones posibles para organizar el trabajo. Según la primera, el montaje tenía que subdividirse en cuatro tareas diferentes, cada una de las cuales se llevaría a cabo en un puesto de trabajo especialmente proyectado y equipado. En el último de estos puestos se completaría el montaje y se haría una prueba de control. Con este tipo de organización, los ciclos durarían unos diez segundos y en su transcurso no habría prácticamente variaciones.

Con la segunda solución, el montaje completo del disyuntor se haría en cada uno de los puestos (es decir, una tarea completa en cada puesto). Para aplicar esta solución sería necesario reorganizar completamente el sistema de suministro de materiales. Planificando el trabajo de este modo se prolongaría el ciclo a cuarenta segundos, y además aumentarían grandemente las posibilidades de variar los ciclos.

Tras un análisis de las consecuencias prácticas de las dos soluciones en el lugar de trabajo, se eligió la segunda. La decisión es significativa porque constituye un ejemplo de los esfuerzos desplegados en estos últimos años para limitar la monotonía y lograr un equilibrio práctico en las condiciones de trabajo.

Un punto importante que debe tenerse en cuenta al efectuar un análisis de este tipo es que los seres humanos difieren entre sí. En un momento preciso, cualquiera que sea, las personas empleadas en el mismo lugar de trabajo mostrarán características totalmente distintas, y si estudiamos a una misma persona en momentos diversos de su vida profesional observaremos diferencias importantes en su actuación. Este es un elemento de peso, e incluso fundamental, cuando se planean las tareas de cada puesto. Los trabajos deberían ser diferentes y entrañar diversos grados de dificultad para las personas que los ejecutan. De este modo, unas personas que difieren entre sí pueden encontrar funciones y niveles de dificultad que correspondan a sus respectivas aptitudes y preferencias. Además, alguien que comienza a trabajar en un puesto determinado, al que corresponde un nivel particular de dificultad, puede pasar paulatinamente a puestos más estimulantes a medida que se perfecciona.

Disociación de sistemas hombre/máquina

La rigidez de las limitaciones impuestas al trabajador en un sistema hombre/máquina puede deberse a varios factores. El operario puede estar «inmovilizado» en el lugar de trabajo: quizá le sea imposible ausentarse siquiera por poco tiempo; o bien puede estar «atado» por el método: quizá le sea imposible cambiar el orden de ejecución de las operaciones. Finalmente, puede estar «sujeto» por razones de horario: es posible que deba ejecutar ciertas operaciones a hora fija.

El grado de rigidez de la sujeción del trabajador a la máquina puede estar «previsto» – es decir, el hombre y la máquina están ligados consciente y deliberadamente en un sistema hombre/máquina –, pero en muchos casos esta rigidez es completamente fortuita. A veces proviene de un defecto del sistema técnico: la regularidad de funcionamiento de las máquinas puede ser tan reducida que sea preciso atenderlas continuamente, aunque sólo se requieran movimientos sencillos. Sin embargo, es posible reducir la rigidez no prevista utilizando una tecnología que no exija vigilancia constante.

Existen tres tipos de soluciones al problema de la rigidez de la sujeción del hombre a la máquina:

1. Disociación total mediante una mayor mecanización.
2. Utilización de equipo técnico auxiliar para liberar al operario de la máquina.
3. Disociación gracias a la colaboración, organizada o no, entre los operarios.

Examinemos más de cerca cada una de estas tres opciones.

Disociación total mediante la mecanización

Esta solución exige fuertes inversiones de capital. Por consiguiente, para que se justifique su aplicación, los procesos de producción deben caracterizarse por una producción en grandes series, ciclos sumamente cortos y una gran rigidez y monotonía. En estos casos la mecanización se traduce en la eliminación completa de toda intervención humana.

No obstante, las nuevas técnicas han permitido ampliar las posibilidades de automatización. Los numerosos perfeccionamientos de regulación de máquinas y de aparatos de mantenimiento han permitido en particular la aplicación de la automatización, incluso en la producción de series pequeñas. En muchos casos, ha resultado posible la utilización en escala reducida de los métodos de producción masiva.

El robot industrial es un ejemplo. Antes de su aparición, los sistemas de procesamiento automatizado de piezas no podían adaptarse a las modificaciones de productos y su costo elevado sólo se justificaba en el trabajo con series muy largas. En cambio, el robot industrial es un instrumento flexible para realizar tareas de manipulación; puede ser programado rápidamente y sin grandes dificultades para la ejecución de nuevos movimientos o para manipular objetos diferentes. De ese modo, el equipo de producción servido por un robot industrial puede adaptarse a variaciones considerables dentro de los límites de una gama de productos, sin que sea necesariamente grande la serie correspondiente a cada variación.

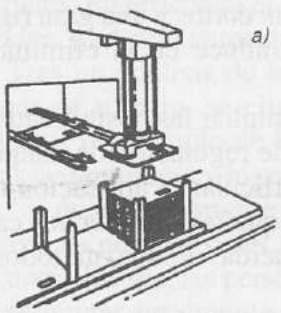
Así pues, el robot industrial ha abierto el camino a nuevas posibilidades de automatización muy promisorias, tanto en la producción (por ejemplo, amolado, pulido y soldadura eléctrica por puntos) como en el mantenimiento. De igual manera, las técnicas modernas de la información han influido en el desarrollo de los materiales de producción y de mantenimiento en numerosos sectores, y se han incrementado las posibilidades de automatización de tareas en las producciones mixtas. Esta evolución significa, a grandes rasgos, que la función del trabajador se aproximará cada vez más a la de un supervisor.

Incluso el trabajo de montaje propiamente dicho, que es quizá el sector más difícil, se ha mecanizado hasta un cierto punto. Por ahora, se trata sobre todo de tareas simples, como el posicionamiento de piezas y el ajuste de tuercas. El progreso es relativamente rápido y, por impulso del progreso técnico, aparecen nuevas posibilidades cada día. El robot dotado de «visión» tiene aplicaciones industriales con extenso campo, puesto que los objetos que se manipulan ya no deben ser posicionados con precisión cada vez: el robot puede «ver» dónde se encuentra el objeto.

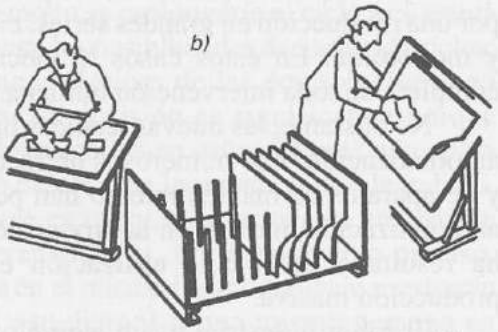
Equipo técnico auxiliar para el operario

En este caso, se trata de establecer **espacios, depósitos y almacenes reguladores** dentro del sistema integrado hombre/máquina con el fin de reducir la sujeción de los operarios a las máquinas. (Espacio regulador es un punto de espera situado entre dos operaciones consecutivas dentro del proceso de producción; depósito o almacén regulador es un punto situado dentro de la operación, donde se acumulan materiales que pasan después automáticamente a la máquina.) Aquí el problema clave reside en crear procesos que permitan variar la velocidad de diferentes tramos de la línea.

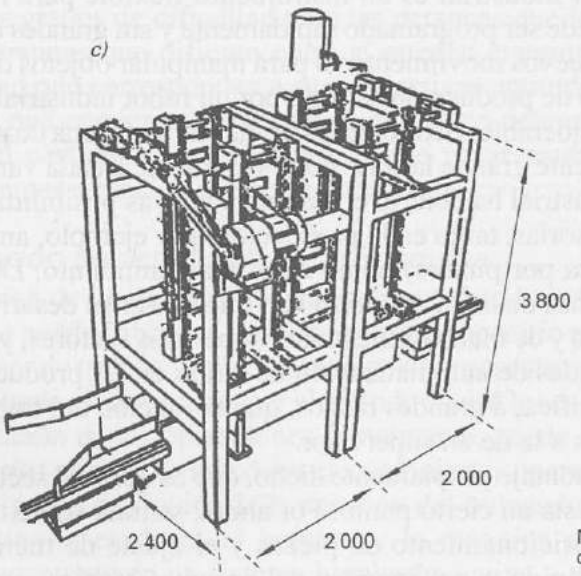
Figura 144. Ejemplos de sistemas de creación de existencias reguladoras en procesos de fabricación



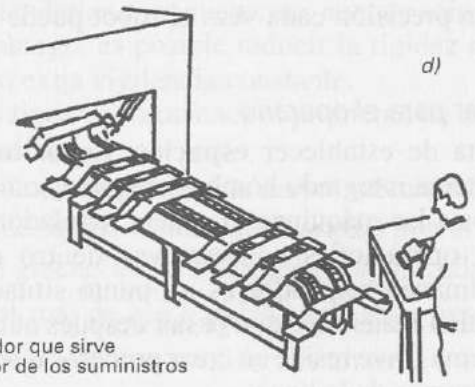
Almacén típico



Estación de trabajo con un sencillo bastidor o espacio para almacenar



Máquina apiladora utilizada como elemento regulador



Transportador que sirve de regulador de los suministros

Tanto los espacios como los almacenes medios reguladores se caracterizan por una «acumulación de productos que se elaboran con un proceso continuo» y cuyo diseño técnico les permite ser idénticos.

Como los espacios y los almacenes reguladores están ubicados en puntos diferentes del sistema hombre/máquina, sus características de acumuladores de tiempo están determinadas por los diferentes tipos de anticipaciones y retrasos ocurridos a lo largo del proceso (figura 144).

Los espacios reguladores permiten acumular:

a) los tiempos de espera que se producen cuando dos operarios situados en lados opuestos del espacio regulador trabajan a velocidades diferentes, y

b) los tiempos de espera creados porque el volumen de producción realizado en dos lugares de trabajo no es idéntico.

El almacén regulador permite acumular:

a) los tiempos de espera que se producen cuando un operario trabaja a una velocidad diferente del ritmo global del proceso técnico, y

b) los tiempos de espera debidos a que el operario tiene que esperar hasta que la máquina termine su trabajo.

Disociación gracias a la colaboración entre operarios

Por último, es posible disociar el sistema hombre/máquina dando a los trabajadores, previo acuerdo de la dirección, la posibilidad de efectuar rotaciones de puestos y de colaborar entre sí para intercambiar tareas y obligaciones.

Incorporación de tareas accesorias en el trabajo de producción

Al planear las respectivas tareas es conveniente a menudo integrar en las funciones de los puestos de producción diversas tareas normalmente encomendadas al personal auxiliar. La persona que ocupa el puesto disfruta así de mayor variedad en su trabajo.

Las tareas auxiliares que se integran con mayor frecuencia son:

- ☐ el mantenimiento (o conservación) de máquinas y herramientas;
- ☐ la preparación de las máquinas;
- ☐ la manipulación de materiales cerca del puesto de trabajo;
- ☐ el trabajo de inventario;
- ☐ el control de calidad.

A continuación examinaremos de manera más detallada algunas de estas tareas auxiliares.

Al hablar de mantenimiento realizado en los puestos de producción nos referimos a las medidas que pueden tomarse para reducir la cantidad y gravedad de los defectos de producción. El mantenimiento puede incluir una inspección regular del sistema técnico para descubrir fallas y adoptar las medidas del caso. También puede incluir la reparación de ciertas piezas para poder alcanzar las normas de precisión exigidas. Puede incluso tratarse de llevar estadísticas de los resultados con objeto de organizar mejor la utilización del equipo.

La posibilidad de incorporar en el trabajo corriente del operario la preparación de las máquinas y otras funciones similares depende de una serie de factores, entre los que cabe mencionar:

- ☐ el grado de dificultad y el tiempo disponible para efectuar la preparación;
- ☐ la frecuencia de las operaciones de preparación;
- ☐ el grado de rigidez de las demás tareas de producción;
- ☐ la necesidad de equipo auxiliar especial para ejecutar dicha operación.

Ejemplo. Una empresa metalúrgica trabaja con instalaciones accionadas electrónicamente. En uno de los departamentos hay un operario a quien se ha dado formación para que él mismo pueda programar el equipo. Le es posible así ejecutar tanto el trabajo «tradicional» como la programación del equipo electrónico que gobierna la máquina herramienta, y por lo tanto trabaja al mismo tiempo de programador y de operador de máquina. Este ejemplo demuestra que en ciertos casos resulta posible integrar tareas incluso relativamente difíciles y especializadas en un puesto normal de producción.

Por lo que se refiere a la integración de las tareas de manipulación de materiales a proximidad del puesto de trabajo, entre los factores más decisivos figuran los siguientes:

- ☐ la naturaleza del producto;
- ☐ el volumen de materiales que se debe manipular;
- ☐ la concepción del sistema de transporte;
- ☐ el grado de rigidez de la operación de producción.

Asimismo, es posible integrar en el proceso de producción un número más o menos grande de actividades relacionadas con la calidad. Esta posibilidad es válida tanto para las tareas de inspección y de medida como para las operaciones destinadas a eliminar los defectos constatados en ciertos productos. Tal como ya se ha visto en el capítulo 13, desde hace cierto tiempo la industria se ocupa de sensibilizar al personal de producción respecto de los problemas de calidad y de asociar a todos los trabajadores a los esfuerzos realizados para lograr productos sin defectos. Por tal razón, los servicios especializados que se encargan de controlar la calidad y de tomar medidas correctivas tienden a perder importancia, en la medida en que ese control se integra cada vez más en la producción.

Estos son algunos ejemplos de cómo se pueden mejorar unas tareas directas de producción añadiéndoles diversas tareas auxiliares. En este campo no existen soluciones sencillas y universales; hay que examinar cada caso con sus características particulares. Sin embargo, el principio que se debe seguir al tomar las decisiones es que debe de haber alguna solución práctica que funcione sin tropiezos, y que las tareas siempre se pueden ampliar lo suficiente para que abarquen las variaciones de cada día y no resulten excesivamente monótonas.

3. Cómo planear el trabajo en grupo en la producción

Ventajas del trabajo en grupo

Una vez establecidas las funciones de los respectivos puestos, el paso lógico siguiente consiste en coordinar esas funciones. Uno de los métodos de coordinación que ha despertado creciente interés en estos últimos años consiste en unir los puestos individuales para formar grupos de trabajo. Las descripciones

orgánicas del grupo de trabajo especifican las tareas abarcadas por todo el grupo y los principios según los cuales deberían coordinarse tales tareas. En la producción, el trabajo en grupo puede presentar numerosas ventajas. Aquí sólo hablaremos de las más importantes.

La ventaja más importante es la manera en que se establecen los objetivos y se miden los resultados: en efecto, es mucho más fácil determinar los objetivos alcanzados con un trabajo colectivo que con un trabajo individual.

En segundo lugar, como aumenta el margen de variación de las actividades individuales, cada operario experimenta una mayor sensación de participar en un proceso más amplio que cuando debe concretarse a una tarea individual limitada. Las personas que trabajan en grupo tienen mayores posibilidades de colaborar de manera continua para mejorar los métodos y eliminar los trabajos innecesarios. A medida que se desarrolla el espíritu de equipo van cambiando las actitudes.

Otro de los méritos de la organización en grupo es que la empresa adquiere mayor capacidad de adaptación a las nuevas situaciones. Toda empresa vive en constante evolución. La dirección, por sí sola, no puede encargarse con éxito de controlar, administrar y vigilar los efectos de este proceso; el modelo de organización en sí debe poseer una gran capacidad inherente de adaptación espontánea.

He ahí algunos de los principales motivos de que la idea del trabajo en grupo haya ido ganando terreno. Desgraciadamente, ese sistema no se presta para todas las circunstancias: en ciertas estructuras de producción es un esquema excelente, mientras que en otras es totalmente inaplicable. Analicemos algunos modelos de sistemas de producción y veamos de qué modo el trabajo en grupo podría adaptarse a condiciones de trabajo específicas[1].

Siete modelos de sistemas de producción: ¿A cuáles de ellos se adapta el trabajo en grupo?

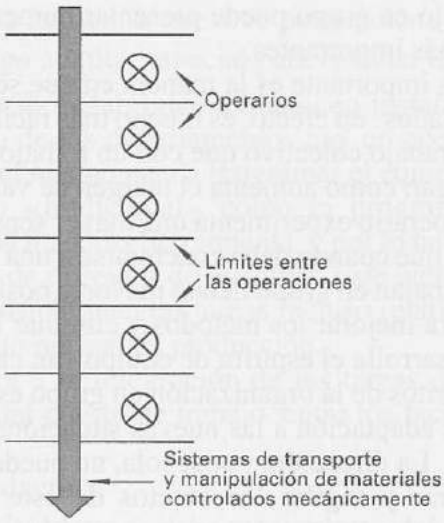
Dividiremos esquemáticamente los sistemas de producción en siete categorías. Y luego utilizaremos esta clasificación para examinar en qué casos la producción en grupo es la más indicada como concepto de organización. Los siete modelos son:

1. La línea adaptada al ritmo de la máquina.
2. La línea adaptada al ritmo humano.
3. El proceso automatizado.
4. La concentración de operaciones afines.
5. El grupo por proceso diversificado.
6. El grupo en el sector servicios.
7. El grupo en las actividades de construcción.

Estudiemos brevemente las características que debe reunir cada una de estas categorías para que se pueda aplicar el trabajo en grupo.

[1] Estos modelos provienen de Hans Lindestad y Jan-Peder Norstedt: *Autonomous groups and payment by result* (Estocolmo, Confederación de Empleadores de Suecia, 1973). Para mayores detalles, véase también George Kanawaty (publicado bajo la dirección de): *Managing and developing new forms of work organisation* (Ginebra, OIT, 2.ª ed., 1981).

Figura 145. Línea adaptada al ritmo de la máquina



La línea adaptada al ritmo de la máquina

Este tipo de organización se encuentra con mayor frecuencia en situaciones en las cuales la manipulación del material es un factor importante y la función consiguiente es la predominante. El ejemplo clásico es el montaje final de los automóviles en una cadena de cadencia fija.

