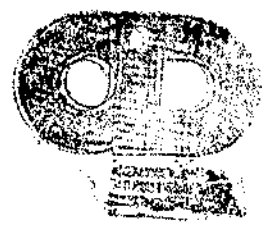


658.565
F 297

Control Total de la Calidad

23 OCT. 1992

A. V. Feigenbaum
President, General Systems Company, Inc.
Pittsfield, Massachusetts



COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V.
MEXICO

1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
3
4
5
7
10
11
14
15
17
20
21
24
25
27

127698

Título original de la obra:
TOTAL QUALITY CONTROL

Publicada por:
MCGRAW HILL BOOK COMPANY, INC.
© McGraw Hill, Inc.

Traducida por:
MA. ASCENSION GPE. DE LA CAMPA PEREZ SEVILLA
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Derechos reservados en español

© 1986, por COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V.
Renacimiento Núm. 180, Col. San Juan Tlihuaca, Delegación Azcapotzalco,
Código Postal 02400, México, D.F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial
Registro Núm. 43

ISBN 968-26-0630-6
ISBN 0-07-020353-9 (de la edición original)

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del texto de la presente obra bajo cualquiera de sus formas, electrónica o mecánica, sin el consentimiento previo y por escrito del editor.

Primera edición, 1986
Novena reimpresión
Febrero de 1992.

Impreso en México
Printed in Mexico

CONTENIDO

prefacio 23

PARTE UNO

	Administración de la Calidad en los Negocios	31
1	La calidad de los productos y servicios y el control total de calidad	33
1.1	¿Cuál es el nuevo impacto de la calidad?	34
1.2	¿Qué es control total de la calidad y cuál su propósito?	35
1.3	El significado de "calidad"	37
1.4	El significado de "calidad"—Orientación a la satisfacción del cliente	38
1.5	El significado de "control" en la industria	39
1.6	¿Cuál es el panorama para el control total de la calidad?	40
1.7	Impacto en la organización del control total de la calidad—La gerencia de calidad total	43
1.8	Ingeniería de sistemas y administración—Las bases para el control total de la calidad	44
1.9	La evolución del control total de calidad	45
1.10	Calidad—Estrategia administrativa en los negocios	47
1.11	El lugar del control total de la calidad en el concepto moderno de la administración de los negocios: Utilidades y flujo de efectivo positivo	50
1.12	El lugar del control total de calidad en el concepto moderno de la administración de los negocios: Algunos ejemplos	51
1.13	El lugar del control total de calidad en el concepto moderno de la administración de los negocios: El rango y tiempo de los resultados y beneficios	54
1.14	Lugar del control total de calidad en el concepto moderno de la administración de los negocios: Retorno sobre inversión	54

1.15	Calidad: Responsabilidad hacia la sociedad	55
1.16	El reto de calidad que enfrenta la industria	55
2	El comprador, el productor y las nuevas demandas de calidad en el mercado	57
2.1	El comprador: Un perfil	57
2.2	El comprador: Un perfil (continúa)	58
2.3	El comprador: Consumismo	60
2.4	El comprador y las industrias de servicio	60
2.5	El productor: Un perfil	62
2.6	Demandas legales de producto y servicio y el productor	64
2.7	La garantía y el productor	67
2.8	Retracción del producto y el productor	67
2.9	El mercado: Un panorama	68
2.10	El mercado: Un ejemplo	69
2.11	El mercado: Oportunidad a partir de la calidad	71
3	Productividad, tecnología y la internacionalización de la calidad	73
3.1	El trabajador: Un perfil	73
3.2	Calidad total y productividad total	74
3.3	Calidad total y productividad total: Un ejemplo	75
3.4	Calidad total y el desarrollo del producto	77
3.5	Calidad, mecanización y automatización	78
3.6	Procesamiento de la información de calidad, tecnología computarizada y control de calidad de software	80
3.7	Calidad total, estándares y especificaciones	81
3.8	Calidad total y seguridad	82
3.9	Calidad total y la factibilidad de prevenir pérdidas	83
3.10	Calidad total e internacionalismo	85
3.11	Calidad total e internacionalismo: El papel del gobierno	86
4	¿Cuáles son los factores que controlan la calidad y cuáles son las tareas del control de calidad?	89
4.1	Las nueve eMes: Factores fundamentales que afectan la calidad	90
4.2	¿Qué tan complicados son los problemas de calidad modernos?	92
4.3	¿Dónde se usa el control de calidad?	95
4.4	¿Cuáles son las tareas del control de la calidad?	95
4.5	¿Qué es control de nuevo diseño?	96
4.6	¿Qué es control de materiales adquiridos?	98
4.7	¿Qué es control del producto?	98
4.8	¿Qué son los estudios de procesos especiales?	99
4.9	¿Un programa de control de calidad contiene siempre estas cuatro tareas?	99
4.10	¿Qué parte juega la estadística en la tarea de control de calidad?	101

