



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **INFORME TÉCNICO**

### **TEMA:**

**“DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA  
LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN  
CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT”**

**AUTORA: ANDREA POLETH BARRIONUEVO MONTENEGRO.**

**DIRECTOR: ING. SANTIAGO MARCELO VACAS PALACIOS, MSC.**

**IBARRA – ECUADOR**

**2016**

# DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT

Autora: Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro

Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de julio 5-21 y Gral. José María Córdova, (593 6) 2997800 ext. 7070 Ibarra, Imbabura Facultad de Ingenierías en Ciencias Aplicadas – Ingeniería Industrial

apbarrionuevom@utn.edu.ec

## RESUMEN:

La presente investigación surgió de la necesidad de mejorar la calidad en uno de los productos estrellas de la empresa “MEGASPORT” que son las camisetas de algodón, para lo cual se diseñó un control estadístico de procesos en la línea de producción de las camisetas para mejorar la capacidad del proceso y por ende incrementar la calidad de este producto.

Mediante el respectivo análisis de la problemática se procedió a realizar un muestreo sistemático a las medidas de la camiseta que presentaba variabilidad: el largo y ancho, con la recopilación de estos datos se realizó el cálculo de las métricas seis sigma, dando como resultado que el proceso era deficiente.

Para llevar a cabo las acciones de mejora se aplicó la metodología PHVA la cual permitió seguir un orden jerárquico de las actividades que se debían establecer y así se realizó las propuestas de mejoras correspondientes en la línea de producción

Se realizó manuales de procedimientos en los procesos que eran vulnerables a los problemas de calidad con respecto a la variabilidad de tallas que fueron: tendido, corte, confección, con la elaboración de dichos manuales se llevó a cabo un

plan piloto durante un mes para verificar si la aplicación de estos daban resultados positivos, para esto se realizó un nuevo muestreo sistemático a las medidas mencionadas anteriormente y el respectivo cálculo de las métricas seis sigma, esto permitió determinar que se redujo la variabilidad del proceso comparando con las cartas de control de la situación actual y el plan piloto.

**PALABRAS CLAVES:** Calidad, proceso, capacidad, control estadístico, índices de capacidad, variabilidad, variables continuas.

## 1. INTRODUCCIÓN

El control estadístico de procesos es una técnica útil que permite identificar posibles falencias en el proceso de producción de un producto, y de esta manera evidenciar las áreas críticas que afectan la calidad y proponer soluciones que ayuden a mejorar la calidad de los productos.

La importancia del control estadístico en la empresa “MEGASPORT” está enfocado principalmente a la satisfacción del cliente, atribuyendo ventajas como fidelidad, confianza, cumplimiento de requerimientos de los productos, incremento de la calidad. Reduciendo quejas, devoluciones lo que implica pérdidas de dinero y por ende pérdida de los clientes que buscan

productos que satisfagan sus necesidades en la competencia.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Control estadístico de procesos

El control estadístico de procesos (en inglés *statistical process control*, SPC) implica el uso de métodos estadísticos para valorar y analizar las variaciones en un proceso. Los métodos SPC incluyen simplemente llevar registros de los datos de la producción, histogramas, análisis de capacidad de procesos y diagramas de control.

### 2.2 Calidad

Conjunto de características inherentes que cumplen con los requisitos.

### 2.3 Variabilidad

#### 2.3.1. Causas comunes

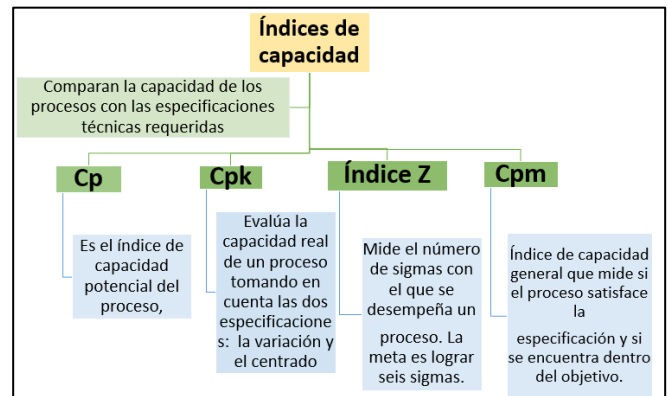
Las causas comunes constituyen la suma de los efectos de un conjunto total de causas aleatorias no controlables, que producen una variación en la calidad del producto terminado, y que son semejantes al conjunto de fuerzas que dan lugar a que una moneda caiga de uno u otro lado cuando es lanzada al aire. Con respecto a estas causas comunes, es poco lo que se puede hacer para reducirlas, debido a que son inherentes al proceso, a la precisión de las máquinas, etc. la desviación típica " $\sigma$ " de la curva, es justamente el reflejo de la variabilidad debida a estas causas aleatorias.