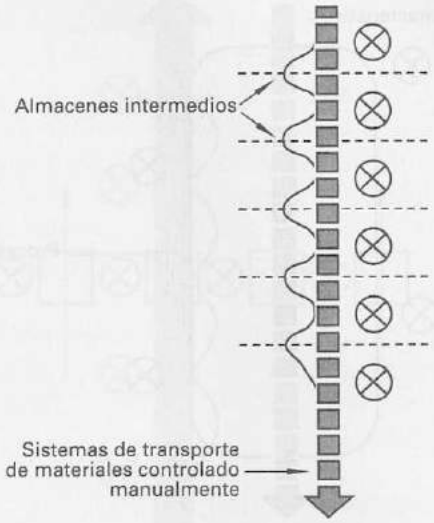
Como en este tipo de sistema de producción (figura 145) la manipulación de los materiales está sumamente mecanizada, la circulación de éstos y la organización del trabajo están completamente subordinadas al sistema técnico. Hasta hace pocos años era el único método que se utilizaba para el montaje de productos que se caracterizan por el movimiento de un elevado volumen de materiales.

Su inconveniente es que los trabajos individuales están estrictamente limitados y el ritmo de trabajo está totalmente condicionado por el sistema técnico. Por lo tanto, la desventaja mayor de estos sistemas de producción es la impresión subjetiva que tienen los operarios de su trabajo. Otro inconveniente es la extrema vulnerabilidad de estas líneas en cuanto se desmejora la situación. Una solución consiste, como ocurre a menudo en el Japón, en permitir que cualquier operario pueda detener la cadena de producción. La experiencia demuestra que el número de detenciones se mantiene limitado. Dado que cada integrante es consciente de las consecuencias de la interrupción del sistema, el personal en su conjunto hace todo lo que esté a su alcance para evitar el recurso de oprimir el «botón rojo».

Los sistemas de este tipo son extremadamente sensibles: aquí se justifica el dicho de que la resistencia de una cadena se mide por la de su eslabón más débil, pues basta una pequeña epidemia de gripe en la región donde está la fábrica para que se malogre todo el sistema. Añádase que en estas líneas de producción no es fácil cambiar lo establecido.

Entre las ventajas se pueden mencionar la rapidez del «pasaje» de un extremo a otro, la utilización eficaz del espacio, de las máquinas y del equipo

Figura 146. Línea adaptada al ritmo humano



auxiliar, y, por consiguiente, la eficiencia conseguida gracias a una división del trabajo y una especialización extremas. Esta especialización crea en verdad las condiciones más propicias para la automatización de las tareas; en cambio, ésta resulta más difícil con una organización del trabajo que favorezca la diversificación.

En los últimos años se han hecho numerosos intentos para dar una mayor «elasticidad» a la cadena de montaje con ayuda de diferentes sistemas innovadores, que se comentarán más adelante.

La línea adaptada al ritmo humano

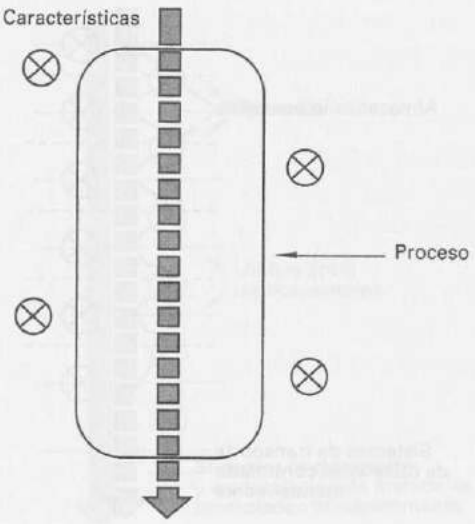
Si imaginamos una línea de montaje cuyo funcionamiento y velocidad ya no dependan de un sistema mecánico, y que tenga depósitos intermedios entre los puestos de trabajo, el resultado será un tipo de organización funcional (figura 146) que es corriente en muchas empresas (por ejemplo, en la confección y la metalurgia).

En este sistema de producción el control es menos rígido y la existencia de almacenes o espacios intermedios permite adaptar el ritmo de trabajo individual en una forma que sería imposible con la cadena de montaje. Ahí sí es una excelente solución organizar el trabajo por grupos de producción. Dentro de una tarea colectiva formada por funciones individuales, los operarios pueden ayudarse mutuamente, superar las anomalías de funcionamiento, nivelar los altibajos en el volumen de trabajo que les llega y esforzarse por obtener un buen resultado común. Sin embargo, es necesario ser consciente de que el volumen del trabajo en curso puede aumentar en ese caso.

El proceso automatizado

Si fuera posible automatizar todas las tareas ejecutadas manualmente en una cadena de montaje tradicional, se obtendría una especie de línea de ejecución

Figura 147. Proceso automatizado



de un proceso, y al trabajador le correspondería primordialmente una función de vigilancia. Este tipo de organización de la producción por proceso es muy común, sobre todo en la siderurgia, en las industrias químicas y en la del papel (figura 147).

En la organización del trabajo por proceso es frecuente que haya excelentes posibilidades de eficacia en el trabajo por grupos. Todos comprenden de inmediato que es necesario trabajar juntos para alcanzar esa meta. Uno de los factores que a veces dificultan la colaboración dentro del grupo es que sus integrantes están demasiado lejos unos de otros. Otro problema clave es la correlación entre las tareas directas de producción y las de mantenimiento. Cuanto mayor es el grado de mecanización, menos obreros hay en la producción, mientras que el número de trabajadores de mantenimiento, a su vez, aumenta casi en la misma proporción.

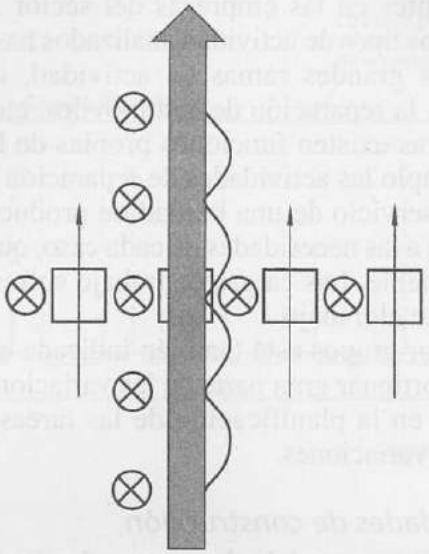
La concentración de operaciones afines (distribución funcional)

Los tres sistemas examinados hasta ahora tienen en común el hecho de que los diferentes tipos de máquinas están agrupados en un orden que corresponde a la secuencia de las operaciones de producción. Si, en cambio, agrupamos las máquinas de modo que todas las de cierto tipo estén concentradas en un mismo departamento, concentraremos cada una de las operaciones en un solo lugar, conforme al sistema de «distribución funcional» (figura 148). En ese caso el producto en fabricación va pasando por los diferentes departamentos: departamento de taladrado, de torneado, de fresado, etc.

Este tipo de concentración por operaciones se encuentra frecuentemente en la producción por lotes, donde las series son cortas y los productos variados.

Con tal sistema resulta sumamente difícil organizar grupos de trabajo de verdadero interés para los operarios. En la realidad de cada día, el trabajador está supeditado a su propia tarea y puesto de trabajo, y es prácticamente imposible

Figura 148. Concentración de operaciones afines



introducir un auténtico trabajo en grupo, en el cual se combinen espontáneamente las diferentes tareas y se intercambien las personas que las ejecutan. Esta forma de organización del trabajo constituye el esquema dominante de producción diversificada en series de longitud moderada. Sin embargo, desde hace algún tiempo, tiende a ser suplantada por sistemas de organización centrados en el producto o en el circuito de producción.

El grupo por proceso diversificado

En muchos casos las condiciones en que se efectúa la producción no permiten agrupar realmente ni un proceso íntegro ni cada operación por separado, y es preciso elegir un sistema intermedio que podríamos denominar «agrupación por proceso diversificado». La producción se concentra de una manera que corresponde sobre todo al movimiento de la línea de producción, pero, a fin de poder combinar las tareas, algunas fases fundamentales del proceso se repiten dos veces o más. De este modo se obtiene un sistema que permite combinar, con muchísima eficacia, la capacidad del sistema en línea para recibir y canalizar un gran volumen de materiales y, a la vez, la capacidad de la agrupación por funciones para ejecutar todas las secuencias concebibles de operaciones sin adaptar previamente la instalación.

Con este sistema de producción el trabajo en grupo resulta con frecuencia una excelente modalidad de organización. La división del trabajo entre los operarios debe entonces adaptarse sin cesar a la variación de las condiciones; pero es algo que la dirección no puede hacer por sí sola, sino que gran parte de la adaptación debe ser resultado de la iniciativa espontánea de los interesados. En una organización por grupos es posible suscitar gradualmente esa capacidad de autoadaptación espontánea.

El grupo en el sector servicios

Las condiciones existentes en las empresas del sector servicios difieren por bastantes conceptos de los tipos de actividad analizados hasta ahora. Los servicios son la base de algunas grandes ramas de actividad, como el comercio, el transporte, la hostelería, la reparación de automóviles, etc., pero también en las industrias manufactureras existen funciones propias de los servicios, entre las cuales son un buen ejemplo las actividades de reparación y mantenimiento.

Las funciones de servicio de una unidad de producción tienen que poder adaptarse estrechamente a las necesidades de cada caso, que generalmente exigen tareas de naturaleza variable. Las cargas de trabajo sufren altibajos, y es difícil planificar detalladamente el trabajo.

La organización por grupos está también indicada en estas situaciones. El propio grupo puede amortiguar gran parte de las variaciones que se producen en el volumen de trabajo, en la planificación de las tareas corrientes y en otras circunstancias sujetas a variaciones.

El grupo en las actividades de construcción

Por lo que se refiere al último modelo de nuestra clasificación, veamos cómo se llevan a cabo las actividades de construcción. En este caso el producto es el eje de toda la organización, que está estructurada en torno al mismo. Estos sistemas de organización del trabajo se encuentran igualmente en la industria, por ejemplo en la fabricación de productos de muy grandes dimensiones (turbinas, barcos, maquinaria pesada, etc.).

En la producción de este tipo el trabajo en grupo no es sólo adecuado: es el único factible para organizar las actividades. Además, como el trabajo es variado, la adaptación espontánea de la división del trabajo y de la planificación es un rasgo tan esencial que la organización flexible en grupos viene a ser la única solución viable.

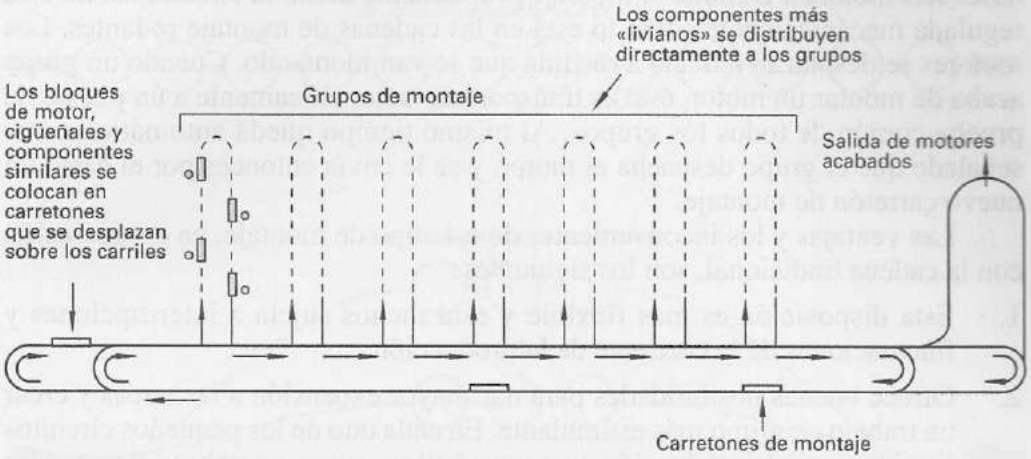
Acabamos de examinar brevemente las posibilidades que ofrece el trabajo en grupo en sistemas diferentes de producción, y hemos observado que en ciertos casos resulta más apropiado que en otros.

Una de las evoluciones que más se han preconizado en los análisis del trabajo en grupo es la de acentuar el grado en que puedan organizarse los grupos de modo que sigan la dirección del flujo de la producción. Este esquema permite orientar los intereses y aspiraciones del grupo hacia el buen cumplimiento de una obra común. Convendría examinar más de cerca las posibilidades de organizar los grupos en esa forma, ya sea para el trabajo de montaje, ya sea en los talleres de máquinas. Al seleccionar estos ejemplos no pretendemos ofrecer soluciones ya prontas, sino destacar una tendencia que actualmente está adquiriendo particular importancia.

Grupos organizados según la secuencia del proceso en el trabajo de montaje: tendencias y ejemplos

En el trabajo de montaje se ha tendido casi siempre a organizar los grupos de operarios de modo que se ajusten a la dirección del proceso. Tomemos como ejemplo el montaje final de un automóvil: cuando se inventó este sistema lo

Figura 149. Montaje de motores de automóvil



normal era instalar un dispositivo de montaje que se moviera a lo largo de sucesivos depósitos de materiales y que permitiera ir montando las diferentes piezas y componentes sobre el automóvil a medida que el núcleo básico avanzaba. Se trata de un ejemplo extremo de disposición secuencial de las operaciones de montaje, pues la corriente de los materiales era el factor decisivo para la organización del trabajo.

Ahora bien, este esquema también puede tener sus inconvenientes. El trabajo debe ejecutarse de un modo sumamente rígido y el ciclo es normalmente muy corto. Sin embargo, no faltan ejemplos – sobre todo en las empresas japonesas – de sistemas de organización en grupos cuyos miembros siguen el trabajo durante el desplazamiento en el montaje, para solucionar esos inconvenientes.

En fases posteriores de adelanto se desplegaron esfuerzos para introducir espacios reguladores en la línea de producción y dejar un margen de libertad en diferentes puntos del sistema de producción. Con ello se impusieron nuevas exigencias al sistema, y para resolver el problema de cómo separar los distintos tramos de la cadena se propugnaron varias soluciones técnicas.

Si establecemos la relación con lo dicho sobre los diferentes modelos de sistemas de producción, vemos que la introducción de espacios reguladores en el montaje de automóviles cambió el sistema de producción, que era de «línea adaptada al ritmo de la máquina», en «línea adaptada al ritmo humano». A continuación se presenta un ejemplo extraído de una fábrica recién construida de motores de automóvil.

Montaje de motores de automóvil

El proceso de montaje puede resumirse diciendo que se crearon siete grupos de montaje, y cada uno se situó junto a un circuito de transporte automático sobre carriles empalmado con la cadena general de montaje (véase figura 149). Exceptuando ciertas operaciones que se ejecutan antes de esa etapa, cada uno de los grupos efectúa el montaje completo de los motores que le corresponden.

Dentro de cada conjunto de producción se pueden montar simultáneamente hasta seis motores. Durante el montaje propiamente dicho la circulación no está regulada mecánicamente como lo está en las cadenas de montaje rodantes. Los motores se desplazan a mano a medida que se van montando. Cuando un grupo acaba de montar un motor, éste es transportado automáticamente a un puesto de prueba común de todos los grupos. Al mismo tiempo queda automáticamente señalado que el grupo despacha el motor, y se le envía entonces por el carril un nuevo carretón de montaje.

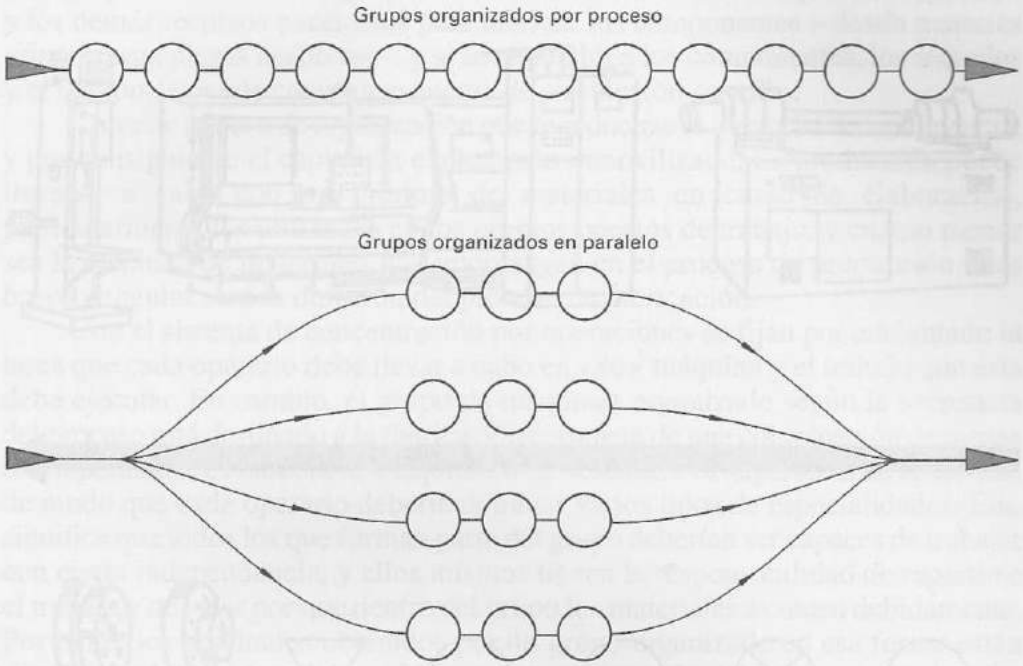
Las ventajas y los inconvenientes de este tipo de montaje, en comparación con la cadena tradicional, son los siguientes:

1. Esta disposición es más flexible y está menos sujeta a interrupciones y fluctuaciones de la corriente de la producción.
2. Ofrece buenas posibilidades para dar mayor expansión a las tareas y crear un trabajo en grupo más estimulante. En cada uno de los pequeños circuitos hay un grupo de producción, una «cuadrilla», cuyos miembros ejecutan las tareas cotidianas en estrecha colaboración y resuelven por sí mismos problemas tales como la adaptación del trabajo al cambio de condiciones. Uno de los siete grupos está constituido por obreros en vías de formación. Entre ellos la división de las tareas es bastante estricta, está muy acentuada y se basa en instrucciones detalladas. En los demás grupos la división del trabajo se hace según las capacidades de cada uno, de manera que es posible planear las tareas adaptándolas a los respectivos conocimientos y experiencia de los trabajadores.
3. No es necesario llevar a cabo una reconstrucción amplia y costosa de la línea cada vez que hay que aumentar o disminuir el volumen de producción. Se puede aumentar la capacidad dentro de ciertos límites elevando el número de miembros de los grupos, hasta un máximo de seis. Para aumentarla aún más se añaden más grupos.
4. Como la estructuración de las tareas está mejor adaptada al individuo, debería ser más fácil hallar personal idóneo y reducir las contrataciones y renuncias, así como el absentismo.
5. La nueva disposición exige más espacio y un volumen mayor de material en curso de elaboración que la clásica cadena de montaje.
6. Las inversiones de capital son algo superiores con la nueva disposición.
7. La eficacia del trabajo es inferior a la obtenida con el trabajo en cadena clásico, debido a la menor especialización y a la fragmentación de la tarea.