55	4.11	¿Qué parte juegan otras metodologías en la tarea de control de calidad?	102
55	4.12	¿Se aplican estas tareas por igual a lotes de trabajo que a la producción de gran volumen?	103
57	4.13	¿Cómo se llevan a cabo las tareas de control de calidad?	104
57			
58	PARTE DOS	El Sistema de Calidad Total	107
60			
60	5	El enfoque de sistemas a la calidad	109
62			
64	5.1	¿Cuáles son los requisitos para los sistemas actuales?	109
67	5.2	Definición del sistema de calidad total	110
67	5.3	El sistema de calidad total y la tecnología de ingeniería del control de calidad	111
68			
69	5.4	La ingeniería de sistemas y el enfoque administrativo de sistemas	113
71			
73	5.5	El panorama organizacional del sistema de calidad total y el papel de la gerencia general	114
	5.6	La ingeniería de sistemas y las actividades de administración de sistemas para el control de calidad	116
73	5.7	Características del sistema de calidad total	117
74	5.8	El significado del sistema de calidad total	118
75	5.9	¿Por qué es necesario un sistema de calidad total?—Un ejemplo	119
77			
78	5.10	¿Por qué es necesario un sistema de calidad total?—Un ejemplo (continúa)	121
80			
81			
82	6	Establecimiento del sistema de calidad	125
83			
85	6.1	Controlando la actividad del sistema de calidad	125
86	6.2	Principios del sistema de calidad total	127
	6.3	Actividades sistémicas principales para el control total de la calidad	128
	6.4	Valuación de la calidad antes de la producción	130
89	6.5	Planeación de la calidad del producto y proceso	130
	6.6	Planeación, valuación y control de la calidad de materiales comprados	130
90	6.7	Valuación y control de la calidad del producto y proceso	131
	6.8	Retroalimentación informativa de la calidad	133
92	6.9	Equipo de información de calidad	134
95	6.10	Desarrollo laboral, orientación y entrenamiento de calidad	134
95	6.11	Servicio de la calidad después de la producción	135
96	6.12	Administración de las actividades de calidad	136
98	6.13	Estudios de calidad especial	136
98	6.14	Áreas principales de medición de sistemas	137
99	6.15	Actividades sistémicas principales para el control de calidad—Un ejemplo	138
99	6.16	El manual de los sistemas de calidad	139
	6.17	Administración de los sistemas de calidad	140
01	6.18	Reconocimiento de un sistema de calidad efectivo: Resumen	141

7	Costos de calidad—Fundamentos de la economía de los sistemas de calidad	143
7.1	¿Cuál es el panorama de los costos de calidad?	144
7.2	¿Qué son los costos de calidad operantes?	144
7.3	¿Cómo se reducen los costos de calidad con el control total de la calidad?	146
7.4	Establecimiento del costo de calidad	148
7.5	Identificando los puntos de costo de calidad	148
7.6	Recopilando y reportando información sobre el costo de la calidad	153
7.7	Análisis de los costos de calidad	156
7.8	Selección de las bases de medición para los costos de calidad operantes	158
7.9	Establecimiento de las metas de costos de calidad	163
7.10	Aplicación de los costos de calidad	164
7.11	Retorno sobre inversión y costos de calidad	168
7.12	Otras categorías de costos de calidad en la economía de los sistemas de calidad	169
7.13	Costos indirectos de calidad y costos de certificación de calidad	169
7.14	Costos de calidad intangibles y costos de “exposición a demandas legales”	170
7.15	Costos del equipo de calidad	171
7.16	Costos de calidad orientados al ciclo de vida y uso	172
7.17	Costos de calidad orientados al ciclo de vida y uso—Estructurando los costos	173
7.18	Costos de calidad orientados al ciclo de vida y uso—Entrada de costos y bases de medición	174
7.19	Otras medidas para la toma de decisiones en el control de calidad	175
7.20	Costos de calidad y crecimiento económico: Resumen	179
	PARTE TRES Estrategias Administrativas para la Calidad	181
8	Organizando para la calidad	183
8.1	¿Cuáles son los requisitos de hoy para la organización de la calidad?	183
8.2	Definición del impacto en la organización del control total de la calidad	184
8.3	La tarea de la organización de calidad	186
8.4	¿Cuál ha sido la organización formal para la calidad en el pasado	187
8.5	¿Cuál ha sido la importancia de las responsabilidades de calidad en estas organizaciones?	189
8.6	¿Qué punto ha surgido de esta distribución de responsabilidades?	190
8.7	¿Cuál es el proceso de “control”?	191
8.8	Principios de organización	192