#### 2.3.1. Causas especiales

En un sistema, la variabilidad no depende tan solo de las causas comunes, que son inherentes al sistema. Existen también causas que no dependen del funcionamiento natural del sistema y que

pueden por si mismas crear una variabilidad. Estas causas que se encuentran fuera del sistema se denominan causas especiales, estas alteran la variabilidad natural y generan una variabilidad no predecible que perturba el funcionamiento del proceso. Por ejemplo un instrumento de medida se desajusta o se rompe, utilización de materias primas fuera de especificaciones.

### 2.4 Índices de capacidad



## 3. METODOLOGÍA

### 3.1 Planificar

- Realización del diagrama SIPOC para tener una visualización completa del proceso de producción.
- Se realizó un brainstorming con todo el personal para identificar los problemas principales de calidad.
- Mediante la hoja de verificación se determinó los efectos principales que afectaban la calidad-
- Con el diagrama Pareto se identificó los problemas poco vitales de los mucho triviales.

### 3.2 Hacer

- Se utilizó la norma Norma NMX-A-243-1983, para tener un patrón de tolerancias de las medidas de la camiseta.
- Se realizó un muestreo sistemático al largo y ancho de las camisetas siendo el tamaño de la muestra de 352 camisetas con un tamaño de subgrupo de 70.
- Se procedió a calcular los índices de capacidad para conocer si el proceso era capaz o incapaz de cumplir con especificaciones.

### 3.3 Verificar

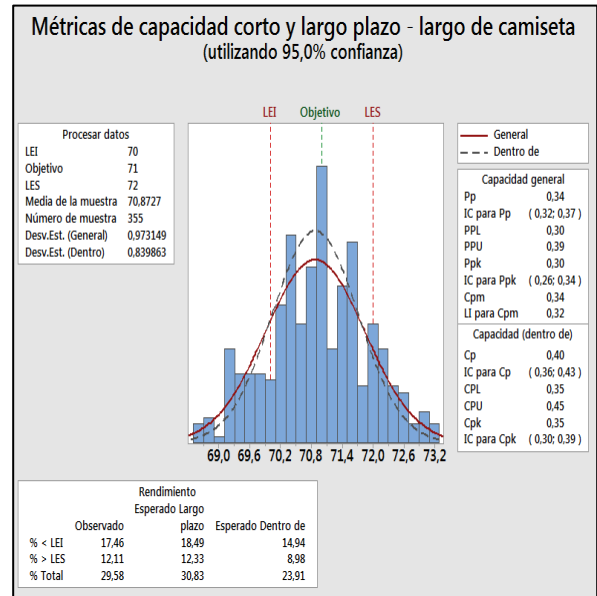
- Se analizó con la gerencia la problemática
- Se describieron los hallazgos generados y las potencialidades de mejora.
- Se diseñaron sugerencias para crear un plan piloto que justifique si las mejoras serán acertadas y viables para optimizar el proceso reduciendo su variabilidad.