Este ejemplo no sólo ilustra cómo se pueden introducir dispositivos reguladores entre los distintos puestos de ejecución del trabajo y entre las diversas aptitudes profesionales de cada uno, sino que también demuestra cómo se pueden redistribuir en paralelo diferentes partes de una cadena de montaje, o incluso toda la cadena. El montaje de los motores se realiza en una serie de estaciones, y en cada una se ejecuta el montaje completo.

La figura 150 ilustra la naturaleza de las operaciones de producción en paralelo.

Figura 150. Organización de los grupos por proceso y en paralelo



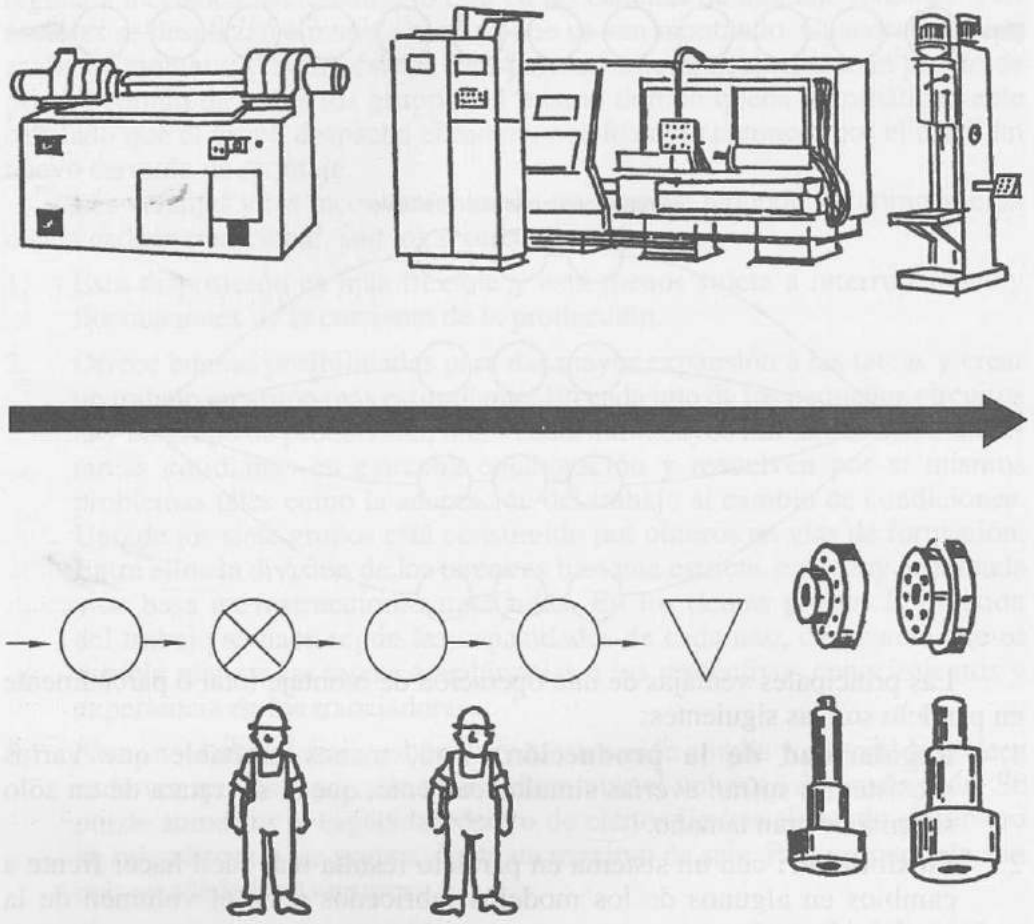
Las principales ventajas de una operación de montaje total o parcialmente en paralelo son las siguientes:

1. **Regularidad de la producción:** será, menos probable que varios subsistemas sufran averías simultáneamente, que si se tratara de un solo sistema de gran tamaño.
2. **Flexibilidad:** con un sistema en paralelo resulta más fácil hacer frente a cambios en algunos de los modelos fabricados o en el volumen de la producción.
3. **Contenido y organización del trabajo:** existen posibilidades mucho mayores de planear tareas con un contenido más sustancioso y de hallar las líneas de demarcación naturales entre los grupos. Aumentan igualmente las posibilidades de que los grupos de producción asuman la responsabilidad, por ejemplo, de la calidad del trabajo y de su división. Sin embargo, como el trabajo debe repartirse entre muchos puestos, las operaciones en paralelo implican la necesidad de contar con talleres más espaciosos, un mayor volumen de trabajo en curso y una organización del sistema menos rigurosa.

Grupos de máquinas organizados según la secuencia del proceso en la producción por lotes

Según la disposición tradicional de la producción por lotes, las máquinas y el personal se agrupan en departamentos, en cada uno de los cuales se ejecutan funciones distintas: por ejemplo, un departamento se dedica al torneado, otro al taladrado, un tercero al fresado, etc. La ventaja de este esquema es que permite una gran flexibilidad y un alto grado de utilización de la capacidad de las

Figura 151. Diagrama esquemático de un grupo organizado según la secuencia del proceso



máquinas. Uno de sus grandes inconvenientes es que el volumen de productos en curso de fabricación y, por lo tanto, el capital de explotación inmovilizado en dichos productos son siempre elevados. Por otra parte, el trabajo en una fábrica de este tipo está sumamente fragmentado. A un individuo o grupo de individuos le es difícil establecer una relación entre sus propias funciones y la actividad global de la empresa. Por consiguiente, también le es difícil participar activamente en la planificación del trabajo y en el logro de los objetivos fijados por la empresa.

En estos últimos años se ha manifestado un interés creciente por hallar maneras de agrupar la maquinaria y el equipo según el sentido en que circulan los materiales cuando la producción se hace por lotes, es decir, de constituir grupos en función de la fabricación de un producto completo o de componentes complejos. A continuación comentaremos brevemente estas tendencias.

¿Qué es un **grupo organizado según la secuencia del proceso**? La figura 151 ilustra el principio básico.

Con ayuda de un método de clasificación estándar hemos seleccionado un conjunto surtido de componentes diferentes, tales como ejes y bridas. Cada uno

de los grupos de artículos se divide en subgrupos similares entre sí en cuanto al trabajo que se les hará. Se agrupan en una misma unidad las máquinas, el personal y los demás recursos necesarios para fabricar los componentes – desde materias primas hasta piezas acabadas –, y si se eligen bien los componentes, los métodos y el equipo se puede crear un esquema de circulación sencillo.

Con este género de organización puede reducirse la duración de la secuencia, y por consiguiente el capital de explotación inmovilizado. La producción puede llevarse a cabo con un mínimo de materiales en curso de elaboración, particularmente los utilizados en los propios puestos de trabajo, y cuanto menor sea la cantidad de materiales que intervengan en el proceso de producción, más breve y regular será la duración del proceso de fabricación.

Con el sistema de concentración por operaciones se fijan por adelantado la tarea que cada operario debe llevar a cabo en «su» máquina y el trabajo que ésta debe ejecutar. En cambio, el grupo de máquinas organizado según la secuencia del proceso está destinado a la fabricación completa de una combinación de piezas o componentes. El número de máquinas o de «escalas» es superior al de operarios, de modo que cada operario debería dominar varios tipos de especialidades. Ello significa que todos los que forman parte del grupo deberían ser capaces de trabajar con cierta independencia, y ellos mismos tienen la responsabilidad de repartirse el trabajo y de velar por que dentro del grupo los materiales avancen debidamente. Por tanto, los resultados obtenidos por un grupo organizado en esa forma están condicionados por la colaboración y buena integración del equipo.

A diferencia de la disposición funcional de las máquinas, la organización secuencial impone pesadas responsabilidades a los operarios, pero al mismo tiempo permite combinar funciones y atribuciones más interesantes para cada miembro del grupo, por los motivos siguientes:

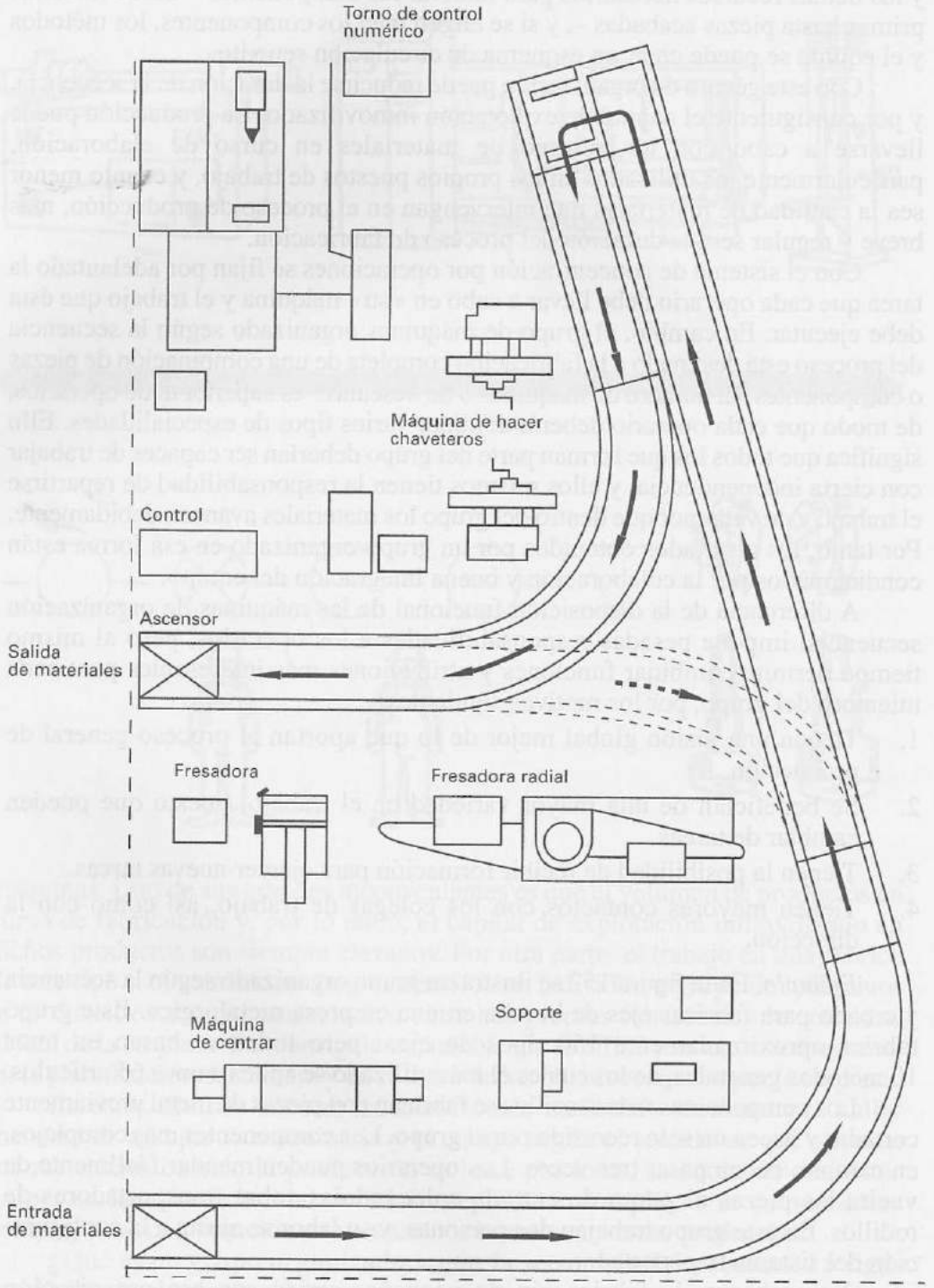
1. Tienen una visión global mejor de lo que aportan al proceso general de producción.
2. Se benefician de una mayor variedad en el trabajo, puesto que pueden cambiar de tareas.
3. Tienen la posibilidad de recibir formación para ejercer nuevas tareas.
4. Tienen mayores contactos con los colegas de trabajo, así como con la dirección.

Ejemplo. En la figura 152 se ilustra un grupo organizado según la secuencia y creado para fabricar ejes de bomba en una empresa metalúrgica. Este grupo fabrica aproximadamente 150 tipos de ejes; pero todos se basan en unos 10 métodos generales, de los cuales el más utilizado se aplica a unos 65 artículos.

Los componentes más sencillos se fabrican con piezas de metal previamente cortadas y hacen un solo recorrido por el grupo. Los componentes más complejos, en cambio, deben pasar tres veces. Los operarios pueden mandar fácilmente de vuelta las piezas al punto de entrada colocándolas sobre transportadores de rodillos. En este grupo trabajan dos personas, y su labor se ajusta a la configuración del sistema transportador.

Sin embargo, la fabricación de pequeñas series con esa organización secuencial requiere ciertas condiciones precisas y no puede aplicarse en cualquier situación. Por ejemplo, la mezcla o combinación de productos debe ser

Figura 152. Grupo organizado según la secuencia del proceso para fabricación de ejes de bomba



estructurada sistemáticamente para que sea posible encauzar los principales tipos de productos en una corriente homogénea. Por otra parte, la producción, por su naturaleza, debe prestarse para aplicar el «principio de corriente ininterrumpida», pues cae de su peso que si en alguna fase del trabajo es necesario hacer elaborar ciertos componentes en otro lugar y hay que interrumpir el movimiento del material dentro del grupo, la planificación resultará mucho más complicada.

Uno de los problemas fundamentales de la organización secuencial es el grado en que se puede utilizar el equipo, sobre todo cuando se trata de la maquinaria más costosa. En tal caso hay que comparar el costo de la maquinaria, por un lado, y el que representa el capital inmovilizado en trabajos en curso, por otro. En estos últimos tiempos se está reconociendo cada vez más que la inmovilización de capitales en trabajos en curso alcanza tales proporciones que es preciso dar preferencia a la organización de grupos por secuencia del proceso.

Otro factor de importancia decisiva, claro está, es la estabilidad de composición de la producción. La agrupación secuencial de la maquinaria debe basarse en el supuesto de que es posible prever que se fabricará cierto producto o componente siguiendo ciertas modalidades y métodos. Cuando no se tenga absoluta seguridad al respecto no será posible aplicar esa clase de agrupación.

Para concluir, repitamos una vez más que en la producción por lotes existen frecuentemente excelentes motivos para optar por la agrupación secuencial de la maquinaria y de los operarios más bien que por la disposición funcional. Las principales razones son que, en la práctica, la disposición funcional plantea problemas de índole administrativa, las grandes cantidades de trabajos en curso inmovilizan capital de explotación y el trabajo en talleres con disposición funcional tiende a ser aburrido y monótono para quienes lo hacen.

4. Cómo planear unidades de producción organizadas en función del producto

La empresa dentro de la empresa

La organización de las unidades de producción en función del producto mismo se está difundiendo cada vez más como método para planear la producción por lotes. Hasta ahora se había utilizado en este tipo de actividad la distribución funcional, es decir, el método que consistía en agrupar en un mismo taller o departamento las máquinas destinadas a funciones similares.

Con la nueva organización se sigue la dirección exactamente opuesta. Para definir la organización en función del producto se puede decir que consiste en estructurar unidades de producción organizadas y equipadas de modo que puedan fabricar de manera autónoma determinado producto o «familia» de productos acabados. En otras palabras, lo que se procura es agrupar, desde el punto de vista tanto físico como administrativo, toda la cadena de producción de un artículo o grupo de artículos precisos.

Refiriéndonos a lo expuesto anteriormente sobre los grupos organizados según la secuencia del proceso, podemos decir que se trata de una solución basada en el mismo principio, no sólo en lo que se refiere a la producción, sino también

al método de organización. La unidad basada en el producto es de mayores dimensiones que el referido grupo, fabrica productos o componentes más complejos y puede estar formada por varios de tales grupos.

La unidad de ese género debería tener la capacidad de funcionar más bien como una empresa dentro de la empresa, lo que significa que debe estar dotada de autonomía con respecto a su entorno. Se le deberían proporcionar todos los elementos que necesite para fabricar de principio a fin el respectivo producto o componente, y también debería disponer de recursos administrativos propios, así como de servicios auxiliares suyos, es decir, servicios de mantenimiento, transporte y manipulación de materiales, etc.

Al reunir todos los elementos de la producción dentro de la unidad, centralizando la cadena entera en un solo lugar, se reducen al mínimo los vínculos de dependencia con otras secciones y se facilita la coordinación de los productos dentro de la propia unidad. Así se pueden idear y aplicar procesos sencillos de planificación y abreviar el tiempo de tránsito del producto por la cadena. La unidad alcanzará entonces una verdadera autonomía con respecto a las zonas de trabajo que la rodean.

Sin embargo, para que este método funcione debidamente, la unidad debe disponer de todas las máquinas que necesita para realizar la producción completa. Por lo general, el índice de utilización de las máquinas será inferior al de un taller organizado por funciones. El grado posible de utilización de su capacidad será, pues, un factor clave cuando se examine la viabilidad de este modelo de organización, y se deberá comparar con las ventajas, sobre todo el monto inferior del capital inmovilizado en existencias y la simplificación de las tareas administrativas.