as	143	8.9	El primer principio: Responsabilidades y autoridades principales en la organización	192
	144	8.10	El segundo principio: Responsabilidad y autoridades principales del control de calidad	193
ol	144	8.11	Estructurando la organización de la calidad total—Responsabilidades de la gerencia general	194
	146	8.12	Las tres subfunciones del control de calidad	196
	148	8.13	Organizando la función de control de calidad en una compañía	200
le	148	8.14	Preguntas básicas para la estructura organizacional	201
	153	8.15	¿Debe la función de control de calidad estar centralizada o descentralizada?	208
	156	8.16	¿Cómo deben estructurarse los componentes del control de calidad?	214
t-	158	8.17	¿Debe la función de control de calidad en sí estar centralizada o descentralizada? —Aseguramiento de calidad y control de calidad	221
	163	8.18	Ubicación de la función	223
e	164	8.19	Organizando para confiabilidad y otros parámetros de calidad del producto	225
e	168	8.20	¿Cuáles son algunos problemas para la organización del control de calidad?	226
	169	8.21	¿Cuál es un amplio aspecto de la ciencia del comportamiento de la organización de control de calidad?	227
	169	8.22	¿Cuál es el tamaño del componente de control de calidad?	228
a	170	8.23	Los requisitos especiales de calidad impuestos por el internacionalismo	228
	171	8.24	Organizando para el control de calidad internacional	229
	172			
	173			
	174			
	175	9	Logro de una responsabilidad total en la calidad	233
	179	9.1	El panorama de la responsabilidad de la calidad	233
		9.2	El papel de la educación sobre la calidad	234
	181	9.3	La educación sobre la calidad como un proceso	235
	183	9.4	Análisis de procesos existentes sobre educación para la calidad	236
	183	9.5	Uso de las respuestas a las preguntas	237
		9.6	La conciencia para la calidad	238
	183	9.7	Enfoques participativos a la responsabilidad sobre la calidad	240
	184	9.8	Enfoques participativos a la responsabilidad de calidad —Círculos de calidad, calidad de la vida de trabajo (CVT), y otros enfoques principales	243
	186	9.9	Adiestramiento formal sobre control de calidad	248
	187	9.10	El rango cubierto por los programas de entrenamiento del control de calidad	249
	189	9.11	Recursos alternativos para los programas de entrenamiento del control-de-calidad	250
	190	9.12	Responsabilidad por el entrenamiento de control de calidad	251
	191	9.13	Motivación para el desarrollo del control total de la calidad y de los sistemas de calidad total	252
	192			

9.14	Secuencia para la obtención de un compromiso hacia el programa de control total de la calidad	253
9.15	Pasos para el logro de un compromiso generalizado para el control de calidad	254
9.16	La actitud de los proponentes de calidad mismos	256
9.17	Introducción del control de calidad en una empresa con varias plantas	257
9.18	Comunicar el compromiso de calidad a los vendedores	258
9.19	Comunicar el compromiso de calidad a los clientes	260
9.20	Comunicar el control de calidad exactamente	261
9.21	Compromiso con la calidad: Crecimiento de la profesión de control de calidad	262
9.22	Compromiso con la calidad: Crecimiento mundial del campo de la calidad	263

