



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



UNIVERSIDADE  
DE VIGO

Control Estadístico de la Calidad  
2009  
Tema 1: Introducción

Salvador Naya (salva@udc.es)  
Departamento de Matemáticas  
Universidad de A Coruña

## Contenido del tema

- Introducción.
- Conceptos generales sobre calidad.
- Reseña histórica del control de calidad y de la fiabilidad industrial.
- Presentación de un problema real del control estadístico de procesos.

## Definiciones de calidad

- **ISO 9000: 2000**: Conjunto de características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para cumplir los requisitos de los usuarios o clientes, o de otras partes interesadas.
- **Houghton (calidad total)**: calidad es saber qué debe hacerse, tener las herramientas para hacerlo correctamente y luego hacerlo correctamente a la primera.
- **Taguchi (función de pérdida)**: Calidad de un producto es la mínima pérdida impuesta por este producto a la sociedad durante su vida útil.
- **Montgomery**: Calidad es inversamente proporcional a la variabilidad.

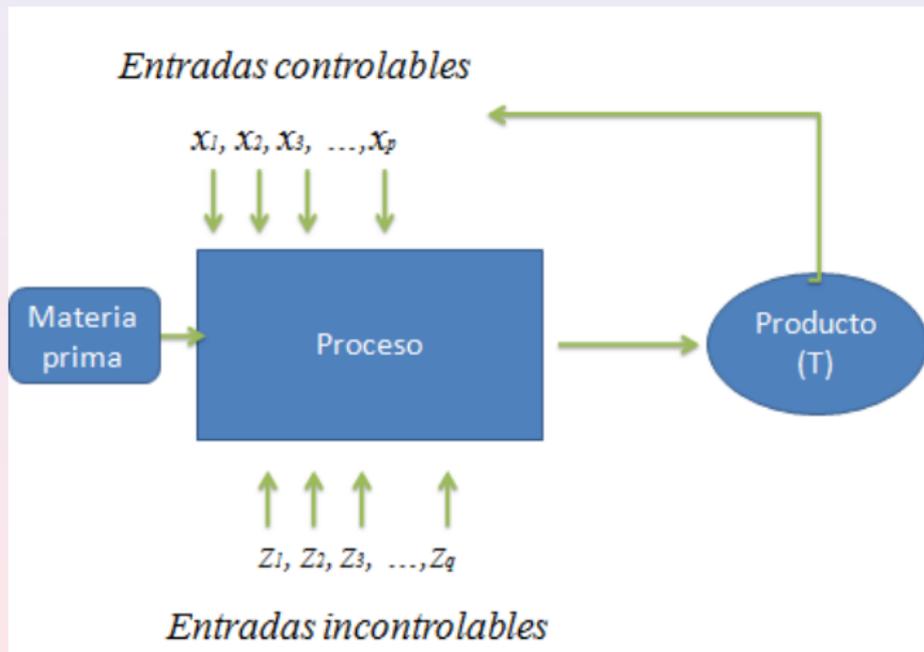
## Definiciones de control de calidad

- **UNE 66-001-88**: Conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.
- **ANSI Z1.7. 1971**: conjunto de técnicas y actividades que sustentan la calidad de un producto o servicio para satisfacer unas determinadas necesidades.
- **JISZ 8101**: sistema por el cual la calidad de los bienes y servicios se consigue de forma económica cumpliendo al mismo tiempo con los requerimientos del cliente.