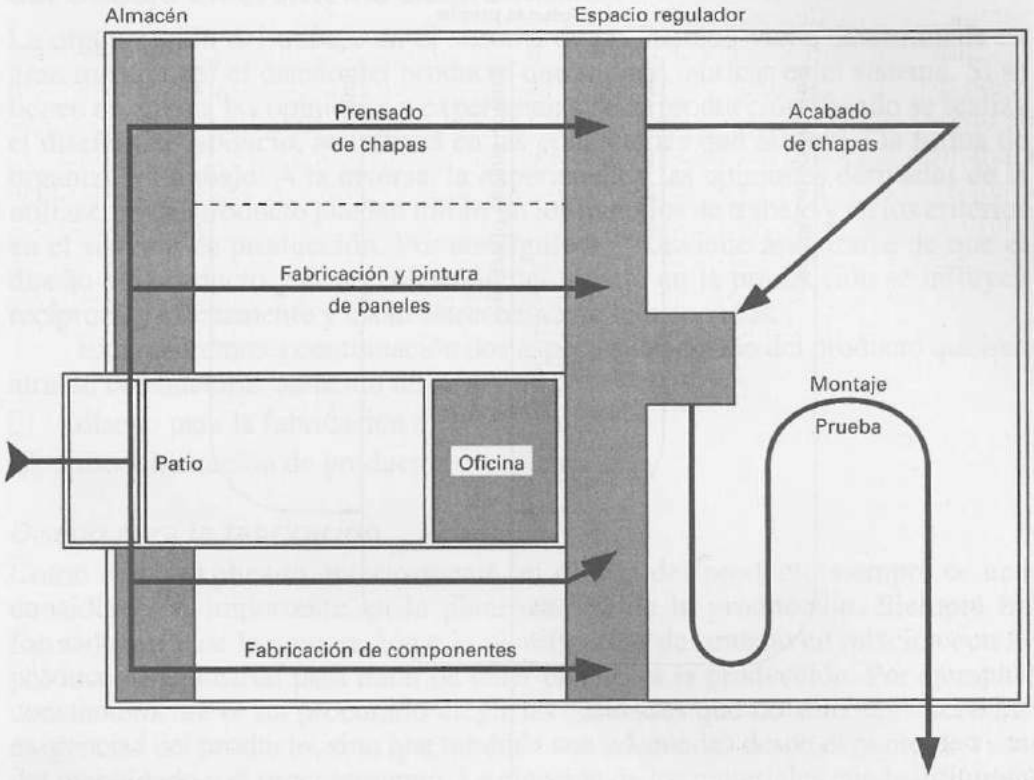
Modelos de recorrido en la unidad organizada en función del producto: ejemplo

Por definición, una unidad organizada en función del producto se basa en una producción que fluye con determinado caudal. No obstante, dentro de la unidad de producción ese caudal puede estar más o menos dividido, y en los casos extremos puede haber máquinas dispuestas exclusivamente por proceso o agrupadas por género de trabajo. A continuación examinaremos dos ejemplos de taller organizado en función del producto.

En el primer ejemplo, relativo a un taller de fabricación de recuperadores de calor, se hizo un esfuerzo sistemático para estructurar la producción basándola en grupos de los que llamamos secuenciales. Resultó posible hacerlo en la mayor parte del proceso de fabricación, pese a que dicho proceso está muy condicionado por los pedidos de los clientes y que los lotes son reducidos. La figura 153 ilustra el empeño puesto para aproximarse en lo posible a una disposición «rectilínea», lo que simplifica la manipulación y desplazamiento de los materiales y permite a todos los operarios tener una buena visión general del proceso de fabricación.

Respecto del segundo ejemplo, relativo a la fabricación de motores eléctricos, la figura 154 ilustra una unidad organizada en función del producto y formada por cierto número de grupos que fabrican en secuencia diversos componentes. Este modelo de organización se basa en los principios siguientes:

Figura 153. Disposición de un taller de fabricación de recuperadores de calor



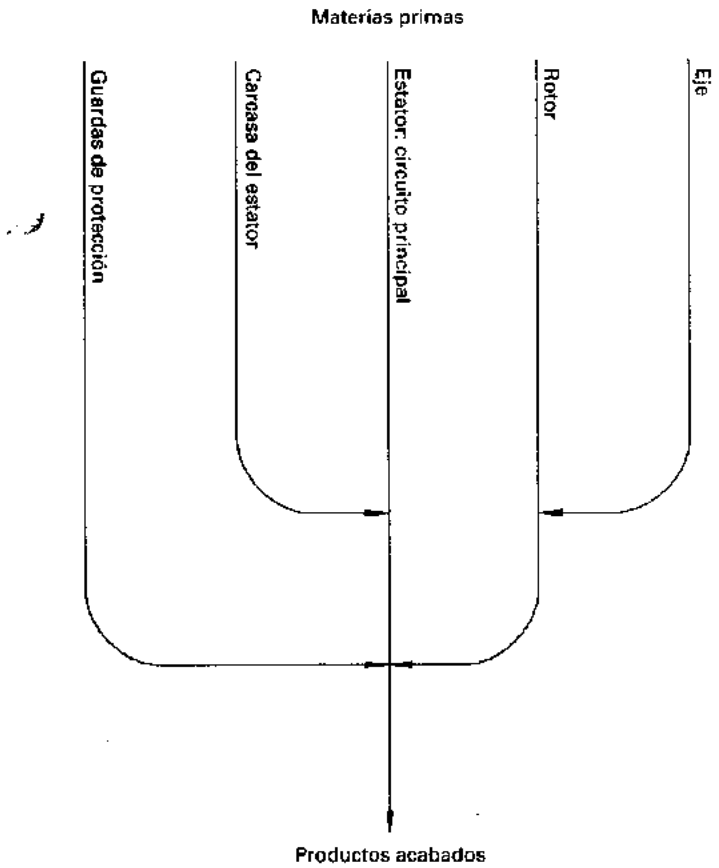
1) fabricación de los componentes en unidades de producción, a partir de la materia prima, con cada clase de componente en su respectivo circuito o grupo secuencial;
2) empalme directo de las corrientes de componentes con la línea principal, sin espacios, depósitos ni almacenes reguladores;
3) terminación del recorrido principal con la expedición de los motores acabados.

Con este recorrido la cantidad de productos en curso de fabricación es muy pequeña y la duración del proceso desde la primera operación hasta el acabado del motor es nada más que de dos o tres días. Además, no se precisan almacenes intermedios para el montaje.

5. Cómo planear organizaciones orientadas a la empresa

Examinamos ahora cómo, sobre la base de los análisis de los métodos y la medición del trabajo del estudio del trabajo, podemos diseñar tareas para individuos y equipos en la producción y cómo se puede organizar todo un sistema de producción constituido por varios grupos de producción.

Figura 154. Fabricación de motores eléctricos



El sistema de producción forma a su vez parte de un sistema más amplio: el sistema de una empresa.

Examinaremos ahora tres subsistemas dentro del sistema de la empresa que tienen importancia con respecto a la organización del trabajo del sistema de producción:

- sistema del diseño del producto;
- sistema de subcontratistas y abastecedores;
- sistema de comercialización, ventas y contacto con los clientes.

Estos tres componentes del sistema de la empresa están estrechamente conectados con el sistema de producción, en primer lugar porque influyen en las condiciones de la organización del trabajo en el sistema de producción y en segundo lugar porque una organización del trabajo diferente altera las condiciones que influyen en esos subsistemas. En la sección siguiente intentaremos examinar esos subsistemas y su relación con la organización del trabajo.

El diseño del producto y su relación con la organización del trabajo en el sistema de producción

La organización del trabajo en el sistema de producción viene determinada en gran medida por el diseño del producto que se va a fabricar en el sistema. Si se tienen en cuenta las opiniones y experiencias de la producción cuando se realiza el diseño del producto, se influirá en las condiciones que afectan a la forma de organizar el trabajo. A la inversa, la experiencia y las opiniones derivadas de la utilización del producto pueden influir en los métodos de trabajo y en los criterios en el sistema de producción. Por consiguiente, conviene asegurarse de que el diseño del producto y la organización del trabajo en la producción se influyen recíproca y eficazmente y están estrechamente relacionados.

Examinaremos a continuación dos aspectos del diseño del producto que han atraído considerable atención últimamente:

- ☐ diseño para la fabricación;
- ☐ modularización de productos complejos.

Diseño para la fabricación

Como se ha explicado anteriormente, el diseño del producto siempre es una consideración importante en la planificación de la producción. Siempre ha formado parte de la preparación y la planificación del trabajo en relación con la producción industrial para tratar de tener en cuenta la producción. Por ejemplo, constantemente se ha procurado elegir las calidades que no sólo satisfacen las exigencias del producto, sino que también son adecuadas desde el punto de vista del maquinado y el procesamiento. La elección de los materiales puede influir en la organización del trabajo en esferas en las que se debe utilizar la máquina en un grupo de procesamiento, por ejemplo.

Ultimamente se viene prestando más atención a la forma de diseñar productos complejos para facilitar su producción y montaje. Cabe citar el caso de la industria del automóvil, en la que en estos últimos años se ha procurado adaptar el diseño del vehículo para que el trabajo de montaje se pueda organizar de una manera más eficiente. Al adoptar este enfoque, algunos fabricantes de automóviles japoneses han podido mejorar la eficiencia orgánica de sus plantas de montaje modificando la secuencia de las operaciones y el trabajo de montaje, por ejemplo, para aumentar el premontaje de los componentes. Muy a menudo, el diseño de un automóvil que facilite la producción se ha convertido en un factor importante que influye en el diseño de la organización del trabajo en las fábricas de automóviles.

Modularización de productos complejos

En principio, modularización significa que se pueden ofrecer a un cliente muchos productos diferentes combinando un número reducido de módulos estandarizados de diversas maneras. En el capítulo 12 se hizo brevemente referencia a la modularización. Como se ha explicado con anterioridad, la modularización es un medio de atender a exigencias muy variadas de los clientes de una manera que permita al fabricante mejorar la eficiencia de la producción a bajo costo. Se puede extraer un ejemplo de la industria de casas prefabricadas; las empresas han recurrido a

fondo a la modularización para ofrecer una amplia gama de opciones al cliente en el marco de una producción relativamente normalizada. Tabiques, estructuras de tejados, módulos de cocina, módulos de cuartos de baño, módulos de garajes, son ejemplos de unidades estructurales que ayudan a los clientes individuales a diseñar la casa de sus sueños. Sin embargo, para el fabricante la modularización significa que se pueden construir grupos de producción eficaces y que puede especializarse en la producción de cierto tipo de módulo a bajo costo empleando métodos eficaces. Cabe asignar asimismo a cada equipo la responsabilidad de verificar la calidad de su propio producto y, cuando es necesario, de poner a prueba los diversos sistemas. Otra consecuencia de la especialización es que se pueden emplear instrumentos sumamente perfeccionados y medios auxiliares mecánicos.

Si el diseño del producto no estuviera modularizado de esta manera, la producción de una casa sería en gran parte un trabajo de artesanía. En el pasado, por supuesto, frecuentemente se ocupaban de la construcción de estas casas en el lugar un equipo de obreros de la construcción que delimitaban sus tareas de acuerdo con las estrictas tradiciones artesanales de otros tiempos (y podían transcurrir meses antes de que la casa estuviera terminada).

Con los métodos de producción actuales, gran parte de la casa se puede producir dentro de fábricas en que el entorno laboral es satisfactorio. Las casas se transportan luego en bloques prefabricados al emplazamiento y se edifican tan rápidamente que es posible cubrir aguas en uno o dos días, o incluso en cuestión de horas.

Un segundo ejemplo procede de la industria de la ingeniería eléctrica. Un producto es una caja de control eléctrico que contiene cortocircuitos, disyuntores, dispositivos de medición y componentes de ajuste, medición y control de instalaciones eléctricas, por ejemplo en una empresa industrial. Esas cajas de control se solían fabricar de acuerdo con las especificaciones indicadas por el cliente en una situación concreta. El fabricante producía lo que el cliente quería y el resultado era una amplia variedad de diferentes productos que se fabricaban según métodos artesanales tradicionales relativamente anticuados. Con la modularización, sin embargo, resultó posible ofrecer a los clientes casi la misma libertad de elección que en el pasado, pero a un costo considerablemente inferior, dado que la producción se podía organizar ahora utilizando unos grupos de producción eficientes, cada uno de los cuales producía su propio tipo de módulo. Otra ventaja de este sistema era que las fechas de entrega se reducían de varios meses a unos pocos días.

Ambos factores, el diseño para la fabricación y la modularización, son ejemplos de situaciones en las que una estrecha relación entre la producción y el diseño del producto es importante como medio para crear condiciones que mejorarán la eficiencia de la organización del trabajo.

Los abastecedores y su relación con la organización del sistema de producción

Por abastecedores se entiende todas las empresas externas que están encargadas de suministrar las materias primas, los insumos y otros componentes producidos externamente para las actividades de la empresa. Este subsistema tiene suma

importancia para la eficiencia del sistema de la empresa. Ultimamente, las empresas industriales han empezado a recurrir a subcontratistas para concentrarse en sus propias actividades esenciales. En consecuencia, la relación con los subcontratistas está asumiendo una importancia creciente.

En este contexto nos limitaremos a examinar la relación de los subcontratistas con la producción.

Los subcontratistas y las estrategias justo a tiempo

Como se ha explicado en el capítulo 16, uno de los cambios más espectaculares en la organización de la producción industrial en estos últimos años es la extraordinaria reducción del volumen de los productos en curso de fabricación. Esta reducción tiene una gran importancia para el resultado financiero global de la producción. Los esfuerzos por reducir lo más posible el suministro de materiales comienzan durante la primera operación en una cadena de producción y se extienden a lo largo de todo el sistema de producción.

La idea esencial es que los materiales que se van a utilizar en un sistema de producción deben llegar justo a tiempo y el volumen de las cantidades suministradas debe reducirse.

La aplicación de los métodos justo a tiempo del control de las existencias se extendió para elaborar un tipo completamente nuevo de relación con los abastecedores, como se indica en el capítulo 16. Como resultado de ello, el sistema de organización del trabajo y de la planificación de la producción de la empresa matriz se vinculó más estrechamente con el sistema de producción del abastecedor. Mediante la coordinación eficaz de estos sistemas y la utilización conjunta de los conocimientos teóricos y prácticos y la experiencia de que disponen ambas partes, es posible perfeccionar aún más los productos y los sistemas de producción.

Sistemas de comercialización/ventas y sus vinculaciones con la organización del trabajo

Se examinarán dos aspectos particulares de esta parte del sistema comercial, a saber:

- ☐ adaptación de los productos a las necesidades del cliente;
- ☐ integración del cliente en el sistema de producción.

Productos para clientes específicos

En muchas esferas de la producción industrial los métodos anteriores de la producción en masa de productos estandarizados han sido sustituidos por la producción de versiones diseñadas específicamente para un cliente. Incluso en la industria del automóvil gran parte de la fabricación se concentra en automóviles individuales para determinados clientes de acuerdo con las especificaciones indicadas por éstos. Por supuesto, esas especificaciones están integradas por un número de opciones de modelo y equipo estandarizados, pero la combinación es la especificada por el cliente. Esto resultó asimismo posible por la adopción de los métodos «justo a tiempo» anteriormente mencionados. En consecuencia, las

fechas de entrega de un automóvil destinado a un cliente concreto podían, de hecho, reducirse a unas pocas semanas.

La producción adaptada al cliente entraña, naturalmente, nuevas y difíciles exigencias tanto con respecto a la organización de los sistemas de producción como a la organización de ventas.

La organización de la producción tiene que hacer previsiones fiables de la combinación de las diferentes opciones relativas a los modelos y al equipo, y debe poder revisar esos planes a intervalos frecuentes. En el marco de esos planes debe igualmente poder producir una mezcla de modelos en la misma línea de producción.

La organización de ventas debe tener la capacidad de responder a exigencias análogas, cuando la combinación de modelos o equipos que se ha previsto en la producción se aparta de forma marcada respecto de las unidades realmente vendidas, para responder activamente y tratar de influir en las ventas de manera que no se aparten demasiado de la gama de modelos que la organización de producción es capaz de fabricar.

La adaptación de los productos a los clientes ha entrañado, por consiguiente, exigencias marcadamente más rigurosas con respecto a la relación entre la organización de producción y las organizaciones de ventas. Así sucede en muchos contextos diferentes de producción industrial, no sólo en los que producen bienes de capital y bienes de consumo sino también en la producción de servicios.

Integración del cliente en el sistema de producción

Como consecuencia de la introducción de la producción adaptada a los clientes más arriba examinada, cabe decir que la venta al cliente es la primera etapa en un sistema «justo a tiempo». Cuando se está entregando el producto especial demandado por el cliente, la venta incluye frecuentemente una oferta de servicios y a veces también una garantía en virtud de la cual el abastecedor se compromete a corregir cualquier defecto que pueda surgir durante un período determinado después de la entrega. Como resultado de esos servicios y de esa garantía, se crean también las condiciones para un contacto más sistemático y duradero con el cliente. Resulta inmediatamente posible vigilar en qué medida el producto entregado funciona y si el cliente está o no satisfecho. Los incentivos así obtenidos pueden transferirse al diseño del producto para generaciones futuras del producto y al sistema de producción para mejorar sus resultados.

Actualmente, las empresas de fabricación y las empresas de servicios participan en programas sistemáticos para crear relaciones duraderas y estables con los clientes. El cliente debe pasar a formar parte integrante del sistema de la propia empresa de los abastecedores y, al responder a los deseos del cliente en el marco de una relación estrecha a largo plazo, el abastecedor confía en poder asegurarse de que el cliente siga perteneciendo a la «familia» y no busque otros abastecedores.

Estos dos factores afectan a la comercialización y a la venta de los productos de las empresas y dependen, en consecuencia, considerablemente de la organización del trabajo del sistema de producción. Por lo tanto, representan una nueva manifestación de la necesidad creciente de integrar a los diversos componentes y subsistemas dentro del sistema de la empresa.

La organización del trabajo en el sistema de producción, que en este contexto constituye el objeto principal de nuestro interés, se ve afectada, como hemos visto, en muchos sentidos por consideraciones relacionadas con otras partes del sistema de la empresa.

6. Criterios para una buena organización del trabajo: observaciones finales

Eficacia

El primer criterio, así como el más importante, para juzgar el acierto de la organización del trabajo es obviamente su eficacia, es decir, que se puedan aprovechar al máximo los recursos y obtener la mayor producción posible con el mínimo de insumos. Este criterio ha sido tratado de manera detallada en los diversos capítulos del presente libro, porque siempre tendrá fundamental importancia, cualquiera que sea el tipo de tecnología, la fase de desarrollo o el lugar de trabajo.