PARTE CUATRO Tecnología de Ingeniería de la Calidad 265

10	Tecnología de ingeniería de la calidad	267
10.1	El triángulo tecnológico	268
10.2	Tecnología de la ingeniería para la calidad	268
10.3	Las técnicas de la ingeniería de calidad	270
10.4	Objetivos de calidad y políticas de calidad	271
10.5	Enfoques al análisis	273
10.6	Técnicas analíticas de la ingeniería de calidad	276
10.7	Delineación de los requisitos de calidad	276
10.8	Experimentos diseñados	277
10.9	Análisis de la confiabilidad del producto y ciclo de vida	277
10.10	Análisis de los efectos ambientales y de uso último	278
10.11	Análisis de seguridad	278
10.12	Revisión de diseños	279
10.13	Evaluación de los efectos de nuevos métodos, nuevos procesos y nuevos materiales	280
10.14	Ajuste del producto y proceso por compatibilidad	281
10.15	Evaluación de las capacidades del vendedor	281
10.16	Optimización del costo de calidad	282
10.17	Enfoques a la planeación	282
10.18	Técnicas de la planeación de la ingeniería para la calidad	286
10.19	Clasificación de características	286
10.20	Muestreo de aceptación	288
10.21	Determinación de las medidas de calidad que deben hacerse	288
10.22	Determinación de requisitos del equipo para medir calidad	290
10.23	Documentación para la planeación de la calidad	290
10.24	Explicar los requisitos de calidad a los vendedores	292
10.25	Servicio a vendedores	292
10.26	Planes de certificación de material	292
10.27	Retroalimentación informativa de calidad	293
10.28	Control de pérdidas por responsabilidad legal	296

253	10.29	Procesamiento de datos y el uso de computadoras	296
	10.30	Control software	300
254	10.31	Comunicación con otras funciones	301
256	10.32	Retroalimentación de información desde el campo	302
	10.33	Acción correctiva	302
257	10.34	Planeación de auditoría —Productos, procedimiento y sistema	304
258	10.35	Control de calidad en el campo	304
260	10.36	Actitud del cliente	305
261	10.37	Promoción de la calidad para el cliente	306
262	10.38	Control de configuración, cambios en el diseño, seguimiento	307
263	11	Tecnología de la ingeniería para el control del proceso	309
	11.1	Tecnología de la ingeniería en el control de procesos	310
265	11.2	Técnicas analíticas en la ingeniería del control de procesos	311
	11.3	Análisis de la capacidad de máquinas y procesos	312
267	11.4	Análisis de la capacidad y de la reproducibilidad del equipo medidor de la calidad	313
	11.5	Análisis de resultados en pruebas piloto	314
268	11.6	Pruebas de material adquirido, inspección y análisis de laboratorio	315
268			
270	11.7	Inspección para asegurarse de la calidad	315
271	11.8	Pruebas en el producto	316
273	11.9	Análisis de las variaciones del proceso	316
276	11.10	Análisis de datos de pruebas	317
276	11.11	Análisis de las quejas del campo	317
277	11.12	Técnicas de ingeniería de control del proceso usadas en el control del proceso	318
277			
278	11.13	Promedio de vendedores y promedio de desempeño de vendedores	318
278			
279	11.14	“Tabla o cuadro estructural” de control	319
	11.15	Gráficas de control	319
280	11.16	Muestreo del trabajo	320
281	11.17	Técnicas de ingeniería de procesos para implementar el plan de calidad	321
281			
282	11.18	Uso de manuales e instrucciones permanentes	321
282	11.19	Interpretación de dibujo especificaciones y planeación de calidad	322
286			
286	11.20	Plan temporal de la calidad	322
288	11.21	Inspección de la primera pieza	323
	11.22	Disposición de material discrepante o no ajustado	323
288	11.23	Técnicas de ingeniería de procesos—Auditoría de calidad	324
290	11.24	Auditorías de producto	325
290	11.25	Auditoría de procedimientos	326
292	11.26	Auditorías del sistema de calidad	329
292	11.27	Otras áreas de auditoría de calidad	330
292	11.28	Uso de la tecnología por el componente de la ingeniería de control de procesos	331
293			
296	11.29	Puntos de revisión claves para el control del proceso	332

