

Sumario

Agradecimientos	1
1. LA MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD	2
1.1. La conducción del proceso	8
1.1.1. Los métodos clásicos de satisfacción de las exigencias	8
1.1.1.1. El control unitario	8
1.1.1.2. El control estadístico por lotes	12
1.1.2. La conducción del proceso	13
1.2. El S.P.C., herramienta de la calidad total	14
1.2.1. El S.P.C., herramienta de medida	15
1.2.2. El S.P.C., herramienta de la conformidad	16
1.2.3. El S.P.C., herramienta de responsabilización ..	18
1.2.4. El S.P.C., herramienta de prevención	20
1.2.5. El S.P.C., herramienta de mejora continua ...	22
1.2.6. El S.P.C., herramienta de desarrollo de la calidad	24
1.3. Los costes de la calidad	27
1.3.1. Los costes de prevención	27
1.3.2. Los costes de detección	28
1.3.3. Los costes de las no conformidades internas ..	29
1.3.4. Los costes de las no conformidades externas ..	30
1.4. La garantía de calidad	32
2. CAPACIDAD MÁQUINA O POTENCIALIDAD DEL PROCESO	37
2.1. La estadística, herramienta de mejora continua	37
2.1.1. Finalidad de la estadística	38
2.1.2. Descripción de la variación del proceso	39
2.1.2.1. Representación gráfica	39
2.1.2.2. Representación numérica	41
2.1.3. Modelización de la variación del proceso	43
2.1.3.1. La ley normal	43
2.1.3.2. Aproximación a una distribución por una ley normal	46
2.1.3.3. Las distribuciones no normales	52
2.2. Capacidad máquina	54
2.2.1. Etapas del cálculo del índice de capacidad ...	55
2.2.2. Cálculo del índice de capacidad máquina	57

2.2.3. Estudio de capacidad y recepción de nuevos equipos	60
2.3. Índice de capacidad para una máquina multiherramienta	61
2.3.1. Caso de dos puestos	62
2.3.2. Caso de un número de puestos superior a dos	62
2.4. Evaluación del sistema de medida	65
2.4.1. Las diferentes fuentes de variación de la medida	65
2.4.2. Estudio del sistema de medida	69
2.4.2.1. Capacidad del instrumento de medida: método corto	69
2.4.2.2. Capacidad del instrumento de medida: método completo	72
3. LAS CARTAS DE CONTROL, HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA	81
3.1. Las causas aleatorias y asignables de variación	82
3.2. Las bases estadísticas de las cartas de control	87
3.2.1. Origen de las cartas de control	88
3.2.2. La carta de control, herramienta de test	88
3.2.2.1. El teorema central límite	90
3.2.2.2. Definición de los límites de control ..	92
3.2.3. Las diferentes cartas de control	94
3.3. Validez de la muestra	95
3.3.1. Dos modos de muestreo	95
3.3.2. Talla de las muestras y frecuencia de muestreo ..	97
3.4. Procesos fuera de control	98
3.5. Utilización de las cartas de control	102
3.5.1. Ventajas de las cartas de control	102
3.5.2. Exigencias previas a la utilización de cartas de control	104
3.6. La carta de control, herramienta de conformidad ...	106
4. LAS CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS	113
4.1. Generalidades	113
4.1.1. Ventajas de las cartas de control por atributos	114
4.1.2. Criterios de conformidad	116
4.2. Cartas de control para la proporción de piezas no conformes	117
4.2.1. La ley binómica	117
4.2.2. Las etapas de la implantación de la carta control p para la proporción de piezas no conformes	118
4.2.2.1. Trabajos preparatorios	119

4.2.2.2.	Recogida de datos	120
4.2.2.3.	Cálculo de los límites de control	123
4.2.2.4.	Interpretación de las cartas de control	125
4.2.2.5.	Actualización de los límites de control	129
4.2.3.	Implantación de cartas p para la proporción de piezas no conformes	130
4.2.3.1.	La carta p como herramienta de comunicación: el ejemplo del ábaco ..	131
4.2.4.	Variación de la talla de la muestra	133
4.2.4.1.	Cálculo de los límites punto a punto ..	133
4.2.4.2.	Empleo de una talla media de las muestras	134
4.2.4.3.	Implantación de una carta centrada reducida	136
4.3.	La carta por atributos NP del número de piezas no conformes	138
4.4.	Las cartas de control para los defectos	140
4.4.1.	La carta c para el número de defectos	141
4.4.1.1.	La ley de Poisson	141
4.4.1.2.	Implantación de una carta c	143
4.4.2.	La carta u para el número de defectos por unidad	144
4.4.3.	Otros modelos de probabilidad	145
4.4.4.	Análisis de las causas de no conformidad	146
4.4.5.	La carta c para el seguimiento de la evaluación de calidad o de los deméritos	147
5.	LAS CARTAS DE CONTROL POR VARIABLE	151
5.1.	Introducción	151
5.1.1.	Aportaciones de la carta de control por variable	152
5.1.2.	Estructura de las cartas de control por variable ..	153
5.1.3.	Exigencias previas	154
5.2.	La carta de control por variable de media y amplitud ..	159
5.2.1.	Condiciones previas	159
5.2.1.1.	Los objetivos de la carta de media y amplitud	160
5.2.1.2.	Elección de las variables	162
5.2.1.3.	Elección de la talla y la frecuencia de las muestras	163
5.2.2.	Etapas en la implantación de la carta de control de media y amplitud	167
5.2.2.1.	Recogida de datos	167
5.2.2.2.	Cálculo de los límites de control	168