Huelga decir que existen situaciones en las cuales los factores que predominan no son los de naturaleza puramente económica. Por ejemplo, si en un lugar de trabajo existen riesgos patentes para la seguridad y la salud y es preciso invertir más fondos para eliminarlos, habrá que tomar las medidas del caso aunque no se pueda demostrar que tendrán efectos benéficos para la rentabilidad económica. He ahí, pues, cómo en ciertos casos las consideraciones económicas (al menos a corto plazo) deben ceder la prioridad a otros factores.

Por otra parte, en el análisis económico se deben tomar en cuenta no sólo criterios como los de la evaluación de la producción por hora de trabajo, sino también otros numerosos factores de importancia a veces considerable, e incluso superior a la productividad del trabajo. Uno de los ejemplos se vincula con la adopción de estrategias «justo a tiempo» y la reducción del volumen del trabajo en curso en los puestos de una cadena de producción. Por tales medios puede lograrse una notable economía de capital, en particular por la reducción del trabajo en curso y los plazos de entrega menos largos. Ciertamente, este factor es difícil de evaluar en términos financieros; no obstante resulta determinante para la competitividad de una empresa.

En general, las consideraciones económicas tendrán siempre un peso decisivo en la elección de un sistema adecuado de organización del trabajo. Naturalmente, se optará por los principios y soluciones que permitan a la vez aumentar la eficacia y ofrecer a los trabajadores conjuntos de tareas más interesantes.

Autonomía de los pequeños sistemas

Si bien las consideraciones económicas tienen fundamental importancia y deben analizarse cuidadosamente caso por caso, existen varias reglas empíricas o indicaciones generales para construir un buen sistema de producción: estas pautas han influido crecientemente en los últimos años en el descubrimiento de nuevas formas de organización del trabajo, aunque con ellas resulta difícil, cuando no

imposible, calcular con precisión la rentabilidad a corto plazo. Sin embargo, esas pautas han sido objeto de tanta atención que no podemos dejar de mencionarlas aquí; pero debemos subrayar igualmente que no se inscriben en la perspectiva de los factores económicos básicos.

El primer principio para construir un buen sistema de producción es **dar mayor independencia a los pequeños conjuntos** que integran la empresa, es decir, a los conjuntos formados por unidades de producción de dimensiones moderadas y que pueden funcionar con un grado relativamente elevado de independencia dentro de la empresa de mayores dimensiones. El propósito básico es organizar la producción de tal manera que se realce la autonomía de las unidades más pequeñas. Al fragmentar la empresa en estas unidades reducidas relativamente autárquicas, disminuye la necesidad de coordinación y, por consiguiente, se simplifican muchísimo los problemas de gestión.

La consiguiente descentralización es también muy útil porque estimula la iniciativa de los grupos y aumenta la capacidad de adaptación a las nuevas condiciones y exigencias que surgen en partes distintas de la empresa. Ha quedado demostrado igualmente que con frecuencia los trabajadores se sienten más satisfechos y se interesan más por su trabajo cuando forman parte de unidades de producción más pequeñas e independientes.

Cuando se desee crear unidades de producción basadas en este principio debe prestarse especial atención a las cuatro posibilidades siguientes:

- ☐ la de subdividir sistemas más grandes en unidades más pequeñas;
- ☐ la de dividir unidades de elaboración de productos acabados en unidades más pequeñas, de modo que se reduzca la necesidad de contactos con las unidades adyacentes;
- ☐ la de que las unidades sean autárquicas en cuanto a los elementos de producción, servicios necesarios para el funcionamiento, etc.;
- ☐ la de atenuar el control directo de la gerencia de la empresa, para que las unidades más pequeñas no vayan perdiendo una parte excesiva de su autonomía a causa de ese control.

Estabilidad del sistema de producción

Otra regla o pauta empírica de organización de la producción que ha sido objeto de creciente interés en los últimos años es que se debe tratar de conseguir una actividad de producción estable con un mínimo de trastornos. A estos efectos hay que responder a las siguientes exigencias con, entre otras:

- ☐ un esquema sencillo de recorrido, de modo que los trabajadores tengan en lo posible una visión global del proceso y que resulte más fácil planificar el trabajo;
- ☐ una tecnología que permita un funcionamiento seguro y regular, con un nivel óptimo de mecanización, de modo que las dificultades técnicas no pasen de límites razonables;
- ☐ una organización del trabajo que evite los trastornos, de modo que todas las fases decisivas para la producción estén organizadas en paralelo y que las particularmente vulnerables estén rodeadas de reguladores de diferentes tipos.

Puestos de trabajo atractivos

Es importante poder ofrecer puestos que sus ocupantes juzguen atractivos y que les inspiren un interés personal. Las aspiraciones humanas varían de una persona a otra y de una situación a otra, y dependen no sólo de las ambiciones y deseos de cada cual, sino también de sus aptitudes, conocimientos y capacidad de perfeccionamiento. Por lo tanto, toda organización dedicada a la producción debe ofrecer una variedad de puestos, de modo que pueda satisfacer los deseos del mayor número posible de personas y dar a cada individuo la posibilidad de progresar, pasando de tareas sencillas a funciones más complejas.

Entre los factores que deberían tenerse en cuenta cuando se desean crear tareas suficientemente atractivas están los siguientes:

1) la conveniencia de que los empleos correspondan a diferentes grados de dificultad, mediante una orientación acertada del recorrido del proceso y grados diferentes de subdivisión del trabajo y de integración de las tareas auxiliares. Las variaciones de este tipo permiten ofrecer a personas distintas entre sí, en momentos diferentes, conjuntos de tareas que correspondan a sus capacidades y preferencias;
2) la conveniencia de que los puestos individuales y las modalidades del trabajo en grupo permitan alcanzar cierto grado de independencia, mediante la elaboración completa de los productos, la autonomía de las funciones auxiliares de la producción y el establecimiento de sistemas reguladores que sirvan de aisladores entre unidades adyacentes; esta independencia es útil tanto para los resultados de la producción como para la impresión subjetiva que tienen de su trabajo los integrantes del grupo;
3) la organización del trabajo según formas que se presten para el trabajo en equipo, con grupos estructurados según la secuencia del proceso o con otros tipos de disposiciones compatibles no sólo con la creación de plazas y situaciones de trabajo más atractivas, sino también con una mayor eficacia;
4) las disposiciones para dar a los trabajadores una visión global de diversos aspectos de la empresa: para sentirse atraído por el trabajo que uno realiza hay que tener una visión general del lugar que se ocupa dentro del contexto más amplio en que se está situado; también hay que poder participar, si es posible, en la concepción de las tareas que le corresponderán y poder sentirse «integrado» en el grupo de colegas y en el proceso global de producción en el cual uno cumple su función.

Calidad del ambiente de trabajo

Uno de los criterios primordiales para juzgar si un puesto es bueno es la calidad del ambiente de trabajo. En el capítulo 5 se señalaron los factores fundamentales que es preciso recordar cuando se trata de la seguridad en los lugares de trabajo.

Pero además, el ambiente de trabajo debería ser agradable, es decir, debería estar dispuesto de tal manera que sea más fácil adoptar posturas de trabajo correctas desde el punto de vista ergonómico.

Conclusión

Hemos indicado algunas de las tendencias conducentes a nuevas formas de organización del trabajo; hemos mencionado ciertos principios y directrices generales, proporcionando ejemplos y destacando orientaciones actuales. Por último, hemos presentado criterios que deberán tenerse en cuenta en la concepción de ambientes de trabajo adecuados.

No obstante, es preciso subrayar que no existen soluciones estándar para estos problemas. Sólo nos hemos propuesto presentar ciertas ideas, tendencias e indicaciones generales para resolverlos. Debe recordarse que la mejor solución de cada problema se encuentra únicamente cuando se está en las circunstancias específicas del caso, cuando se conocen las condiciones reales y se tienen en cuenta los valores locales y cuando se da a los interesados la posibilidad de hallar sus propias soluciones.

SEXTA PARTE

Apéndices

APENDICE **1**

Glosario de términos

A. Español – inglés

Análisis cinematográfico *Film analysis*

Examen, imagen por imagen, de la película de una operación para determinar el estado de actividad del sujeto en cada fotograma.

Capacidad de la máquina *Machine capacity*

Volumen de producción potencial de la máquina, habitualmente expresado en unidades físicas producidas por unidad de tiempo: por ejemplo, toneladas por semana, piezas por hora, etc.

Ciclo de trabajo *Work cycle*

Sucesión de los elementos de trabajo necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

Ciclograma *Cyclegraph*

Registro de la trayectoria de un movimiento, habitualmente trazado por una fuente continua de luz en una fotografía, de preferencia estereoscópica.

Contenido de trabajo *Work content*

Tiempo básico + suplemento por descanso + cualquier otro suplemento por trabajo adicional, es decir, la parte del suplemento por contingencias que representa trabajo.

Control de instalaciones y máquinas *Plant and machine control*

Procedimientos y medios para planificar y verificar el buen funcionamiento y utilización de las diversas partes de la fábrica y de su maquinaria.

Control estadístico de actividades

Véase *Muestreo del trabajo.*

Conversión *Extension*

Cálculo del tiempo básico a partir del tiempo observado.

Corte *Break point*

Instante en que acaba un elemento del ciclo de trabajo y comienza el siguiente.

Cronociclograma *Chronocyclegraph*

Ciclograma en que la fuente luminosa es intermitente, de modo que el trazo consiste en una serie de puntos con forma de lágrima cuya punta indica la dirección del movimiento, y los intervalos, la velocidad de ese movimiento.

Cronometraje *Timing*

Modo de observar y registrar, por medio de un reloj u otro dispositivo, el tiempo que se tarda en ejecutar cada elemento. El cronómetro se puede utilizar con uno u otro de los tres métodos siguientes:

Acumulativo *Cumulative timing*

Método en que se dejan andar las manecillas del reloj sin hacerlas volver a cero al final de cada elemento, obteniéndose posteriormente el tiempo de cada elemento por resta.

Con vuelta a cero *Flyback timing*

Método en que al final de cada elemento se hace volver a cero las manecillas del reloj y se las deja arrancar de nuevo inmediatamente, lo que da el tiempo del elemento directamente.

Por diferencia *Differential timing*

Método para averiguar el tiempo de uno o varios elementos breves en que se cronometran los elementos agrupados de modo que la primera vez el elemento estudiado esté comprendido en el grupo y la segunda vez esté excluido, lo que permite obtener su tiempo por resta.

Cursograma *Process chart*

Diagrama en que la sucesión de hechos se representa mediante símbolos especiales que ayudan a hacerse una imagen mental de un proceso con objeto de examinarlo y perfeccionarlo.

Cursograma analítico *Flow process chart*

Diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

Cursograma analítico del equipo o maquinaria *Equipment type flow process chart*

Diagrama que registra cómo se emplean las máquinas, herramientas, etc.

Cursograma analítico del material *Material type flow process chart*

Diagrama que registra cómo se manipula o trata el material.

Cursograma analítico del operario *Man type flow process chart*

Diagrama que registra lo que hace la persona que trabaja.

Cursograma sinóptico *Outline process chart*

Diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

Datos tipo *Standard data*

Tablas y fórmulas basadas en el análisis de una acumulación de datos de medición del trabajo y dispuestas de manera que permitan determinar por síntesis tiempos tipo, tiempos de procesos a máquina, etc.

Desempeño tipo *Standard performance*

Rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se les haya dado motivo para querer aplicarse. A ese desempeño corresponde el valor 100 en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño.

Desglose de la tarea *Job Breakdown*

Lista de los elementos que constituyen el contenido de la tarea.

Diagrama bimanual *Two-handed process chart*

Cursograma en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas.

Diagrama de actividades múltiples *Multiple activity chart*

Diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas.

Diagrama de circuito

Véase *Diagrama de recorrido.*

Diagrama de hilos *String diagram*

Plano o modelo a escala en que se sigue y se mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión dada de hechos.

Diagrama de recorrido *Flow diagram*

Diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. Se llama a veces «diagrama de circuito».

Economía de movimientos *Motion economy*

Conjunto de principios que, al ser aplicados a los métodos de trabajo, facilitan su ejecución.

Elemento *Element*

Parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Casual *Occasional element*

El que no reaparece en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos que pueden ser tanto regulares como irregulares.

Constante *Constant element*

Aquel cuyo tiempo de ejecución es siempre igual.

Dominante *Governing element*

El que dura más tiempo que cualquiera de los demás elementos cumplidos mientras tanto.

Extraño *Foreign element*

El observado durante el estudio que, al ser analizado, no resulta ser una parte necesaria del trabajo.

Manual *Manual element*

El cumplido por el propio trabajador.

Mecánico *Machine element*

El cumplido automáticamente por una máquina (o proceso) a base de fuerza motriz.

Repetitivo *Repetitive element*

El que reaparece en cada ciclo del trabajo estudiado.

Variable *Variable element*

Aquel cuyo tiempo de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.

Escala de valoración *Rating scale*

Serie de índices numéricos atribuidos a los diversos ritmos de trabajo. La escala es lineal.

Especificación del trabajo *Work specification*

Documento que detalla una operación o tarea, el modo indicado de ejecución, la disposición del lugar de trabajo, las características de las máquinas, herramientas y aparatos que se deben usar y las funciones y obligaciones del trabajador. Normalmente consta también el tiempo tipo o tiempo asignado a la tarea.

Estudio del trabajo *Work study*

Genéricamente, conjunto de técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

Estudio de métodos *Method study*

Registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

Estudio de micromovimientos *Micromotion study*

Examen crítico de un simograma, previo estudio, imagen por imagen, de la película de una operación.

Estudio de tiempos *Time study*

Técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Factor carga *Load factor*

Proporción del tiempo total de ciclo que tarda el obrero en ejecutar el trabajo necesario al ritmo tipo, durante un ciclo condicionado por una máquina o proceso.

Factor de valoración *Rating*

Coeficiente por el cual se multiplica el tiempo observado de un elemento para obtener el tiempo básico.

Factor trabajo *Work factor*

Uno de los sistemas de tiempos tipo predeterminados (véase *Tiempos tipo predeterminados*).

Gráfico de trayectoria *Travel chart*

Cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de trabajadores, materiales o equipo entre cualquier número de lugares y durante cualquier período de tiempo.

Hora-hombre *Man-hour*

Trabajo de un hombre en una hora.

Hora-máquina *Machine-hour*

Funcionamiento de una máquina o parte de instalación durante una hora.

Indice de eficiencia de la máquina *Machine efficiency index*

Razón del tiempo de marcha de norma al tiempo de marcha.

Indice de utilización de la máquina *Machine utilisation index*

Razón del tiempo de marcha de norma al tiempo utilizable.

Indice de utilización efectiva de la máquina *Machine effective utilisation index*

Razón del tiempo de marcha de norma al tiempo utilizable.

Interferencia de las máquinas *Machine interference*

El hecho de que varias máquinas (o procesos) estén esperando que las atienda el obrero encargado de ellas. Algo similar ocurre en el trabajo en equipo cuando las demoras fortuitas en un punto pueden alterar el rendimiento de todo el equipo.

Medición del trabajo *Work measurement*

Aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Medición de tiempos-métodos (MTM) *Methods-time measurement (MTM)*

Uno de los sistemas de tiempos tipo predeterminados (véase *Tiempos tipo predeterminados*).

Memofotografía *Memomotion photography*

Técnica para registrar movimientos en que se saca una sucesión de fotografías con una cámara adaptada para que las imágenes se fijen a intervalos más largos que lo normal, o sea, por lo general, de 1/2 a 4 segundos.

Método de observaciones aleatorias *Random observation method*

Véase *Muestreo del trabajo.*

Método de observaciones instantáneas *Observation ratio study*

Véase *Muestreo del trabajo.*

MTM

Véase *Medición de tiempos-métodos.*

Muestreo de actividades *Activity sampling*

Véase *Muestreo del trabajo.*

Muestreo del trabajo *Work sampling*

Técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de una actividad determinada. El muestreo del trabajo también es conocido por «método de observaciones aleatorias», «método de observaciones instantáneas», «control estadístico de actividades» y «muestreo de actividades».

Normas de tiempo predeterminadas (NTPD) *Predetermined time standards (PTS)*

Técnica de medición del trabajo en que se utilizan los tiempos determinados para los movimientos humanos básicos (clasificados según su naturaleza y las condiciones en que se hacen) a fin de establecer el tiempo requerido por una tarea efectuada según una norma dada de ejecución.

Preguntas de fondo *Secondary questions*

Segunda fase de la técnica del interrogatorio en que se prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la secuencia, la persona o el medio, o todos ellos.

Preguntas preliminares *Primary questions*

Primera etapa de la técnica del interrogatorio en que se discute la razón de ser de cada actividad observada, así como de su lugar, orden de ejecución, persona encargada y medios, y se busca la justificación de cada respuesta.

Suplemento de tiempo *Allowance*

Pequeñas cantidades de tiempo que se añaden al contenido de trabajo de la tarea para calcular el verdadero tiempo de dicha tarea.

Por contingencias *Contingency allowance*

Suplemento incluido en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

Por descanso *Relaxation allowance*

El que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Por fatiga *Fatigue allowance*

Subdivisión del suplemento por descanso destinado a compensar los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones.

Por herramientas *Tool allowance*

El que se incluye a veces en el tiempo tipo por concepto de ajuste y mantenimiento en buen estado de las herramientas.

Por interferencia de las máquinas *Interference allowance*

El añadido por concepto del tiempo productivo inevitablemente perdido cuando se detienen simultáneamente varias máquinas (o procesos) atendidas por un solo trabajador. El mismo suplemento puede justificarse en el trabajo en equipo.

Por necesidades personales *Personal needs allowance*

Subdivisión del suplemento por descanso destinado a responder a las necesidades físicas personales del trabajador.

Por razones de política de la empresa *Policy allowance*

Cantidad de tiempo, no ligado a las primas, que se añade al tiempo tipo (o a alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que, en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

Por tiempo no ocupado *Unoccupied time allowance*

Margen que se concede al trabajador cuando dentro del tiempo condicionado por la máquina o el proceso tiene instantes de inacción.

Técnica del interrogatorio *Questioning technique*

Medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Tiempo básico *Basic time*

El que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo, o sea:

$$\frac{\text{Tiempo observado} \times \text{Valor del ritmo observado}}{\text{Valor del ritmo tipo}}$$

Tiempo condicionado por el proceso *Process controlled time*

El que se tarda en completar la parte del ciclo que está determinada únicamente por factores técnicos propios del proceso.