12	Tecnología de ingeniería del equipo de información de calidad	333
12.1	La tarea del equipo moderno	334
12.2	Ingeniería del equipo de información de la calidad	335
12.3	La relación entre la ingeniería del equipo de información de calidad, ingeniería de calidad e ingeniería de control del proceso	337
12.4	La relación entre la ingeniería del equipo de información de la calidad, ingeniería de calidad e ingeniería de control del proceso—Algunos ejemplos	338
12.5	Algunas formas de equipo de información de calidad	339
12.6	Áreas de desarrollo avanzado	341
12.7	Concepto funcional del sistema de información de la calidad	346
12.8	Grado de mecanización en el control de los procesos	348
12.9	Calidad con ayuda de la computadora	349
12.10	Puntos del proceso en que se aplica el equipo de información de calidad	352
12.11	Medición y control antes del proceso	352
12.12	Mediciones y control durante el proceso	354
12.13	Técnicas del postproceso de control	355
12.14	Control después del proceso—Requisitos principales del equipo de información de la calidad	357
12.15	Combinación de las técnicas de control y mediciones del proceso	358
12.16	Control del proceso integrado	359
12.17	Registro de información, análisis y retroalimentación	360
12.18	Evaluación y análisis de la operación de medición	361
12.19	Especificaciones del equipo	364
12.20	Construcción del equipo	369
12.21	Hacer funcionar	370
12.22	Resumen del equipo de información de la calidad—Factor básico en la productividad, mecanización y electrónica	372

PARTE CINCO Tecnología Estadística de la Calidad 377

13 Distribuciones de frecuencias 379

13.1	La naturaleza universal de las variaciones en la manufactura	381
13.2	Registro de las variaciones en las partes	382
13.3	Definición de las distribuciones de frecuencias	383
13.4	Un ejemplo de la distribución de frecuencias	383
13.5	Uso analítico de esta distribución de frecuencias	385
13.6	La distribución de frecuencias como forma de pensar	386
13.7	Forma general de distribuciones de frecuencias en la industria	388

lad	333	13.8	Probabilidad	390
		13.9	Medidas algebraicas de las distribuciones de frecuencias	390
	334	13.10	Medidas de tendencia central	391
	335	13.11	La desviación estándar	393
ión		13.12	La amplitud o rango	397
rol		13.13	Comparación entre la desviación estándar y la amplitud	397
	337	13.14	La curva normal	398
ón		13.15	Ejemplo de análisis algebraico de las distribuciones de frecuencias	400
de		13.16	Análisis algebraico de la distribución de frecuencias	402
	338	13.17	Otra forma de cálculo en la distribución de las láminas de acero	403
I	339	13.18	El tamaño de muestra y la distribución de frecuencias	404
	341	13.19	¿Qué tamaño de muestra debe tomarse para los cálculos de la distribución de frecuencias?	408
ca-	346	13.20	Formas de las distribuciones de frecuencias industriales	409
	348	13.21	Asimetría	409
	349	13.22	Formas en J y Bimodales	410
or-	352	13.23	Curvas de una inspección 100%	411
	352	13.24	Las distribuciones de frecuencias y la "normalidad"	412
	354	13.25	Análisis de distribuciones de frecuencias de distribuciones no-normales	413
	355	13.26	El valor predictivo de la distribución de frecuencias	415
el	357	13.27	Algunas guías para el empleo de la distribución de frecuencias	416
el	358	13.28	La distribución de frecuencias y las tareas del control de calidad	418
	359	13.29	Estudio de equipos reguladores que no satisfacían las condiciones en la planta del consumidor	419
	360	13.30	Previsión de la calidad en la recepción de un lote de cojinetes de bronce	422
	361	13.31	Desempeño de un producto nuevo	423
	364	13.32	Establecimiento de tolerancia de taller para una operación de perforado	424
	369			
	370			
	372			
	377	14	Gráficas de control	429
	379	14.1	El enfoque de las gráficas de control	429
		14.2	Definición de las gráficas de control	431
		14.3	¿Qué variación es aceptable?	431
		14.4	Usos de las gráficas de control	432
	381	14.5	Tipos de gráficas de control	434
	382	14.6	Forma de la gráfica	436
	383	14.7	Límites en las gráficas de control por variables	440
	383	14.8	Cómputo de los límites de control	445
	385	14.9	Cálculo de los límites de control	445
	386	14.10	Gráficas de control por variables: Diferencias en detalle	451
	388	14.11	Límites de control económicamente satisfactorios: Relación del rango y de la desviación estándar	455