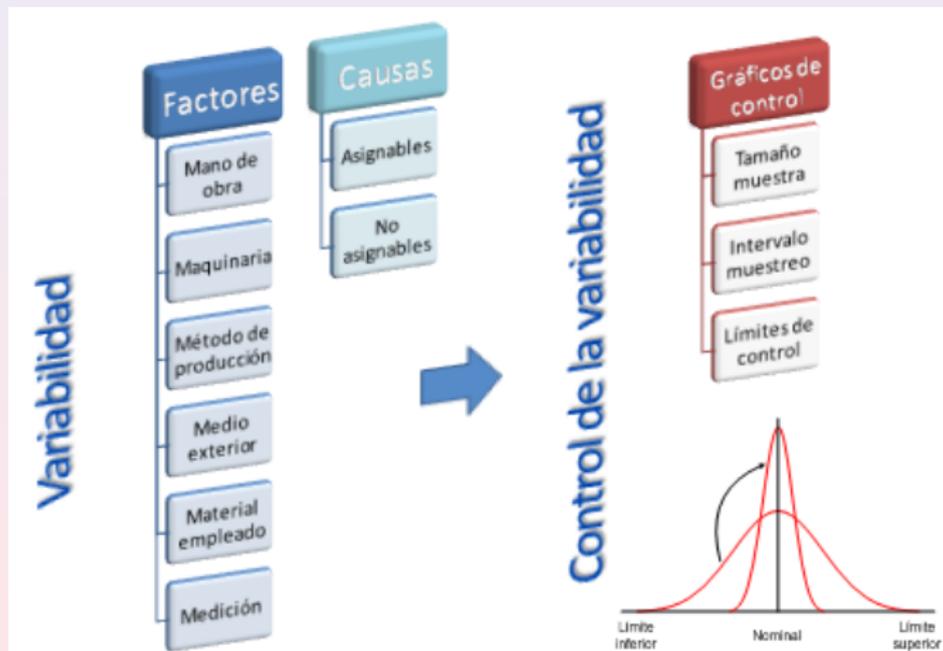
## Definiciones de control de calidad

- **UNE 66-001-88**: Conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.
- **ANSI ZI.7. 1971**: conjunto de técnicas y actividades que sustentan la calidad de un producto o servicio para satisfacer unas determinadas necesidades.
- **JISZ 8101**: sistema por el cual la calidad de los bienes y servicios se consigue de forma económica cumpliendo al mismo tiempo con los requerimientos del cliente.
- **Juran (Quality Control Handbook, 1974)**: proceso regulador a través del cual se mide la calidad conseguida, se compara con los estándares y se actúa sobre la diferencia.

# Control Estadístico de Procesos (CEP)



# Calidad: Inversamente proporcional a la variabilidad (Montgomery)



## Tipos de control de calidad (según el momento)

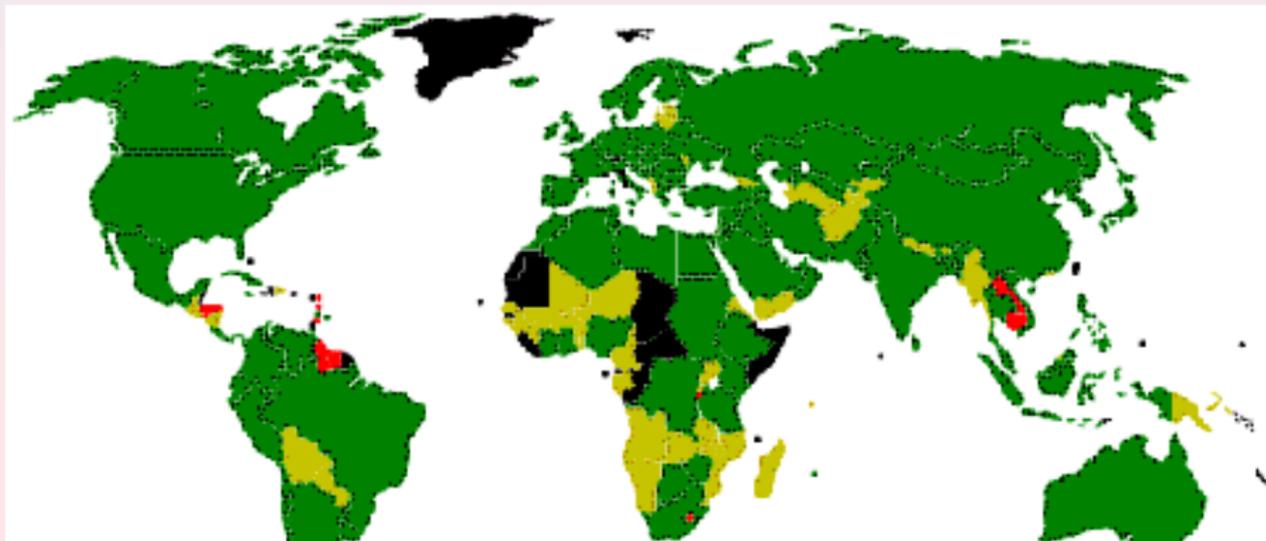
- **Control de fabricación:** se realiza durante la fase de fabricación de un producto. Normalmente se lleva a cabo a intervalos de tiempo fijos y tiene por objeto vigilar el funcionamiento correcto del sistema para que éste se encuentre en las mejores condiciones posibles así como tratar de mejorarlo.
- **Control de recepción:** se aplica a una partida de un nuevo producto (sea este un producto final, una materia prima o un producto semielaborado). El objetivo del mismo es comprobar que se verifican las especificaciones establecidas.