Tiempo condicionado por la máquina *Machine-controlled time*

El que se tarda en completar la parte del ciclo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina.

Tiempo de interferencia *Interference time*

Aquel en que la máquina (o proceso) no funciona mientras espera que la atienda el trabajador ocupado entretanto con otra máquina (o proceso). Algo similar ocurre con el trabajo en equipo.

Tiempo del ciclo *Cycle time*

El que lleva en total efectuar los elementos que constituyen el ciclo de trabajo.

Tiempo de máquina *Machine time*

El que se mide en función del estado de actividad de la máquina.

Accesorio *Machine ancillary time*

Aquel en que la máquina deja momentáneamente de funcionar con fines de producción, mientras la adaptan, ajustan, limpian, etc.

De marcha *Machine running time*

Aquel en que la máquina efectivamente funciona, o sea el tiempo utilizable, menos los eventuales tiempos muertos, inactivos o accesorios.

De marcha de norma *Machine running time at standard*

El que debería tardar la máquina en producir determinada cantidad funcionando en condiciones óptimas.

Inactivo *Machine idle time*

Aquel en que la máquina podría utilizarse para producir o con otros fines, pero no se aprovecha por falta de trabajo, de materiales o de obreros, comprendido el tiempo en que falla la organización de la fábrica.

Máximo *Machine maximum time*

Aquel durante el cual podría funcionar teóricamente una máquina o grupo de máquinas en un período dado, v. g.: 168 horas por semana o 24 por día.

Muerto *Machine down time*

Aquel en que la máquina no puede funcionar con fines de producción ni fines accesorios por avería, operaciones de mantenimiento u otras razones análogas.

Utilizable *Machine available time*

Aquel en que la máquina tiene quien la atienda, v. g.: la jornada o semana de trabajo, más las horas extraordinarias.

Tiempo de preparación *Setting-up time*

Tiempo requerido para preparar una máquina para el trabajo. Incluye el desmontaje de las herramientas utilizadas en las tareas precedentes, la eventual limpieza de la máquina y el montaje de las herramientas y dispositivos de fijación para la nueva tarea.

Tiempo de punteo *Check time*

Los intervalos entre el principio del estudio de tiempos y el principio del primer elemento observado y entre el final del último elemento observado y el final del estudio.

Tiempo improductivo *Ineffective time*

La fracción de tiempo transcurrido, sin contar el tiempo de punteo, que se dedica a alguna actividad ajena a las partes especificadas de la tarea.

Tiempo inactivo *Idle time*

Parte del tiempo de presencia en que el trabajador tiene trabajo que hacer, pero no lo hace por diversas razones.

Tiempo no ocupado *Unoccupied time*

Períodos comprendidos en el tiempo condicionado por la máquina (o proceso) y en los cuales el obrero ni realiza trabajo interior ni hace uso de un descanso autorizado.

Tiempo observado *Observed time*

El que se tarda en ejecutar un elemento o combinación de elementos según lo indica una medición directa.

Tiempo seleccionado *Selected time*

El que se elige por ser representativo de un grupo de tiempos correspondientes a un elemento o grupo de elementos. Puede tratarse de tiempos observados o básicos, que se designarán como tiempos observados seleccionados o tiempos básicos seleccionados.

Tiempos tipo predeterminados

Véase *Normas de tiempo predeterminadas.*

Tiempo tipo *Standard time*

Tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo, o sea: contenido de trabajo y suplementos por contingencias (demoras), tiempo no ocupado e interferencia de las máquinas, según corresponda.

Tiempo transcurrido *Elapsed time*

El que media entre el principio y el fin de un estudio de tiempos.

Trabajador calificado *Qualified worker*

Aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Trabajador representativo *Representative worker*

Aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado. No es necesariamente un trabajador calificado.

Trabajo con múltiples máquinas *Multiple machine work*

El del obrero que debe ocuparse de varias máquinas (similares o diferentes) en funcionamiento simultáneo.

Trabajo exterior *Outside work*

El compuesto por elementos que deben necesariamente ser ejecutados por el obrero fuera del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

Trabajo interior *Inside work*

El compuesto por elementos que pueden ser ejecutados por el obrero dentro del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

Trabajo irrestricto *Unrestricted work*

Aquel en que el rendimiento del trabajador no está sujeto a restricciones que no dependan de él.

Trabajo restringido *Restricted work*

Aquel en que el rendimiento del trabajador está limitado por factores que no dependen de él.

Valoración del ritmo *Rating*

1. Apreciación del ritmo de trabajo por correlación con la idea que se tiene de lo que es el ritmo tipo.
2. Cifra o símbolo que se atribuye al ritmo de trabajo.

Ajustada *Tight rating*

La inexacta por demasiado baja.

Holgada *Loose rating*

La inexacta por demasiado alta.

Inconsecuente *Inconsistent rating*

La perteneciente a una serie en que están mezcladas las exactas, las altas y las bajas.

Nivelada *Flat rating*

La perteneciente a una serie en que el observador subestimó las variaciones del ritmo de trabajo del obrero.

Realzada *Steep rating*

La perteneciente a una serie en que el observador sobrestimó las variaciones del ritmo de trabajo del obrero.

B. Inglés – español

Activity sampling Véase *Work sampling*
Basic time *Tiempo básico*
Break point *Corte*
Check time *Tiempo de punteo*
Chronocyclograph *Cronociclograma*
Contingency allowance *Suplemento por contingencias*
Cumulative timing *Cronometraje acumulativo*
Cyclograph *Ciclograma*
Differential timing *Cronometraje por diferencia*
Elapsed time *Tiempo transcurrido*
Fatigue allowance *Suplemento por fatiga*
Flow diagram *Diagrama de recorrido*
Flow process chart *Cursograma analítico*
Equipment type *del equipo o maquinaria*
Worker type *del operario*
Material type *del material*
Flyback timing *Cronometraje con vuelta a cero*
Idle time *Tiempo inactivo*
Inside work *Trabajo interior*
Interference allowance *Suplemento de tiempo por interferencia de las máquinas*
Job breakdown *Desglose de la tarea*
Load factor *Factor carga*
Machine ancillary time *Tiempo de máquina accesorio*
Machine available time *Tiempo de máquina utilizable*
Machine-controlled time *Tiempo condicionado por la máquina*
Machine down time *Tiempo muerto de máquina*
Machine effective utilization index *Indice de utilización efectiva de la máquina*
Machine efficiency index *Indice de eficiencia de la máquina*
Machine element *Elemento mecánico*
Machine-hour *Hora-máquina*
Machine idle time *Tiempo inactivo de máquina*
Machine maximun time *Tiempo máximo de máquina*
Machine running time *Tiempo de marcha de máquina*
Machine running time at standard *Tiempo de marcha de norma de la máquina*
Machine utilization index *Indice de utilización de la máquina*
Manual element *Elemento manual*
Memomotion photography *Memofotografía*
Method study *Estudio de métodos*
Methods-time measurement (MTM) *Medición de tiempos-métodos (MTM)*
Micromotion study *Estudio de micromovimientos*
MTM *(Sistema) MTM*

Multiple activity chart *Diagrama de actividades múltiples*
Multiple machine work *Trabajo con múltiples máquinas*
Observed time *Tiempo observado*
Outline process chart *Cursograma sinóptico*
Outside work *Trabajo exterior*
Personal needs allowance *Suplemento de tiempo por necesidades personales*
Plant and machine control *Control de instalaciones y máquinas*
Policy allowance *Suplemento por razones de política de la empresa*
Predetermined time standards (PTS) *Normas de tiempo predeterminadas (NTPD)*
Principles of motion economy *Principios de economía de movimiento*
Process chart *Cursograma*
Process-controlled time *Tiempo condicionado por el proceso*
PTS *(Normas de tiempo predeterminadas) NTPD*
Questioning technique *Técnica del interrogatorio*
Random observation method *Véase Work sampling*
Rating *Valoración del ritmo*
Rating scale *Escala de valoración*
Ratio-delay study Véase *Work sampling*
Relaxation allowance *Suplemento de tiempo por descanso*
Restricted work *Trabajo restringido*
Selected time *Tiempo seleccionado*
Setting-up time *Tiempo de preparación*
Standard data *Datos tipo*
Standard performance *Desempeño tipo*
Standard time *Tiempo tipo*
String diagram *Diagrama de hilos*
Time study *Estudio de tiempos*
Toold allowance *Suplemento de tiempo por herramientas*
Two-handed process chart *Diagrama bimanual*
Unoccupied time *Tiempo no ocupado*
Unoccupied time allowance *Suplemento por tiempo no ocupado*
Unrestricted work *Trabajo irrestricto*
Work measurement *Medición del trabajo*
Work sampling *Muestreo del trabajo*
Work specification *Especificación del trabajo*
Work study *Estudio del trabajo*

APENDICE **2**

Lista de preguntas para un nuevo método de trabajo

La mayoría de las preguntas enumeradas a continuación se utilizan generalmente en los estudios de métodos. Vienen a ser una ampliación de las interrogaciones básicas expuestas en el capítulo 7 y pueden resultar útiles para evitar el riesgo de pasar por alto algún aspecto. Están agrupadas bajo los siguientes epígrafes:

A. Operaciones
B. Diseño de piezas y productos
C. Normas de calidad
D. Utilización de materiales
E. Disposición del lugar de trabajo
F. Manipulación de materiales
G. Organización del trabajo
H. Condiciones de trabajo
I. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

A. Operaciones

1. ¿Qué propósito tiene la operación?
2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
3. ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
4. ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
5. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
6. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
7. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implantó para atender las exigencias de uno o dos clientes nada más?
8. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
9. ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior?; ¿o de una operación posterior?
10. Si se añadiera una operación, ¿se facilitaría la ejecución de otras?
11. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo o con mejor resultado?
12. ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
13. ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?
14. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?
15. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
16. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
17. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?; ¿o mejoraría si se le modificara el orden?
18. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
19. Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?

20. Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificarían el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
21. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?

B. Diseño de piezas y productos

1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
2. ¿Se podría reducir el número de piezas?
3. ¿Podrían utilizarse ciertas piezas de serie?
4. ¿Se podría reemplazar una pieza de serie por otro material más barato o de mejor resultado?
5. ¿Se utilizó el análisis de Pareto para identificar las piezas o productos de más valor?

C. Normas de calidad

1. ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?
2. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
3. ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?
4. ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?
5. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
6. ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
7. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
8. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
9. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
10. Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentarían o disminuirían las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?
11. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
12. ¿Una modificación de la composición del producto podría dar como resultado una calidad más uniforme?

D. Utilización de materiales

1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?
4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
5. ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
6. ¿El material es entregado suficientemente limpio?
7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?
8. ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborarlo?
9. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?
10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?
11. ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?
12. ¿Se reduciría el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?
13. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
14. ¿Se podrían utilizar los sobrantes o retazos?
15. ¿Se podrían clasificar los sobrantes o retazos para venderlos a mejor precio?
16. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones innecesarias para el proceso estudiado?

17. ¿La calidad de materiales es uniforme?
18. ¿Se podrían evitar algunas de las dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
19. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
20. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
21. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?
22. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

E. Disposición del lugar de trabajo

1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
4. ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
5. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?
6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?
8. ¿Se han previsto instalaciones y soportes apropiados en el puesto de trabajo para facilitar el montaje?
9. ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
10. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
11. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
12. ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
13. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
14. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

F. Manipulación de materiales

1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
2. En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?
3. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla, o transportadores o conductos?
4. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
5. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
6. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
7. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
8. ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
9. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
10. Si se utiliza una grúa de puente, ¿funciona con rapidez y precisión?
11. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
12. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares adecuados?
13. ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
14. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?

15. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
16. ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?
17. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el suelo?
18. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
19. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
20. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

G. Organización del trabajo

1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?
2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
4. ¿Cómo se consiguen los materiales?
5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
6. ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?
7. ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, en el almacén de herramientas o en el de materiales?
8. ¿Los materiales están bien situados?
9. Si la operación se efectúa constantemente, ¿cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
10. ¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas? ¿Este trabajo podría informatizarse?
11. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
12. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
13. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
14. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarán y se les dan suficientes explicaciones?
15. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
16. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?
17. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

H. Condiciones de trabajo

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
7. Si los pisos son de hormigón, ¿se podrían poner enrejados de madera o esteras para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
8. ¿Se puede proporcionar una silla?
9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?
10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
11. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
12. ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?

13. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
14. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
15. ¿Con cuánta minucia se limpia el lugar de trabajo?
16. ¿Hace en la fábrica demasiado frío en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?
17. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

I. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?
3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
7. ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
8. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
9. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?
10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
11. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?
12. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?
13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?
14. ¿Se pueden prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
15. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

APENDICE 3

Ejemplo de tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso

El presente apéndice se basa en información facilitada por la empresa Peter Steel and Partners (Reino Unido). Existen tablas similares elaboradas por diversas instituciones, como la REFA (Alemania), y otras empresas de consultoría.

Los suplementos por descanso pueden determinarse utilizando las tablas de tensiones relativas y la tabla de conversión de los puntos reproducidas en este apéndice. El análisis debería efectuarse del modo siguiente:

1. Determinar, para el elemento de trabajo en estudio, el grado de tensión impuesta consultando el acápite que corresponda en la tabla de tensiones presentada a continuación, así como la tabla de tensiones relativas.
2. Asignar puntos según lo indicado en dichas tablas y determinar el total de puntos para las tensiones impuestas por la ejecución del elemento de trabajo.
3. Extraer de la tabla de conversión de los puntos el suplemento por descanso apropiado.

Tabla I. Puntos asignados a las diversas tensiones: resumen

Tipo de tensión		Grado		
		Bajo	Mediano	Alto
A.	*Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo*			
1.	Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
2.	Postura	0-5	6-11	12-16
3.	Vibraciones	0-4	5-10	11-15
4.	Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
5.	Ropa molesta	0-4	5-12	13-20
B.	*Tensión mental*			
1.	Concentración o ansiedad	0-4	5-10	11-16
2.	Monotonía	0-2	3-7	8-10
3.	Tensión visual	0-5	6-11	12-20
4.	Ruido	0-2	3-7	8-10
C.	*Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo*			
1.	Temperatura			
	Humedad baja	0-5	6-11	12-16
	Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
	Humedad alta	0-6	7-17	18-36

Tipo de tensión		Grado		
		Bajo	Mediano	Alto
2.	Ventilación	0-3	4-9	10-15
3.	Emanaciones de gases	0-3	4-8	9-12
4.	Polvo	0-3	4-8	9-12
5.	Suciedad	0-2	3-6	7-10
6.	Presencia de agua	0-2	3-6	7-10

Nota: Atribuir por separado los puntos correspondientes a cada tensión, sin tener en cuenta los asignados a las demás tensiones. Cuando una tensión aparece solamente durante parte del tiempo, se le atribuyen puntos a prorrata de la proporción de tiempo en que aparece.

Ejemplo: Alta concentración: 16 puntos, 25 por ciento del tiempo.
Baja concentración: 4 puntos, 75 por ciento del tiempo.
Cálculo: $16 \times 0{,}25 = 4$ puntos
$+ \quad 4 \times 0{,}75 = 3$ puntos
Total 7 puntos

Tablas de tensiones relativas

A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo

1. FUERZA EJERCIDA EN PROMEDIO (FACTOR A.1)

Considerar todo el elemento o período al que corresponderá el suplemento por descanso y determinar la fuerza media ejercida.

Ejemplo: Levantar y transportar un peso de 20 kg (tiempo: 12 segundos) y volver con las manos vacías (tiempo: 8 segundos). Si, en este ejemplo, el suplemento por descanso debe aplicarse a los 20 segundos en su totalidad, la «fuerza ejercida en promedio» se calculará como sigue:

$$\left(40 \times \frac{12}{20}\right) + \left(0 \times \frac{8}{20}\right) = 24 \text{ kg.}$$

El número de puntos atribuidos según el promedio de la fuerza ejercida dependerá del tipo de esfuerzo realizado. El esfuerzo realizado está clasificado de la manera siguiente:

a) Esfuerzo mediano
Cuando el trabajo consiste principalmente en:
i) transportar o sostener cargas;
ii) traspalar, martillar y otros movimientos rítmicos.
Esta categoría incluye la mayor parte de las operaciones.

b) Esfuerzo reducido
Cuando se desplaza el peso del cuerpo a fin de:
i) ejercer fuerza: por ejemplo, accionar un pedal, presionar un artículo con el cuerpo contra un disco de bruñir;
ii) sostener o transportar cargas bien equilibradas sujetas al cuerpo por fajas o colgadas de los hombros; los brazos y las manos están libres.

c) Esfuerzo intenso
Cuando el trabajo consiste principalmente en:
i) levantar cargas;
ii) ejercer fuerza mediante el uso prolongado de determinados músculos de los dedos y brazos;
iii) levantar o sostener cargas en posturas difíciles, manipular cargas pesadas para colocarlas en posiciones difíciles;
iv) efectuar operaciones en ambientes calurosos, trabajar metales en caliente, etc.

En esta categoría, los suplementos por descanso deberían atribuirse sólo después de haber hecho todo lo posible por mejorar las instalaciones a fin de aliviar la tarea física.

Deberían estudiarse los elementos en relación con las condiciones de esfuerzo reducido, mediano o intenso. Las tablas II, III o IV indican los puntos que se atribuirán según el tipo de esfuerzo y la fuerza ejercida en promedio.