14.12	Relación entre los límites de control modificados y las especificaciones—Uso de herramientas y control de tendencia	458
14.13	Cálculo de los límites de control en base a límites de especificaciones—Gráficas de capacidad del proceso, gráficas de control de aceptación	459
14.14	Otras formas de control de variables: Gráficas de lecturas individuales; gráficas cusum	463
14.15	Resumen de las gráficas de control por variables	466
14.16	Límites de control para porcentaje y fracción	469
14.17	Dos tipos de gráficas de control en porcentaje	472
14.18	Forma de gráficas de porcentaje defectivo en una inspección 100%	473
14.19	Establecimiento de una gráfica de control en una inspección 100%	474
14.20	Gráficas de control por número de unidades defectuosas o malconformadas	481
14.21	Gráficas de control por número de defectos o malconformados	482
14.22	Variaciones de las gráficas de control con datos pasa-no-pasa	484
14.23	Clasificaciones críticas, mayores, menores e incidentales; deméritos por unidad: Índice de calidad	486
14.24	Algunos aspectos prácticos de las gráficas de control	489
14.25	Resumen de las fórmulas para el cálculo de límites de control pasa-no-pasa	490
14.26	Aplicaciones prácticas de las gráficas de control	491
14.27	Gráficas en porcentaje defectivo para un equipo de medición	491
14.28	Gráfica por variables para controlar la calidad de tornillos buje	492
14.29	Gráficas por variables para control del material recibido	494
14.30	Hoja numérica de control de producción en una máquina automática	496
14.31	Gráfica de control por variables para estudiar el desgaste de la herramienta	499
15	Tablas de muestreo	501
15.1	Muestreo de aceptación	502
15.2	¿Por qué el muestreo para aceptación?	503
15.3	Antiguas formas de muestreo para aceptación	504
15.4	Ejemplo de un procedimiento de muestreo arbitrario	505
15.5	Características de las tablas de muestreo estadístico	508
15.6	Definición de una tabla de muestreo estadístico	512
15.7	Tipos de tablas estadísticas de muestreo	513
15.8	Protección por calidad del lote	515
15.9	Protección por el promedio de la calidad final	516
15.10	Muestreo sencillo, doble y múltiple	518
15.11	Tablas y planes de muestreo publicadas	520

las	15.12	Inspección normal, reducida y severa	529
ten-	15.13	Modelo de plan de aceptación: Por atributos	530
458	15.14	Inspección severa de muestreo	534
de	15.15	Plan de muestreo reducido	534
so,	15.16	Un plan de muestreo sensible al lote	538
459	15.17	¿Cuándo puede hacerse el muestreo?	540
tu-	15.18	Empleo antieconómico de los planes de muestreo	543
463	15.19	Muestreo de varias características	544
466	15.20	Muestreo por variables	546
469	15.21	Plan de aceptación: Variables	547
472	15.22	Planes de muestreo basados en la computadora	552
ns-	15.23	Plan de aceptación: ANSI/ASQC Z1.9, muestreos de variables simétricos a MIL-STD-105D	554
473	15.24	El enfoque del muestreo para control-del-proceso	554
ec-	15.25	Tipos de las tablas de muestreo para control-del-proceso	556
474	15.26	Tabla para control-del-proceso utilizable cuando la producción se puede separar	558
sas	15.27	Tabla para control-del-proceso empleada cuando la producción se puede separar: Ejemplo	560
481	15.28	Pasos que se deben seguir para la aplicación de esta tabla para control-del-proceso	561
on-	15.29	Control del proceso cuando la producción no se separa fácilmente	564
482	15.30	Relación entre muestreo para control-del-proceso y muestreo para aceptación	565
no	15.31	Algunos aspectos prácticos de las tablas de muestreo	567
484	15.32	Aplicaciones prácticas de las tablas de muestreo	569
ales;	15.33	Mejorar la efectividad de la inspección del material adquirido y de la fuerza de pruebas	570
486	15.34	Localización de vendedores poco satisfactorios de piezas de fundición	572
489	15.35	Reducción de rechazos por medio de un control del proceso	573
de			
490			
491			
ie-			
491			
or-			
492			
lo			
494			
á-			
496			
te			
499			
501			
502			
503			
504			
505			
508			
512			
513			
515			
516			
518			
520			
	16	Métodos especiales	579
	16.1	Necesidades que se satisfacen con los métodos especiales	579
	16.2	Naturaleza general de los métodos especiales	581
	16.3	Representación gráfica de los datos de una distribución de frecuencias	581
	16.4	Graficado en hojas con escalas de probabilidades	583
	16.5	Ejemplo ilustrativo de una gráfica de probabilidades	587
	16.6	Correlación gráfica de 2 variables	590
	16.7	Métodos especiales analíticos	592
	16.8	Análisis estadístico de las tolerancias	592
	16.9	Pruebas de significancia	595
	16.10	Diseño de experimentos	596
	16.11	Correlación matemática	599
	16.12	Análisis secuencial	599
	16.13	Aplicaciones prácticas de los métodos especiales	600