### 3.4 Actuar

- Se estructuraron cambios en el método de trabajo debido a la maquinaria y la reorganización adecuada del personal para reducir los problemas de variación
- se diseñaron manuales de procedimientos para generar guías que permitan tener un proceso estandarizado en la confección de camisetas

## 4. ANÁLISIS:

### MÉTRICAS SEIS SIGMA Y CARTAS DE CONTROL DEL PROCESO ACTUAL

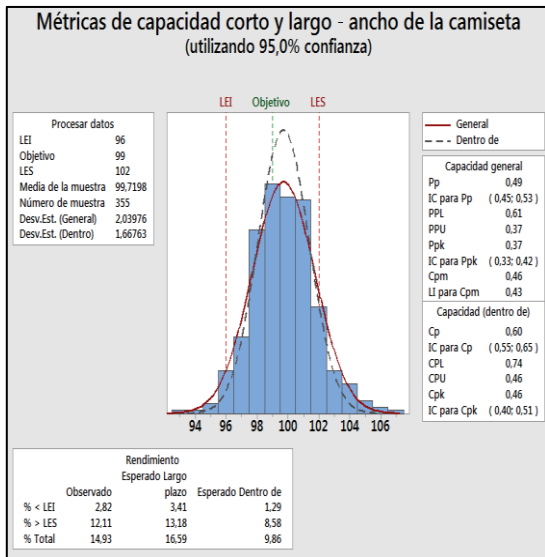


**Cp (0,40):** El valor de Cp indica que el proceso requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora y que se encuentra en categoría 4, siendo no apto.

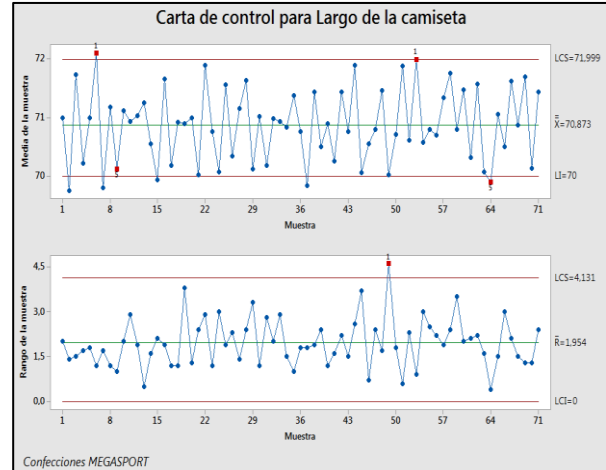
**Cpm (0,34):** El proceso no cumple con las especificaciones debido a la variabilidad o el descentrado, incluso ambos.

**Cpk (0,35):** El índice Cpk de corto plazo muestra que el proceso no es hábil y tiene problemas de centrado o variabilidad.

**Pp (0,34):** Este valor indica que el proceso no es adecuado para el trabajo. Se encuentra en la categoría 4 y requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora.



## Cartas $\bar{X} - \bar{R}$ para el largo de la camiseta



**Cp (0,60):** El valor de Cp indica que el proceso requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora y que se encuentra en categoría 4, siendo potencialmente no apto.

**Cpm (0,46):** El proceso no cumple con las especificaciones debido a la variabilidad o el descentrado, incluso ambos.

**Cpk (0,46):** El índice Cpk de corto plazo muestra que el proceso no es hábil y tiene problemas de centrado o variabilidad. Además si considera la evaluación de Cp vs Cpk se encuentran problemas que evidencian descentramiento.

**Pp (0,49):** Este valor indica que el proceso no es adecuado para el trabajo. Se encuentra en la categoría 4 y requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora.

## Interpretación:

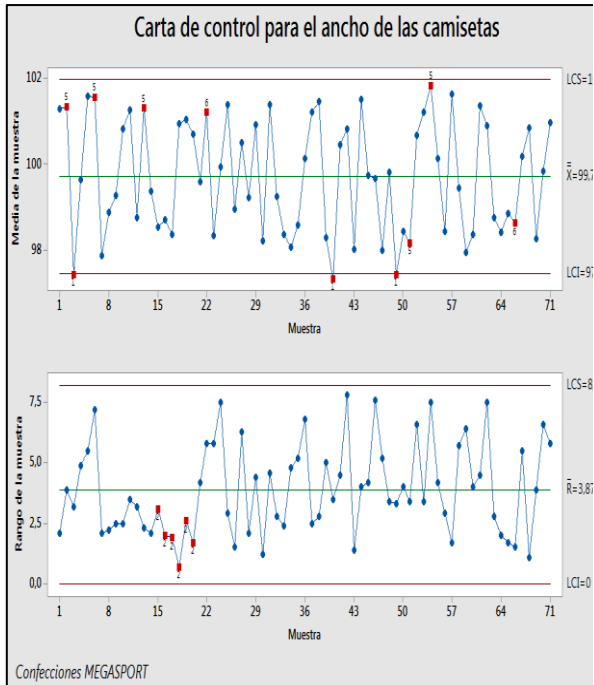
La prueba falló en los subgrupos 6 y 53, obteniendo por lo tanto 2 causas especiales de variación. Este bajo índice de apenas dos puntos expresa que el proceso es estable y se puede predecir.