Tabla II. Esfuerzo mediano: puntos para la fuerza ejercida en promedio

Kg	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	0	0	0	0	3	6	8	10	12	14
5	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33
15	34	35	36	37	38	39	39	40	41	41
20	42	43	44	45	46	46	47	48	49	50
25	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56
30	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64
35	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71
40	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76
45	77	78	79	79	80	80	81	82	82	83
50	84	85	86	86	87	88	88	88	89	90
55	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97
60	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100
65	101	101	102	102	103	104	105	106	107	108
70	109	109	109	110	110	111	112	112	112	113

Tabla III. Esfuerzo reducido: puntos para la fuerza ejercida en promedio

Kg	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	0	0	0	0	3	6	7	8	9	10
5	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18
10	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
15	26	26	27	27	28	28	29	30	31	31
20	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37
25	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43
30	43	43	44	44	45	46	46	47	47	48
35	48	49	50	50	50	51	51	52	52	53
40	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58
45	58	59	59	60	60	60	61	62	62	63
50	63	63	64	65	65	66	66	66	67	67
55	68	68	68	69	69	70	71	71	71	72
60	72	73	73	73	74	74	75	75	76	76
65	77	77	77	78	78	78	79	80	80	81
70	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85

Tabla VI. Esfuerzo intenso: puntos para la fuerza ejercida en promedio

Kg	0	0,5	1	1,5	1,5-2	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	0	0	0	3	6	8	11	13	15	17	18
5	20	21	22	24		25	27	28	29	30	32
10	33	34	35	37		38	39	40	41	43	44
15	45	46	47	48		49	50	51	52	54	55
20	56	57	58	59		60	61	62	63	64	65
25	66	67	68	69		70	71	72	73	74	75
30	76	76	77	78		79	80	81	82	83	84
35	85	86	87	88		88	89	90	91	92	93
40	94	94	95	96		97	98	99	100	101	101
45	102	103	104	105		105	106	107	108	109	110
50	110	111	112	113		114	115	115	116	117	118
55	119	119	120	121		122	123	124	124	125	126
60	127	128	128	129		130	130	131	132	133	134
65	135	136	136	137		137	138	139	140	141	142
70	142	143	143	144		145	146	147	148	148	149

Ejemplo: Suponiendo que el trabajador deba transportar un peso de 12,5 kg:

i) se determina el tipo de esfuerzo (mediano, reducido o intenso);

ii) en la tabla correspondiente al tipo de esfuerzo (tabla II, III o IV) se busca, en la columna de la izquierda, el renglón referente a 10 kg;

iii) se sigue ese renglón hacia la derecha hasta llegar a la columna 2,5;

iv) se ven los puntos atribuidos para 12,5 kg transportados, o sea:
tabla II, esfuerzo mediano: 30 puntos;
tabla III, esfuerzo reducido: 22 puntos;
tabla IV, esfuerzo intenso: 39 puntos.

2. POSTURA (FACTOR A.2)

Determinar si el trabajador está sentado, de pie, agachado o en una posición engorrosa, si tiene que manipular una carga y si ésta es fácil o difícil de manipular.

	Puntos
Sentado cómodamente	0
Sentado incómodamente, o a veces sentado y a veces de pie	2
De pie o andando libremente	4
Subiendo o bajando escaleras sin carga	5
De pie o andando con una carga	6
Subiendo o bajando escaleras de mano, o debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	8
Levantando pesos con dificultad, traspalando balasto a un contenedor	10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	12
Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja	16

3. VIBRACIONES (FACTOR A.3)

Considerar el impacto de las vibraciones en el cuerpo, extremidades o manos, y el aumento del esfuerzo mental debido a las mismas o a una serie de sacudidas o golpes.

	Puntos
Traspalar materiales ligeros	1
Coser con máquina eléctrica o afín	2
Sujetar el material en el trabajo con prensa o guillotina mecánica	2
Tronzar madera	4
Traspalar balasto	4
Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano	4
Picar con zapapico	6
Emplear una taladradora mecánica que exige las dos manos	8
Emplear un martillo perforador con hormigón	15

4. CICLO BREVE (TRABAJO MUY REPETITIVO) (FACTOR A.4)

Si en un trabajo muy repetitivo una serie de elementos muy cortos forman un ciclo que se repite continuamente durante un largo período, se atribuyen puntos como se indica a continuación a fin de compensar la imposibilidad de alternar los músculos utilizados durante el trabajo.

Tiempo medio del ciclo (centiminutos)	*Puntos*
16-17	1
15	2
13-14	3
12	4
10-11	5
8-9	6
7	7
6	8
5	9
Menos de 5	10

5. ROPA MOLESTA (FACTOR A.5)

Considerar el peso de la ropa de protección en relación con el esfuerzo y el movimiento. Observar asimismo si la ropa estorba la aireación y la respiración.

	Puntos
Guantes de caucho para cirugía	1
Guantes de caucho de uso doméstico	2
Botas de caucho	2
Gafas protectoras para afilador	3
Guantes de caucho o piel de uso industrial	5
Máscara (por ejemplo, para pintar con pistola)	8
Traje de amianto o chaqueta encerada	15
Ropa de protección incómoda y mascarilla de respiración	20

B. Tensión mental

1. CONCENTRACION/ANSIEDAD (FACTOR B.1)

Considerar las posibles consecuencias de una menor atención por parte del trabajador, el grado de responsabilidad que asume, la necesidad de coordinar los movimientos con exactitud y el grado de precisión o exactitud exigido.

	Puntos
Hacer un montaje corriente Traspalar balasto	0
Hacer un embalaje corriente; lavar vehículos Empujar carrito por un pasillo despejado	1
Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa Rellenar de agua una batería	2
Pintar paredes	3
Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención Coser a máquina con guía automática	4
Pasar con carrito a recoger pedidos de almacén Hacer una inspección simple	5
Cargar/descargar troquel de una prensa; alimentar la prensa a mano Pintar metal labrado con pistola	6
Sumar cifras Inspeccionar componentes detallados	7
Bruñir y pulir	8
Coser a máquina guiando manualmente el trabajo Empaquetar bombones surtidos recordando de memoria la presentación y efectuando la consiguiente selección Montar trabajos demasiado complejos para ser automatizados Soldar piezas sujetas con una plantilla	10
Conducir un autobús con tráfico intenso o neblina Marcar piezas con detalles de mucha precisión	15

2. MONOTONIA (FACTOR B.2)

Considerar el grado de estímulo mental y, en caso de trabajar con otras personas, espíritu de competencia, música, etc.

	Puntos
Efectuar de a dos un trabajo por encargo	0
Limpiarse los zapatos solitariamente durante media hora	3
Efectuar un trabajo repetitivo Efectuar un trabajo no repetitivo	5
Hacer una inspección corriente	6
Sumar columnas similares de cifras	8
Efectuar solo un trabajo sumamente repetitivo	11

3. TENSION VISUAL (FACTOR B.3)

Considerar las condiciones de iluminación natural y artificial, deslumbramiento, centelleo, color y proximidad del trabajo, así como la duración del período de tensión.

	Puntos
Efectuar un trabajo fabril normal	0
Inspeccionar defectos fácilmente visibles Clasificar por colores artículos con colores distintivos Efectuar un trabajo fabril con mala luz	2
Inspeccionar con intermitencias defectos de detalle Clasificar manzanas según su tamaño	4
Leer el periódico en un autobús	8
Soldar por arco con máscara Inspeccionar con la vista en forma continua, p. ej., los tejidos salidos del telar	10
Hacer grabados utilizando un monóculo de aumento	14

4. RUIDO (FACTOR B.4)

Considerar si el ruido afecta a la concentración, si es un zumbido constante o un ruido de fondo, si es regular o aparece de improviso, si es irritante o sedante. (Se ha dicho del ruido que es «un sonido fuerte producido por otra persona y no por mí».)

	Puntos
Trabajar en una oficina tranquila sin ruidos que distraigan Trabajar en un taller de pequeños montajes	0
Trabajar en una oficina del centro de la ciudad oyendo continuamente el ruido del tráfico	1
Trabajar en un taller de máquinas ligeras Trabajar en una oficina o taller donde el ruido distraiga la atención	2
Trabajar en un taller de carpintería	4
Hacer funcionar un martillo de vapor en una fragua	5
Hacer remaches en un astillero	9
Perforar pavimentos de carretera	10

C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo

1. TEMPERATURA Y HUMEDAD (FACTOR C.1)

Considerar las condiciones generales de temperatura y humedad de la atmósfera y clasificarlas como se indica a continuación. Según la temperatura media observada, seleccionar el valor adecuado en una de las series siguientes:

Humedad (por ciento)	Temperatura		
	Hasta 23 °C	De 23 a 32 °C	Más de 32 °C
Hasta 75	0	6-9	12-16
De 76 a 85	1-3	8-12	15-26
Más de 85	4-6	12-17	20-36

2. VENTILACION (FACTOR C.2)

Considerar la calidad y frescura del aire, así como el hecho de que circule o no (climatización o corriente natural).

	Puntos
Oficinas Fábricas con ambiente físico similar al de una oficina	0
Talleres con ventilación aceptable, pero con un poco de corriente de aire	1
Talleres con corrientes de aire	3
Sistema de cloacas	14

3. EMANACIONES DE GASES (FACTOR C.3)

Considerar la naturaleza y concentración de las emanaciones de gases: tóxicos o nocivos para la salud; irritantes para los ojos, nariz, garganta o piel; olor desagradable.

	Puntos
Torno con líquidos refrigerantes	0
Pintura de emulsión Corte por llama oxiacetilénica Soldadura con resina	1
Gases de escape de vehículos de motor en un pequeño garaje comercial	5
Pintura celulósica	6
Trabajos de moldeado con metales	10

4. POLVO (FACTOR C.4)

Considerar el volumen y tipo de polvo.

	Puntos
Trabajo de oficina Operaciones normales de montaje ligero Trabajo en taller de prensas	0
Operaciones de rectificación y bruñido con buen sistema de aspiración del aire	1
Aserrar madera	2
Evacuar cenizas	4
Abrasión de soldaduras	6
Trasegar coque de tolvas a volcadores o camiones	10
Descargar cemento	11
Demoler edificios	12

5. SUCIEDAD (FACTOR C.5)

Considerar la naturaleza del trabajo y la molestia general causada por el hecho de que sea sucio. Este suplemento comprende el «tiempo para lavarse» en los casos en que se paga (es decir, si los trabajadores disponen de tres o cinco minutos para lavarse, etc.). **No** deben atribuirse puntos y tiempo a la vez.

	Puntos
Trabajo de oficina Operaciones normales de montaje	0
Manejo de multicopistas de oficina	1
Barrido de polvo o basura	2
Desmontaje de motores de combustión interna	4
Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	5
Descarga de sacos de cemento	7
Extracción de carbón Deshollinado de chimeneas	10

6. PRESENCIA DE AGUA (FACTOR C.6)

Considerar el efecto acumulativo del trabajo efectuado en ambiente mojado durante un largo período.

	Puntos
Operaciones normales de fábrica	0
Trabajo al aire libre, p. ej. el de cartero	1
Trabajo continuo en lugares húmedos	2
Apomazado de paredes con agua	4
Manipulación continua de productos mojados	5
Lavandería-tintorería: trabajos con agua y vapor, suelo empapado de agua, manos en contacto con el agua	10

Tabla de conversión de los puntos

Tabla V. Porcentaje de suplemento por descanso según el total de puntos atribuidos

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Ejemplo: Si el número total de puntos atribuidos a las diferentes tensiones se eleva a 37:
i) buscar, en la columna de la izquierda de la tabla V, la línea correspondiente a 30;
ii) seguir esa línea hacia la derecha hasta llegar a la columna 7;
iii) leer el suplemento por descanso correspondiente a 37 puntos, que es de 18 por ciento.

Ejemplos de cálculo de suplementos por descanso

1. *Accionamiento de una prensa mecánica.* Cuando la guarda de la prensa se abre automáticamente, estirar la mano izquierda hasta la pieza, asirla y extraerla. Con la mano izquierda llevar la pieza hasta el recipiente previsto, mientras la mano derecha coloca una pieza no trabajada en el troquel de la prensa. Retirar la mano derecha mientras la izquierda cierra la guarda. Accionar la prensa con el pie. Simultáneamente, estirar la mano derecha hasta el recipiente, asir una pieza basta y orientarla en la mano, llevar la pieza hasta la guarda y esperar que ésta se abra.

Prensa de 20 toneladas. Extensión máxima del brazo: 50 cm. Posición algo forzada; sentado en la máquina. Departamento ruidoso; buena luz.

2. *Transportar saco de 25 kg al piso superior.* Levantar el saco y apoyarlo en un banco de 90 cm de altura, colocarlo en la espalda, subirlo por la escalera al piso superior y soltarlo en el suelo. Presencia de polvo en el aire.

3. *Empaquetar bombones* en cajas de 2 kg, disponiéndolos según un esquema y en tres capas, con un promedio de 160 por caja. El trabajador se sienta delante de una estantería donde hay 11 clases de bombones en bandejas o latas; deberá empaquetarlos siguiendo de memoria el esquema de cada capa. Ambiente con aire acondicionado, buena luz.

Tabla VI. Cálculo de suplementos por descanso: ejemplos

Tipo de tensión	Tarea					
	Accionar prensa mecánica		Transportar saco de 25 kg		Empaquetar bombones	
	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
A. *Tensión física*						
1. Fuerza media (kg)	—	—	M	50	—	—
2. Postura	B	4	M	6	B	2
3. Vibraciones	B	2	B	—	—	—
4. Ciclo breve	A	10	B	—	—	—
5. Ropa molesta	—	—	—	—	—	—
B. *Tensión mental*						
1. Concentración/ansiedad	M	6	B	1	A	10
2. Monotonía	M	6	B	1	B	2
3. Tensión visual	B	3	—	—	B	2
4. Ruido	M	4	B	—	B	1
C. *Condiciones de trabajo*						
1. Temperatura/humedad	—	—	B/B	1	B/B	3
2. Ventilación	—	—	—	—	—	—
3. Emanaciones de gases	—	—	—	—	—	—
4. Polvo	—	—	A	9	—	—
5. Suciedad	M	3	B	—	—	—
6. Presencia de agua	—	—	B	—	—	—
Total de puntos		38		68		20
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)		18		35		13

APENDICE **4**

Selección bibliográfica

A. Bibliografía general

Agurén, S. y cols.: *The Volvo Kalmar plant: The impact of new design on work organization* (Estocolmo, Rationalization Council-Swedish Employers' Confederation-Swedish Trade Union Confederation, 1976).

Alic, J. A.: «Who designs work?», en *Technology in Society* (Newark, Nueva Jersey), 12 (1990), págs. 301-312.

Apple, J. M.: *Plant layout and materials handling* (Londres, John Wiley, 3.ª ed., 1977).

Banks, J.: *Principles of quality control* (Londres, John Wiley, 1989).

Barnes, Ralph M.: *Motion and time study: Design and measurement of work* (Nueva York y Londres, John Wiley, 7.ª ed., 1980).

Biemans, F. P. M.: *Manufacturing planning and control: A reference model* (Amsterdam, Elsevier, 1990).

British Standards Institution. *Glossary of terms used in work management services*, BS 3138 (Londres, 1991).

Buffa, Elwood S., y Sarin, Rakesh K.: *Modern production operations management* (Nueva York, John Wiley, 8.ª ed., 1987).

Burbridge, J. L.: *Production flow analysis for planning group technology* (Oxford, Clarendon Press, 1989).

Butera, F., y Thurman, J. E. (publicado con la dirección de): *Automation and word design* (Amsterdam, North-Holland, 1984).

Carpentier, J., y Cazamian, P.: *Night work: Its effects on the health and welfare of the worker* (Ginebra, OIT, 1977).

Carson, G. B. (publicado con la dirección de): *Production handbook* (Nueva York, Ronald Press, 3.ª ed., 1972).

Cerato, L., y cols.: *La fabrica: Camminando con l'innovazione* (Roma, ENFAPI, 1987).

Clerc, J.-M. (publicado con la dirección de): *Introduction to working conditions and environment* (Ginebra, OIT, 1985).

Crossan, R. M., y Nance, H. W.: *Master standard data: The economic approach to work measurement* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 2.ª ed., 1972).

Currie, R. M.: *Financial incentives based on work measurement*, J. E. Faraday revisado (Londres, British Institute of Management, 2.ª ed., 1971).

———. *Work study*, J.E. Faraday revisado (Londres, Pitman, 4.a ed., 1977).

Dehmand, K.: *Quality control, robust design, and the Taguchi method* (Londres, Wadsworth, 1988).

Del Mar, D.: *Operations and industrial management: Designing and managing for productivity* (Nueva York, McGraw-Hill, 1985).

Eastman: *Materials handling* (Nueva York, Dekker, Marcel Inc., 1987).

Ebel, K. H.: *Computer-integrated manufacturing: The social dimension* (Ginebra, OIT, 1990).

Edosomwan, J. (publicado con la dirección de): *People and product management in manufacturing* (Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1990).

Edwards, G. A. B.: *Readings in group technology* (Brighton, Sussex, Machinery Publishing Co., 1971).

El Wakil, Sherif D.: *Processes and design for manuacturing* (Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice Hall, 1989).

Evans, A. A.: *Hours of work in industrialised countries* (Ginebra, OIT, 1975).

Gold, D.: *Safety in the use of chemicals at work* (Ginebra, OIT, de próxima aparición).

Grant, E. L.: *Statistical quality control*, R. S. Leavenworth revisado (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 6.ª ed., 1988).

Heap, A.: *Improving site productivity in the construction industry* (Ginebra, OIT, 1987).

Heyde, C.: *The sensible taskmaster* (Sydney, Heyde Dynamics, 1976).

Hunter, D.: *The diseases of occupations*, P. A. Raffle revisado (Londres, Arnold, 1988).

International Material Management Society Staff and American Society of Mechnical Engineering Staff: *Materials handling handbook* (Londres, John Wiley, 2.ª ed., 1985).

International Occupational Safety and Health Centre (CIS): *CIS abstracts* (Ginebra, ILO-CIS; publicado periódicamente).

Ishikawa, K.: *Guide to quality control* (Tokio, Asian Productivity Organization, 1976).

Jürgens, H. W., y cols.: *International data on anthropometry*, Occupational Safety and Health Series, núm. 65 (Ginebra, OIT, 1990).

Kanawaty, G. (publicado con la dirección de): *Managing and developing new forms of work organizations* (Ginebra, OIT, 2.ª ed., 1981).

Kazutaka K. y cols.: *Low-cost ways of improving working conditions: 100 examples from Asia* (Ginebra, OIT, 1988).

Kubr, M. (publicado con la dirección de): *Management consulting: A guide to the profession* (Ginebra, OIT, 2.ª ed., 1986).

Lawler, A.: *Productivity improvement manual* (Aldershot, Hampshire, Gower, 1985).

Lindholm, R., y Norstedt, J.-P.: *The Volvo report* (Estocolmo, Swedish Employers' Confederation, 1975).

Marić, D.: *Adapting working hours to modern needs: The time factor in the new approach to working conditions* (Ginebra, OIT, 1977).