16.14	Análisis de un lote de calidad dudosa: Correlación gráfica	600
16.15	Estudio de la proposición para un cambio de métodos: Pruebas de significancia y empleo de hojas de probabilidades	601
16.16	Examen de la compensación de temperatura: Cuadrado Grecolatino	604
17	Confiabilidad del producto	607
17.1	Creciente énfasis en la confiabilidad del producto	607
17.2	La evolución de la confiabilidad formal del producto	608
17.3	Requisitos del cliente, confiabilidad y costos	609
17.4	¿Qué es la confiabilidad de un producto?	611
17.5	Medición de la confiabilidad	613
17.6	Medición de la confiabilidad: Algunos ejemplos	613
17.7	Otros patrones de confiabilidad; disponibilidad	619
17.8	Confiabilidad de software	623
17.9	Actividades de la confiabilidad	625
17.10	Establecimiento de requisitos de confiabilidad del producto	625
17.11	Desarrollo del programa de confiabilidad para satisfacer los requisitos, incluyendo el diseño del producto, proceso de manufactura y transportación	627
17.12	Margen en el diseño	628
17.13	Disminución de las condiciones de empleo (derating)	630
17.14	Redundancia	630
17.15	Proceso de manufactura: Una parte integral del programa de confiabilidad	631
17.16	Planificación del empaque y la transportación: Una parte esencial del programa de confiabilidad	632
17.17	Modo de fallo, efecto y análisis de criticalidad	632
17.18	Física de la investigación de fallas	632
17.19	Mantenimiento; diseño de ingeniería humana	633
17.20	Evaluación de los planes de confiabilidad por medio de pruebas	633
17.21	Crecimiento de confiabilidad	636
17.22	Continuación del control de confiabilidad	636
17.23	Continuación del análisis de confiabilidad	638
17.24	El control total de la calidad y su proceso de confiabilidad	641
17.25	Control de nuevos diseños	642
17.26	Control de material adquirido	642
17.27	Control de producto	642
λ 17.28	Resumen de la Parte cinco	643
17.29	Glosario de símbolos y términos importantes empleados en la Parte cinco	643
17.30	Fórmulas importantes empleadas en la Parte cinco	645

ñica	600	PARTE SEIS	Aplicaciones del Control Total de la Calidad en la Compañía	651
os:				
ili-				
	601	18	Control de nuevo diseño	653
ido				
	604	18.1	La importancia del control de nuevos diseños	655
		18.2	Necesidad de un nuevo control de proyectos	655
	607	18.3	La necesidad del control de nuevos diseños—Influencia durante la planificación del producto	656
	607	18.4	El panorama del control de nuevo diseño	657
o	608	18.5	Definición del control-del-nuevo-diseño	658
	609	18.6	Aplicación del control de nuevos diseños	660
	611	18.7	Organización para el control-del-nuevo-diseño	662
	613	18.8	Modelo de rutina del control-del-nuevo-diseño	663
	613	18.9	Patrón para la rutina del control de nuevos diseños—Las actividades fundamentales	665
	619			
	623	18.10	Modelo de rutina en el control-del-nuevo-diseño	666
	625	18.11	Operación de esta rutina de control de nuevo diseño—Diseño preliminar	670
o-	625	18.12	Operación de esta rutina de control de nuevos diseños—Pruebas y confiabilidad	672
er		18.13	Operación de esta rutina de control de nuevos diseños—Diseño intermedio	673
ce-	627	18.14	Operación de esta rutina de control de nuevos diseños—Diseño final y calificación del producto	675
	628	18.15	Participación técnica de la función del control de calidad en el control de nuevos diseños	683
	630	18.16	Técnicas empleadas en el control del-nuevo-diseño	683
a-	630	18.17	Análisis de tolerancias	691
ir-	631	18.18	Proyecto de inspección	693
	632	18.19	Análisis estadístico de las herramientas adquiridas especialmente para un producto nuevo	693
	632	18.20	Modo de fallo, efecto y análisis de criticalidad	696
de	633	18.21	Estudios de seguridad	697
	633	18.22	Aspectos prácticos del control-del-nuevo-diseño	699
	636	18.23	Fabricación piloto para determinar las especificaciones de resortes	703
	636	18.24	Ejemplo de trabajo del equipo calidad/diseño	705
ad	638	18.25	Probando nuevos productos	706
	641	18.26	Pruebas de confiabilidad	707
	642	18.27	Programa completo de control-del-nuevo-diseño en un nuevo interruptor electromecánico	711
	642			
	643			
los		19	Control del material adquirido	717
	643	19.1	Necesidad del control para el material-adquirido	718
	645	19.2	Definición del control del material-adquirido	721
		19.3	Principios de las relaciones vendedor-comprador en calidad	722
		19.4	Organización para el control del material-adquirido	724
		19.5	Modelo de la rutina para el control-del-material-adquirido	726