El fallo en el punto 6 se debió al operador, que intentó cambiar el método de trabajo en el proceso de corte respecto a las condiciones de trabajo normales.

El punto 56 fue el resultado de la acumulación de pedidos en la fabricación en los lotes de prendas que se realizan por pedido, lo cual interfirió con el proceso de confección de camisetas estándar. Evidenciando, además de esta causa especial, un problema de organización.

La prueba falló en los puntos 9, 53 y 64. Donde se puede aseverar que existe patrón de variación a nivel de cambios de pequeños en el proceso, atribuido a cambios en el personal o en el método de trabajo utilizado por el operador.

## Cartas $\bar{X} - \bar{R}$ para el ancho de la camiseta



### Interpretación:

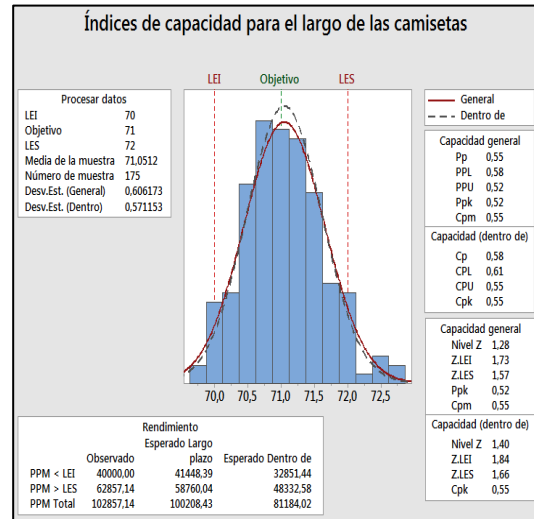
La prueba falló en los subgrupos 3, 40 y 49, obteniendo por lo tanto 3 causas especiales de variación. Este bajo índice de apenas tres puntos expresa que el proceso es estable y se puede predecir.

El fallo en el punto 3 se debió al operador, al intentar cumplir el tiempo establecido y la producción destinada a esa jornada de trabajo.

El punto 40 y 49 fue el resultado de la acumulación de pedidos en la fabricación en los lotes de prendas que se realizan por pedido, lo cual interfirió con el proceso de confección de camisetas estándar. Evidenciando, además de esta causa especial, un problema de organización.

## METRICAS SEIS SIGMA Y CARTAS DE CONTROL PARA EL PROCESO AJUSTADO

### Capacidad del proceso mejorado para el largo de las camisetas



**Cp (0,58):** En el corto plazo el indicador potencial del proceso indica que aún se podía mejorar 0,18 para Cp cambiando el proceso a categoría 3.

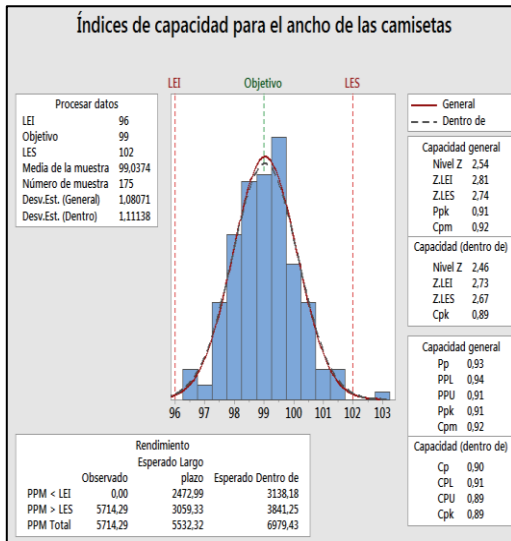
**Cpk (0,55):** La capacidad real del proceso mejoró 0,2 en Cpk pero aún no es aceptable según las tolerancias del proceso respecto a variabilidad.