Mary, J. A.: *L'expérience Guillet* (París, Union des industries métallurgiques et minières (UIMM), 1975).

Mayer, Raymond E.: *Production and operations management* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 4.ª ed., 1982).

Maynard, H. B.: *Production: An international appraisal of contemporary manufacturing systems and the changing role of the worker* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 1975).

——— (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª ed., 1971).

Miles, L. D.: *Techniques of value analysis and engineering* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 2.ª ed., 1972).

Mizuno, S.: *Company-wide total quality control* (Tokio, Asian Productivity Organization, 1988).

Monden, Y. (publicado con la dirección de): *Applying Just in Time: The American Japanese experience* (Atlanta, Georgia, Institute of Industrial Engineers, 1986).

Moore, L., S.: *How to design interventions for improved maintenance management*, Management Development Programme technical paper Man Dev/45 (Ginebra, OIT, 1983).

Mundel, M. E.: *Motion and time study: Principles and practice* (Englewood Cliffs, Nueva Jersey, y Hemel Hempstead, Hertforshire, Prentice-Hall, 6.ª ed., 1985).

———. *The white-collar knowledge worker, measuring and improving productivity and effectiveness, algorithms and PC programs* (Tokio, Asian Productivity Organization, 1989).

Neale, F. J.: *Primary standard data* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 1967).

Niebel, B. W.: *Motion and time study* (Homewood, Illinois, Richard Irwin, 1972).

Norstedt, J. P.: *Work organization and payment system at Orrefors Glasbruk* (Stockholm, Swedish Employers' Confederation, 1970).

Oficina Internacional del Trabajo: *Automation, work organization and occupational stress* (Ginebra, 1984).

———. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 3 vols. (Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de España, 1989).

———. *Evaluación de tareas* (Ginebra, 1986).

———. *Improving maintenance in developing countries: The ILO approach*, Management Development Programme technical paper Man Dev/44 (Ginebra, 1987).

———. *La prevención de los accidentes*, manual de educación obrera (Ginebra, 2.ª ed., 1988).

———. *Management of working time in industrialised countries* (Ginebra, 1978).

———. *Protección de los trabajadores contra el ruido y las vibraciones en los lugares de trabajo* (Ginebra, 1977).

———. *Remuneración por rendimiento* (Ginebra, 2.ª ed., 1994).

———. *Salud y seguridad en el trabajo con unidades de visualización*, Serie Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, núm. 61 (Ginebra, 1991).

PA Management Consultants Ltd.: *Work study manual* (Londres, 1969).

Peck, T. P.: *Occupational safety and health: A guide to information sources*, Management information guides, núm. 28 (Detroit, Michigan, Gale Research Co., 1974).

Propenko, J.: *La gestión de la productividad, manual práctico* (Ginebra, OIT, 1989).

———. *Higher productivity through better management*, Management Development Programme technical paper Man Dev/56 (Ginebra, OIT, 1990).

Quick, J. H., y cols.: *Work factor time standards: Measurement of manual and mental work* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 1962).

Ranson, G. M.: *Group technology: A foundation for better total company operation* (Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 1972).

REFA: *Methodenlehre des Arbeitsstudiums*, vols. 1-6 (Munich, Carl Hanser Verlag, 1978-1989); versión abreviada disponible en inglés.

———. *Methodenlehre der Organizations*, vols. 1-3 (Munich, Carl Hanser Verlag, 1985).

Revell, R.: *Cemach's work study in the office* (Anbar Publications, 6.ª ed., 1986).

Ruprecht, M. M., y Wagoner, K. P.: *Managing office automation, a complete guide* (Nueva York, John Wiley, 1984).

Salvendy, G.: *Handbook of human factors* (Nueva York, John Wiley, 1987).

Sandler, Henry J., y Luckiewicz, Edward: *Practical process engineering, a working approach to plant design* (Nueva York, McGraw-Hill, 1987).

Saunders, N. F. T.: *Factory organization and management* (Londres, Pitman, 5.ª ed., 1973).

Schonberger, R. J.: *World class manufacturing, the lessons of simplicity applied* (Nueva York, Free Press, 1986).

Singleton, W. T.: *Introduction to ergonomics* (Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972).

Skivington, J. J.: *Computerizing management systems: A practical guide for managers* (Londres, Chapman and Hall, 1990).

Starr, M. K.: *Production management: Systems and synthesis* (Englewood, Cliffs, Nueva Jersey, y Hemel Hempstead, Hertfordshire, Prentice-Hall, 2.ª ed., 1972).

Swedish Employers' Confederation: *Job reform in Sweden* (Estocolmo, 1975).

Titman, L. G.: *The effective office* (Londres, Cassell, 1990).

Thurman, J. E., y cols.: *Mayor productividad y un mejor lugar de trabajo: Guía para la acción* (Ginebra, OIT, 1988).

Uberto, F., y Cerato, L.: *Technologie e organizzazione: Sfide aperte* (Roma, ENFAPI, 1984).

Valota, A.: «L'interférence réciproque des machines», en *L'industrie textile* (París), julio de 1958, págs. 519-523.

Warner, M., y cols.: *New technology and manufacturing management, strategic choices for flexible production systems* (Nueva York, John Wiley, 1990).

Whitemore, D. A.: *Work study and related management services* (Londres, Heinemann, 3.ª ed., 1976).

B. Bibliografía complementaria en español

Adam, E. E., y Hershauer, J. C.: *Productividad y calidad: su medición como base del mejoramiento* (México, DF, Trillas, 1985).

Barnes, R. M.: *Estudio de movimientos y tiempos* (Madrid, Aguilar, 1966).

Biosca, D.: *Cómo aplicar con éxito en los «90» los círculos de calidad y volver más competente al personal* (Madrid, Ciencias de la dirección, 1993).

Blake, R. F., y Mouton, J. S.: *El aspecto humano de la productividad* (Bilbao, Deusto, 1986).

Burga, M. D.: *Estado del arte en medición de productividad* (Lima, 1991).

Cardiel Mateos, L.: *Tiempos y tareas — cómo medir, cómo calcular* (Madrid, Ortueta, 1966).

Castillo, J. J.: *Las nuevas formas de organización del trabajo: viejos retos de nuestro tiempo* (Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1988).

Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo: *Mejoramiento de la productividad en el sector público* (Caracas, junio de 1991).

Clark, T. S., y Corlett, E. N.: *La ergonomía de los lugares de trabajo y de las máquinas: manual de diseño* (Londres, Taylor y Francis, 1984).

Clerc, J. M.: *Introducción a las condiciones y medio ambiente de trabajo* (Ginebra, OIT, 1987).

Colombia, Dirección General del Empleo: *Manual de indicadores de productividad: pequeña y mediana empresa* (Bogotá, 1991).

Comisaría del Plan de Desarrollo Económico y Social: *Productividad — Anexo al plan de desarrollo económico y social, años 1964 a 1970* (Madrid, 1964).

Coriat, B.: *Pensar al revés. Trabajo y organización en la empresa japonesa* (Madrid, Siglo XXI, 1993).

———. *El taller y el cronómetro* (Madrid, siglo XXI, 1982).

———. *El taller y el robot* (Madrid, siglo XXI, 1993).

Corlett, E. N., y cols.: *La adaptación de los sistemas de trabajo por turnos* (Dublín, Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo, 1989).

España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: *El ruido en el lugar de trabajo* (Madrid, 1992).

———. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: *Condiciones de trabajo: La hora de Europa* (Madrid, Centro de Publicaciones, 1987).

Esteve Domingo, J. L.; Monteagudo Martínez, P., y Sáez Bel, M.: *Productividad* (Valencia, 1991).

Gane, C. P., y Woolfenden, P. J.: *Los algoritmos y el análisis de la operación especializada* (Montevideo, CINTERFOR, 1968).

Gertzberg, M.; Blosseville, J. J., y Knayer, M.: *Informe de las actividades en 1957 de la misión de productividad dirigido a los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua* (Ginebra, OIT, 1958).

Golov, A.: *Medición y planificación de la productividad del trabajo en la URSS y su metodología* (Ginebra, OIT, 1968).

Hansen, B. L., y Ghare, P. M.: *Control de calidad: teoría y aplicaciones* (Madrid, Díaz de Santos, 1990).

Harmon, R. L., y Peterson, L. D.: *Reinventar la fábrica: cómo introducir mejoras sensibles en la producción industrial* (Madrid, C.D.N., 1990).

Hermer, Ph.: *La gestión participativa* (Barcelona, Gestión 2000, 1992).

Hunter, D.: *Enfermedades laborales* (Barcelona, Ed. Jims, 1985).

Klein, A. W.: *La medición de la productividad y comparación entre empresas* (Caracas, Editorial Arte, 1965).

Lester, R. E., y cols.: *Control de calidad y beneficio empresarial* (Madrid, Díaz de Santos, 1980).

Llacuna Morera, J.: *La comunicación interpersonal en las relaciones laborales: La comunicación en la mejora de las condiciones de trabajo* (Santa Fe de Bogotá, Moreno Asociados, 1993).

Mateu, M.: *La nueva organización del trabajo: alternativas empresariales desde una óptica psicosociológica* (Barcelona, Hispano Europea, S.A., 1994).

McCormick, E. J.: *Ergonomía* (Barcelona, Gustavo Gili, 1989).

Nogareda, S., y cols.: *Ergonomía* (Barcelona, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1994).

Novick, M.: *Metodología y técnicas de investigación para el estudio de las condiciones de trabajo* (Buenos Aires, Centro de Estudios e Investigaciones Laborales, 1983).

Oborne, D. J.: *Ergonomía en acción: La adaptación del medio al trabajo del hombre* (México, DF, Trillas, 1987).

OIT: *Aumento de la productividad en las industrias manufactureras* (Ginebra, 1954).

———. *English-Spanish glossary of terms dealing with work study, based on the revised English and Spanish versions of introduction to work study* (Ginebra, 1973)

———. *Las horas que trabajamos: Nuevos horarios en la política y en la práctica,* Condiciones de Trabajo, vol. 5 (Madrid, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1993).

———. *La productividad y el empleo en el comercio y las oficinas* (Ginebra, 1994).

———. *Métodos para las estadísticas de la productividad del trabajo: Informe preparado para la séptima Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo* (Ginebra, 1951).

———. «Preparación, organización y ejecución de programas nacionales de productividad — conclusiones de una reunión técnica sobre problemas del aumento de la productividad en determinados países», en *Revista Internacional del Trabajo* (Ginebra, 1959).

Palacios, A. P.: *Análisis crítico de los sistemas para el estudio de tiempos y movimientos* (La Plata, Ciencias Administrativas, 1969).

Peiro, J. M.: *Psicología de las organizaciones* (Madrid, UNED, 1987).

Petit, F.: *Psicosociología de las organizaciones* (Barcelona, Herder, 1984).

Prokopenko, J.: *Gestión de la productividad: Manual práctico* (Ginebra, OIT, 1989).

Ramírez, C.: *Ergonomía y productividad* (México, DF, Limusa, 1991).

Rodríguez Porras, J. M.: *La participación y la calidad integral. Su concepto y aplicación a las empresas españolas* (Bilbao, Duesto, 1991).

Salter, W. E. G.: *Productividad y cambio técnico* (Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1986).

Senlle, A.: *Calidad y liderazgo* (Barcelona, Gestión 2000, 1992).

Siemens: *Datos y notas para el diseño de los sistemas de trabajo* (Erlangen, 1985).

Sivadon, P., y Fernández Zoila, A.: *Tiempo del hombre, tiempo de trabajo: una psicopatología de la eficacia* (Madrid, Pirámide, 1982).

Strauss, E.: *Metodología de evaluación de los recursos naturales* (Santiago de Chile, Naciones Unidas, 1969).

Tobelem, A.: *Medición de la productividad y formación de mano de obra* (Montevideo, CINTERFOR, 1980).

Trouve y cols.: *Nuevas tendencias en gestión de recursos humanos* (Bilbao, Deusto, 1990).

Vroom, V. H.: *El nuevo liderazgo* (Madrid, Díaz de Santos, 1990).

Wormarck, J. P.; Jones, D. T., y Roos, D.: *La máquina que cambió el mundo* (Madrid, McGraw-Hill, 1992).

Indice alfabético

Los números se refieren a las páginas.

A

Accidentes de trabajo 37-38, 40-43
Análisis de Pareto
    control de calidad 200
    control de las existencias 237
    planificación 223
Autorregistro 345

C

Calor 56-57
Carga de trabajo *ver* Factor carga
Catálogos elementales de tiempo 419-439
Ciclo de trabajo 297
Ciclograma 158
Círculos de calidad 204
Clasificación de movimientos 145
Condiciones de trabajo 35-74
Contenido de trabajo 335
Control de calidad 199-205
Control de instalaciones y máquinas 349-352
Control de las existencias 237-244
Cronociclograma 158
Cronometraje
    acumulativo 285
    con vuelta a cero 302
    por diferencia 303
    tablero 275-278
Cronómetro 273-275
Curva de aprendizaje 168-169

D

Datos tipo 415-435
Definiciones Apéndice 1
Desempeño tipo 309-312
Diagrama
de hilos 111-117
de recorrido 99-110
Diseño del producto 191-196
Disposición de la oficina 184-187
Disposición del espacio 207-212

E

Economía de movimientos 142-145
Elementos
casuales 297
constantes 297, 324-328
dominantes 298
extraños 298
manuales 298
mecánicos 298
repetitivos 297
variables 298, 328-330
Enfermedades relacionadas con el trabajo 39
Equipo de protección 63
Ergonomía 63-67
Escalas de valoración 317
Especificación del trabajo 438-440
Estudio
de micromovimientos 157-158
del trabajo, enfoque 17-23
Existencias 237-244

F

Factor carga 362
Factor humano 25-34
Formulario de estudio de tiempos 281-285, 370-375
Fotografía de movimientos *ver* Memofotografía
Frío 58

G

Gráficos
cursograma analítico 91-96, 118-122
cursograma sinóptico del proceso 84-91
de trayectoria 132-139
diagrama
bimanual 152-157
de actividades múltiples 122-132
de procedimiento 175-176
en X 181
Gantt 228-231

H

Hoja
de análisis de los estudios 280, 334, 380-381
de análisis de los movimientos 113
de resumen del estudio 280, 330, 378-379
de trabajo 280, 376-377
siguiente 280-281, 372-375
Hoja de instrucciones 163-165
Hora de máquina 11
Hora de trabajo 11
Horarios de trabajo 68-72
Humedad 58-59

I

Iluminación 46-51
Indice
de eficiencia de la máquina 351
de utilización de la máquina 351
de utilización efectiva 351
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo Prefacio
Interferencia de las máquinas 362-363

J

Justo a tiempo 241-243

M

Manipulación 213-217
Mantenimiento 245-248
Medición del trabajo
    definición 251
    muestreo 257-272
    objeto 251
    procedimiento básico 255
    técnicas 255
    usos 254
Medio ambiente de trabajo 35-74
Memofotografía 157
Método
    de observaciones aleatorias *ver* Medición del trabajo, muestreo
    del camino crítico 231-234
    del interrogatorio 96-110
Micromovimientos 157-158
MTM 387-418
MTM-1 408-416
MTM-2 394-401

N

Normas de tiempo predeterminadas 387-418

O

Oficinas
    control de calidad 187
    disposición 184-187
    estudio de métodos 171-187
    medición del trabajo 344

P

Planificación y control de producción 227-235
Preguntas
    de fondo 98-99
    preliminares 97-98
Prevención de accidentes 40-43
Productividad 3-16

R

Remuneración por rendimiento 443-444
Riesgos principales de accidentes 41-43
Ritmo tipo 309-312
Ruido 51-56

S

Seguridad e higiene 36-43
Suplementos
- especiales 342-343
- por contingencias 340
- por descanso 338-340, 356-358, 382-385, apéndice 3
- por fatiga básica 339
- por herramientas 342
- por necesidades personales 339
- por razones de política de la empresa 341
- por tiempo no ocupado 360-361

Sustancias tóxicas 62-63

T

Tiempo
- básico 323-324
- de máquina
  - accesorio 350
  - máximo 350
  - utilizable 350
- de marcha 350
- de marcha de norma 350
- inactivo 350
- muerto 350
- no ocupado 354
- para punteo 302
- seleccionado 324-330
- suplemento por interferencia 363-365
- tipo 343-345, 359

Trabajador
- calificado 306-307
- promedio 307-309

Trabajo
con múltiples máquinas 361
obrero y máquina 354-355
restringido 352-353

U

Utilización de materiales 196-197

V

Valoración del ritmo 305-320
Ventilación 60-61

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO

Este libro de indiscutible éxito, que expone las técnicas fundamentales del estudio del trabajo aplicadas hoy en día en muchos lugares del mundo, está reconocido como una de las mejores introducciones en esa materia. No obstante, durante los quince años transcurridos desde la publicación de la tercera edición (revisada), han tenido lugar numerosos cambios. La tecnología ha ocasionado profundas modificaciones en los métodos de funcionamiento, ya sea en las fábricas o en las oficinas. Las innovaciones en la gestión de la producción han originado toda una serie de nuevos y promisorios enfoques. Ha habido un crecimiento sostenido en los sectores de servicios, en su mayor parte a expensas de los sectores industrial y agrícola. De modo simultáneo, en una multitud de empresas se han introducido nuevos y diferentes horarios de trabajo.

Teniendo en cuenta estos cambios, se ha preparado la presente edición. Si bien se mantiene la finalidad primordial del libro — ser un manual de formación para el estudio de métodos y la medición del trabajo —, se ha modificado la concepción general de la obra, con el propósito de incluir las industrias procesadoras, los sectores de servicios y el trabajo de oficina. Asimismo, se hace referencia al uso de sistemas informáticos para resolver problemas de estudio. Se añadieron seis nuevos capítulos, que tratan de los enfoques de la gestión de la producción y su relación con el estudio del trabajo, y un nuevo capítulo sobre el estudio de métodos en oficinas. Se revisaron tanto la parte correspondiente a la medición del trabajo, de tal manera que abarcara la gama de nuevas técnicas, como los capítulos de condiciones de trabajo y nuevas formas de organización del trabajo, de acuerdo con las actuales orientaciones en esas áreas. La edición se completó con nuevos y numerosos ejemplos e ilustraciones, para facilitar el estudio del trabajo.

ISBN 92-2-307108-9



Precio: 40 francos suizos