5.2.3.	Interpretación de las cartas de control de variable media y amplitud	173
5.2.3.1.	Análisis de la carta de amplitudes ...	174
5.2.3.2.	Análisis de la carta de medias	180
5.2.4.	Actualización de las cartas de control	190
6.	OTRAS CARTAS DE CONTROL POR VARIABLE	193
6.1.	Modificación de la carta de media y amplitud para situaciones particulares	193
6.1.1.	Distribuciones no normales	193
6.1.2.	Existencia de causas aleatorias entre dos tomas ..	195
6.1.3.	Carta de control de media y amplitud con evolución de la media: el caso del desgaste de la herramienta	197
6.1.3.1.	Etapas de la implantación de la carta con evolución de la media	198
6.1.3.2.	Aplicación de la carta con evolución de la media	200
6.1.4.	El caso de las máquinas multiherramienta	203
6.2.	Otras cartas por variables	204
6.2.1.	La carta de media y desviación tipo	204
6.2.2.	La carta de medianas	207
7.	CARTAS DE CONTROL PARA PARÁMETROS DEL PROCESO	211
7.1.	Las cartas de control para valores individuales	211
7.1.1.	Carta de valores individuales y amplitudes móviles	212
7.1.2.	Carta de medias móviles y amplitudes móviles ..	217
7.2.	Las cartas de sumas acumuladas	220
7.3.	Elección de la carta de control adecuada	230
7.3.1.	Elección de una carta por atributos o una carta por variable	230
7.3.2.	Elegir la carta de control idónea	231
7.4.	Control simultáneo de varias características	233
7.4.1.	La carta de control de χ^2 al cuadrado para varias proporciones	233
7.4.2.	La carta de T^2 de Hotelling para el control de varias variables	234
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA SOBRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CARTAS		236
1.	Cartas de valores individuales	236
2.	Cartas de sumas acumuladas	236

3. Carta de ji al cuadrado	236
4. Carta multivariable	237
8. LA CAPACIDAD DEL PROCESO	239
8.1. Cálculo del índice de capacidad del proceso	239
8.1.1. Exigencias previas	240
8.1.2. Cálculo del índice de capacidad del proceso ..	242
8.1.3. Proceso capaz	244
8.1.4. Mejora de la capacidad del proceso	245
8.2. Índice de capacidad y reducción de costes	247
8.3. Otros cálculos del índice de capacidad del proceso ..	251
8.3.1. Distribuciones no normales	251
8.3.2. Carta de media y amplitud con evolución de la media	252
8.3.3. Cartas de media y desviación tipo	252
8.3.4. Índice de capacidad para las cartas por atributos	253
8.4. Índice de capacidad y control del proceso	254
8.4.1. Cuadro de decisión para el control de los procesos	254
8.4.2. Seguimiento de la mejora del proceso	256
9. LA IMPLANTACIÓN DEL S.P.C.	261
9.1. Un enfoque sistemático	261
9.1.1. Identificación de los objetivos	262
9.1.2. Las etapas de la implantación	267
9.1.3. La estructura de seguimiento	272
9.2. Una formación adaptada	275
9.2.1. Movilización de la dirección	276
9.2.2. Formación del management	279
9.2.3. Desdoblamiento	281
9.3. Un entorno adaptado	284
9.3.1. Los métodos de análisis de los problemas	285
9.3.2. La prevención de los defectos	286
9.3.3. El reconocimiento de los progresos	287
9.3.4. S.P.C. e informática	288
9.4. La evolución de la política de calidad	290
9.4.1. Nuevos métodos para la calidad	290
9.4.2. El management estratégico de la calidad	293
Anexos	297