## Tipos de Control (según la forma de observar la calidad)

- **Control por variables:** cuando se mide una característica cuantitativa de dicho elemento (su peso, longitud, resistencia, etc.) que se compara con un estándar preestablecido.
- **Control por atributos:** si lo que se mide es una característica cualitativa que el producto puede presentar o no (una pieza es correcta o defectuosa, se acopla o no se acopla en otra, etc.).
- **Control por número de defectos:** cuando lo que se observa es el número de defectos de cada elemento.

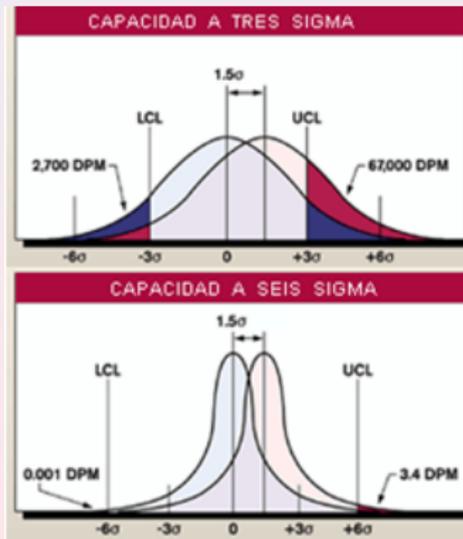
# Implantación de la Norma ISO

La Organización Internacional para la Normalización (ISO), creada en 1947, es una organización internacional no gubernamental, con sede en Ginebra, que redacta y aprueba normas técnicas internacionales, en la actualidad está presente en 157 países (véase gráfica). En verde se muestran los miembros natos, en amarillo los correspondientes, en rojo los suscritos y en negro el resto.



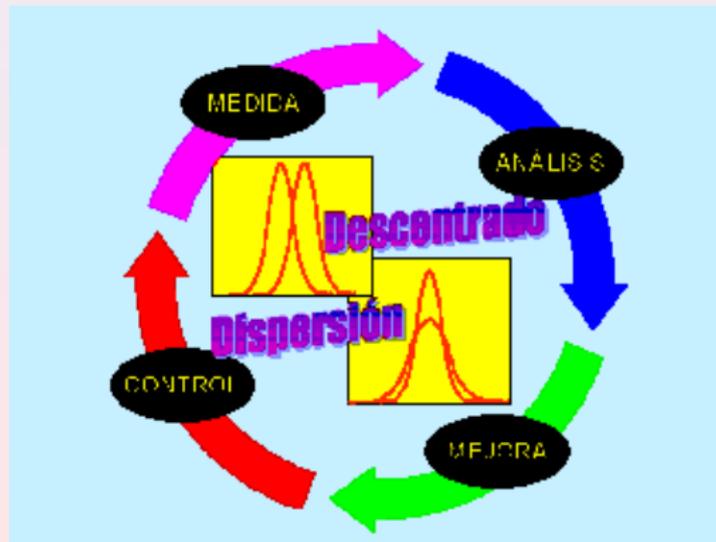
# Filosofía Seis Sigma

Esta herramienta tiene una fuerte base estadística y pretende alcanzar unos niveles de calidad de 3.4 defectos por millón.