19.6	Ejemplo del procedimiento del control-de-material-adquirido	728
19.7	Ejemplo de una rutina de control de materiales adquiridos (Cont.)—Análisis de compras	730
19.8	Un ejemplo de la rutina de control de materiales adquiridos (Cont.)—Elección de vendedores y colocación de órdenes	737
19.9	Ejemplo de rutina de control de material adquirido (Cont.)—Recibo de materiales, examen del material	740
19.10	Ejemplo de la rutina de control de material adquirido (Cont.)—Disposición del material	745
19.11	Un ejemplo de la rutina de control de material adquirido (Cont.)—Formación de registros y revisiones posteriores; Relaciones con los vendedores y vigilancia a los vendedores	746
19.12	Técnicas usadas en el control del material-adquirido	752
19.13	Relaciones con el vendedor	755
19.14	Registro de datos y procesamiento de la información del vendedor	756
19.15	Evaluación de vendedores	759
19.16	Control de calibradores de inspección de recibo	764
19.17	Estudio de rechazos en una remesa de cajas de plástico	765
19.18	Control integrado comprador-vendedor de tratamientos de pintura	766
19.19	Control de unos resortes comprados	767
19.20	Control de requisitos de circuitos impresos	770
19.21	Mejoramiento de control sobre el material adquirido en una negociación ya establecida	771
19.22	Evaluación de vendedores a través de procesamiento de datos	774
20	Control del producto	777
20.1	La necesidad del control del producto	778
20.2	Definición del control del producto	780
20.3	Organización para el control del producto	783
20.4	El papel de la ingeniería de control del proceso en control del producto	784
20.5	Método	785
20.6	Normas	786
20.7	Control de la manufactura	787
20.8	Una gran producción comparada con el trabajo por lotes	788
20.9	Trabajo por lotes en un taller de maquinado	790
20.10	Muestreo del proceso en un taller de maquinado	796
20.11	Enfoque de características del control numérico	797
20.12	Subconjuntos en gran calidad	800
20.13	Armado	804
20.14	Técnicas empleadas en el control del producto	807
20.15	Antecedentes	820
20.16	Concepto de los estudios de la capacidad	821

20.17	Cálculo de la capacidad del proceso	824
20.18	Empleo de los estudios de capacidad-del-proceso	827
20.19	Antecedentes	839
20.20	Auditorías de control del producto de procedimientos, sistemas y medidas	842
20.21	Auditoría de calidad del trabajo de investigación y desarrollo	843
20.22	Seguimiento del producto	844
20.23	Control de producto software	846
20.24	Procesamiento y flujo de la información de calidad	846
21	Estudios especiales del proceso	849
21.1	Definición de los estudios especiales del proceso	850
21.2	Factores en los estudios especiales del proceso	850
21.3	Organización para estudios especiales del proceso	851
21.4	Unión termometal	855
21.5	Colado de bloques calcinados	862
X 21.6	Resumen de la Parte seis	864
	Principios del Control total de la Calidad: Resumen	865