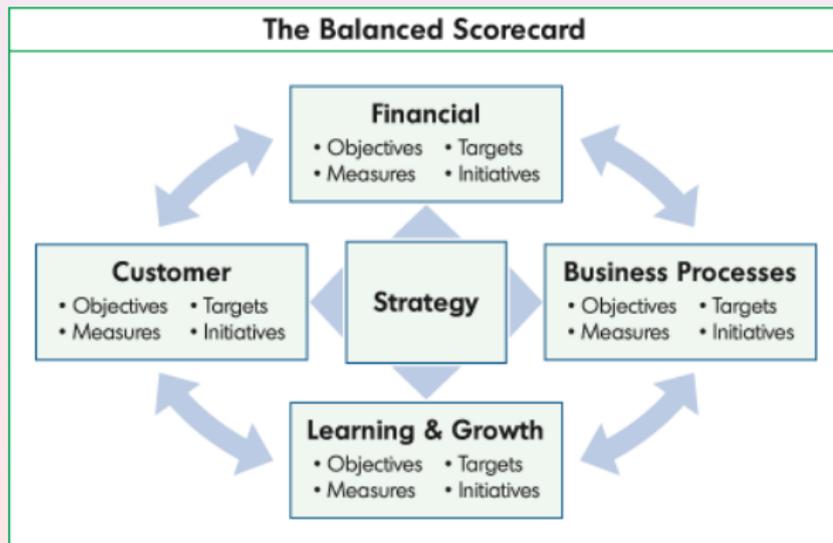
# Filosofía Seis Sigma

La aplicación de la metodología Seis Sigma a un proceso consta de cinco etapas: Definición, Medida, Análisis, Mejora y Control; las siglas DMAIC provienen de las correspondientes palabras inglesas.



# Filosofía del cuadro de mando integral

El Cuadro de Mando es una herramienta para la mejora de la Calidad basada en indicadores estratégicos. Parte de una misión (hecha por la organización) y se busca una visión (lo que se quiere convertir).



# Breve reseña histórica sobre Control Estadístico de la Calidad (CEC)

## Algunos autores destacados del control estadístico de calidad



W. A. Shewhart



Deming y Juran



K. Ishikawa



J. Welch



G. Taguchi

## Precedentes del control de calidad

- 1154-1189: Trial of the pyx. Enrique II.
- 1901: Primeros laboratorios de estandarización en Gran Bretaña.
- 1911: Taylor. fundador del movimiento conocido como organización científica del trabajo.

# Breve reseña histórica sobre Control Estadístico de la Calidad (CEC)

## Fechas y acontecimientos clave en cec

- 1920: Se crea el departamento de calidad en la AT&T en USA y en Inglaterra General Electric emplea control de calidad para sus lámparas.
- 1923: Fisher publica sus trabajos sobre diseño de experimentos.
- 1924: Shewhart utiliza sus gráficos de control en los laboratorios de la Bell.
- 1928: Dodge y Romig emplean controles de recepción en Bell Labs.
- 1930. Henry Ford establece la primera cadena de montaje.
- 1931: Shewhart publica su trabajo sobre gráficos de control Economic Control of Quality of Manufactured Product.

# Breve reseña histórica sobre Control Estadístico de la Calidad (CEC)

## Fechas y acontecimientos clave en cec

- 1932: Shewhart imparte sus teorías en Inglaterra (University of London).
- 1935: E. S. Pearson desarrolló el British Standard 600 para la aceptación de muestras del material de entrada, el cual fue sucedido por el British Standard 1008.
- 1940-43: Se publican distintas guías sobre control de calidad y de recepción (Pentágono americano y Bell Labs).
- 1944-46: Se crean institutos sobre calidad (American Society for Quality Control, ASQC) y aparece la revista Industrial Quality Control.
- 1946-49: Deming imparte sus teorías en Japón. Se crea la sociedad japonesa JUSE (Japanese Union of Scientistis and Engineers).

# Breve reseña histórica sobre Control Estadístico de la Calidad (CEC)

## Fechas y acontecimientos clave en cec

- 1948: Taguchi comienza sus aplicaciones del diseño de experimentos a la industria.
- 1950: K. Isikawa introduce los diagramas de causa-efecto.
- 1951: Feigenbaum publica el libro Total Quality Control. La JUSE establece el premio de calidad Deiming.
- 1951: Box y Wilson publica su trabajo sobre diseño de experimentos y superficies de respuesta.
- 1954: Juran imparte sus teorías en Japón. Page presenta los gráficos CUSUM.
- 1957: Juran y Gryna publican la primera edición del manual Quality Control Handbook.

# Breve reseña histórica sobre Control Estadístico de la Calidad (CEC)

## Fechas y acontecimientos clave en cec

- 1959: Aparece la revista Technometrics con Stuart Hunter como editor. Roberts introduce los gráficos EWMA.
- 1960: Box y Hunter publican sus trabajos sobre diseños factoriales fraccionarios. Ishikawa propone los círculos de calidad.
- 1969: Se crea la revista Journal of Quality Technology cuyo primer editor es Lloyd Nelson.
- 1970-80: Aparecen varios textos sobre control de la calidad (Montgomery). Se aplican diseños de experimentos en la industria.
- 1984: Se funda la revista Quality and Reliability Engineering International.

# Breve reseña histórica sobre Control Estadístico de la Calidad (CEC)

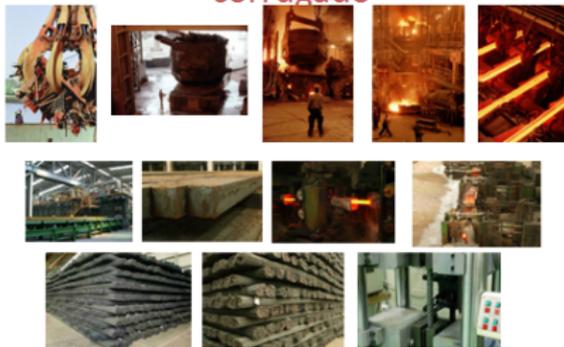
## Fechas y acontecimientos clave en cec

- 1987: Premio Nacional de Calidad de USA o premio Malcolm Baldrige.
- 1988: Se funda la EFQM (European Foundation for Quality Management).
- 1990: Aparece la ISO 9000.
- 1991: Premio Europeo a la Calidad o premio EFQM.
- 1992: Cuadro de mando integral – CMI (Balanced Scorecard – BSC). Lo presentan Robert Kaplan y David Norton.
- 1997: Motorola aplica los modelos Six Sigma.
- 1999: Premio del Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión.
- 2000: ISO 9000:2000.

# Ejemplo de Control de calidad de un acero

## Proceso de producción de acero laminado

### Control de resistencia de acero corrugado

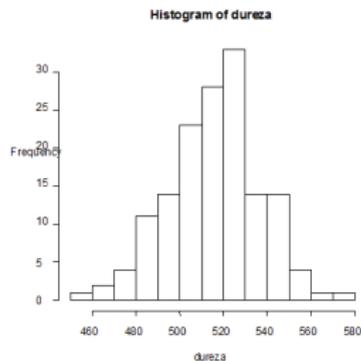


## Datos de 100 probetas de acero

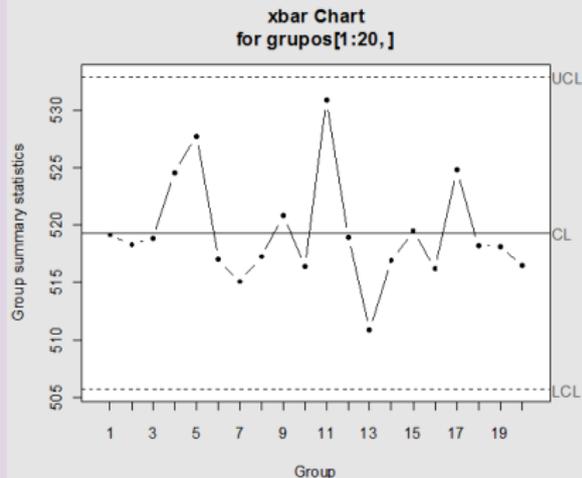
	X1j	X2j	X3j	X4j	X5j	Medias	Recorridos	Desviaciones	Cuasi desvia
Muestra1	519,24	498,62	526,17	526,47	525,33	519,16	27,85	10,61	11,86
Muestra2	530,14	517,44	514,64	506,81	522,57	518,32	23,33	7,80	8,72
Muestra3	521,86	531,00	513,25	515,79	512,25	518,83	18,75	6,94	7,76
Muestra4	521,78	532,85	526,17	524,76	517,24	524,56	15,61	5,15	5,76
Muestra5	542,29	548,13	517,81	509,58	520,89	527,74	38,55	14,85	16,61
Muestra6	518,91	518,73	518,23	505,80	522,54	517,00	17,95	6,02	6,73
Muestra7	501,40	521,72	509,03	529,00	514,17	515,06	27,61	9,62	10,75
Muestra8	521,05	525,50	505,80	510,39	521,42	517,23	19,70	7,73	8,64
Muestra9	501,91	531,01	520,16	523,22	527,62	520,78	29,10	10,14	11,33
Muestra10	525,02	519,14	512,88	511,42	513,47	516,39	13,60	5,05	5,65
Muestra11	531,30	526,11	543,37	532,28	521,07	530,83	22,30	7,45	8,32
Muestra12	502,92	522,86	522,76	519,35	526,74	518,93	23,81	8,34	9,32
Muestra13	509,91	525,34	496,17	499,69	523,11	510,84	29,16	11,84	13,24
Muestra14	508,69	520,48	522,30	510,32	522,79	516,91	14,10	6,12	6,84
Muestra15	513,84	513,06	518,91	518,19	513,58	519,52	25,85	9,87	11,03
Muestra16	534,62	515,56	497,40	517,61	515,90	516,22	37,22	11,79	13,18
Muestra17	510,06	518,66	532,54	524,01	538,54	524,76	28,48	10,04	11,23
Muestra18	529,83	518,28	522,53	507,14	513,33	518,22	22,68	7,74	8,66
Muestra19	522,28	515,08	520,39	523,06	509,84	518,13	13,22	4,99	5,58
Muestra20	528,55	507,56	516,88	516,43	512,87	516,46	20,99	6,90	7,72
					Promedios	519,29	23,49	8,45	9,45

# Ejemplo de Control de calidad de un acero

## Histograma acero



## Gráfico de control para las medias



Number of groups = 20

Center = 519.2948

StdDev = 10.10011

LCL = 505.7441

UCL = 532.8455

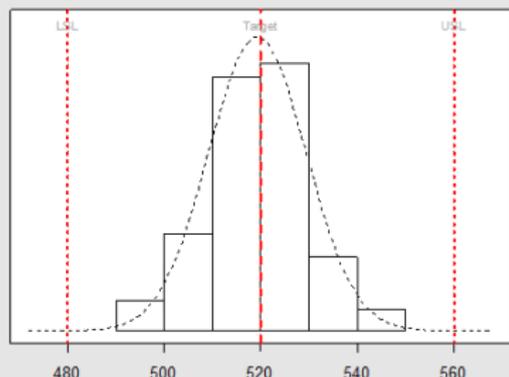
Number beyond limits = 0

Number violating runs = 0

# Ejemplo de Control de calidad de un acero

## Estudio de la capacidad

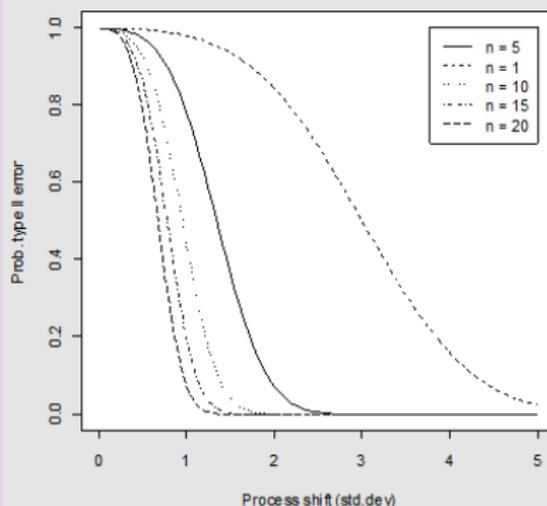
Process Capability Analysis  
for grupos[1:20,]



Number of obs = 100	Target = 520	$C_p = 1.32$	Exp<LSL 0%
Center = 519.2948	LSL = 480	$C_{p_j} = 1.3$	Exp>USL 0%
StdDev = 10.10011	USL = 560	$C_{p_u} = 1.34$	Obs<LSL 0%
		$C_{p_k} = 1.3$	Obs>USL 0%
		$C_{pm} = 1.32$	

## Curvas OC para acero

OC curves for xbar chart



## Referencias

-  BOX G. E. P. Y LUCEÑO A. (1997). *Statistical Control by Monitoring and Feedback Adjustment*. Wiley.
-  BOX, G.E.P., HUNTER, W. Y HUNTER, J.S. (2008). *Estadística para Investigadores*. Reverté.
-  CAROT-ALONSO, V. (1998). *Control Estadístico de la Calidad. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia*
-  DEL CASTILLO E. (2002). *Statistical Process Adjustment for Quality Control*. Wiley.

## Referencias

-  JURAN J. Y GODFREY B. (2005). *Manual de Calidad (tomos I y II)*. McGrawHill.
-  MONTGOMERY D. C. (2005/09). *Introduction to Statistical Quality Control*. Wiley.
-  MEEKER W. Y ESCOBAR L. (1998). *Statistical Methods for Reliability Data*. Wiley.
-  PRAT, X. TORT-MARTORELL, P. GRIMA Y L. POZUETA (1997). *Métodos Estadísticos: Control y Mejora de la Calidad*. ed. UPC.