**Cpm (0,58):** El Cpm indica que se mejoró en la variabilidad y centrado del proceso, volviendo más apto para cumplir con las especificaciones.

**Z (1,40):** El nivel sigma del proceso tanto a corto como largo plazo indica que se pudo dar un salto de 1 sigma, mejorando el proceso 1 desviación estándar.

**Yield (91,78%):** De manera general a corto plazo se pudo mejorar el proceso en un 16%.

## Capacidad del proceso mejorado para el ancho de las camisetas



**Cp (0,90):** A corto y largo plazo la capacidad potencial indica que aún se puede mejorar el proceso llevándolo a dar un salto de categoría de la 4 a la 3.

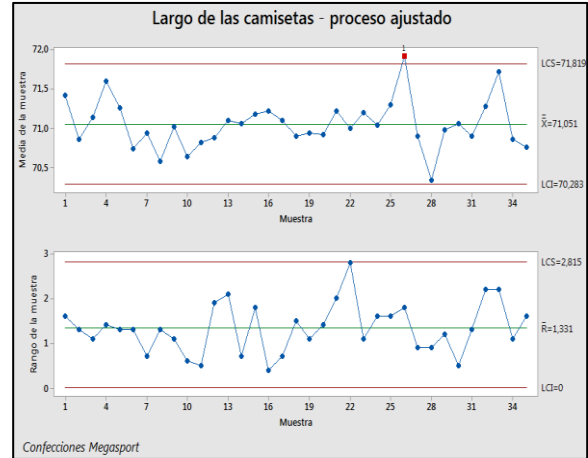
**Cpk (0,89):** La capacidad real del proceso indica que tanto a corto y largo plazo el proceso mejoró un nivel de categoría de calidad.

**CPm (0,90):** Cpm a corto y largo plazo refleja que el proceso se encuentra muy cerca de declararse apto en términos de calidad, estando a tan solo 0,8 décimas del valor objetivo.

**Z (2,46):** El nivel sigma del proceso finalmente se quedó a tan solo 0,5 sigmas de considerarse bueno. No obstante la mejora que se tuvo fue de 1,5 sigmas, logrando un cambio excelente en la reducción de la variabilidad del proceso

**Yield (99,31%):** En forma general a corto plazo el proceso mejoró su rendimiento de calidad en 9,3% y a largo plazo lo hará en 6,24% respecto a la calidad ofertada de las variables analizadas.

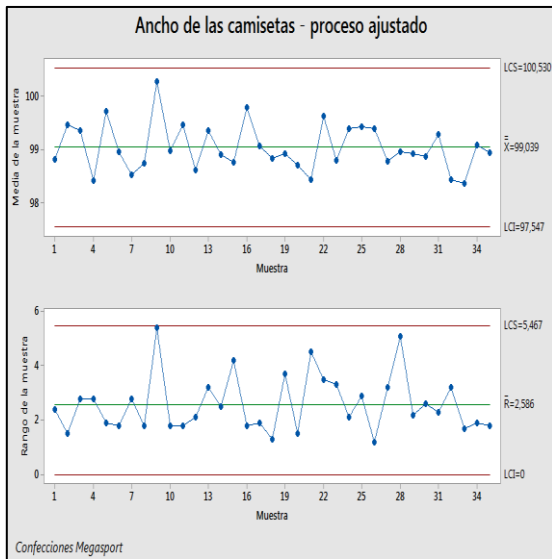
## Cartas $\bar{X} - \bar{R}$ para el largo de la camiseta



### Interpretación:

Se puede observar un comportamiento con menos variabilidad del proceso y cumpliendo las tolerancias diseñadas. Se aprecia de forma general que el comportamiento de los subgrupos se acerca a buscar el valor central. Aunque una causa especial de variación (punto 26) y una variabilidad latente entre el subgrupo 25 a 28, resulta evidente la mejora del proceso.

La causa especial de variación se debió a los plazos de entrega de pedidos que aún tiene la empresa respecto a los lotes no estándar, al ser un problema relacionado con la gerencia, no es posible mitigar completamente esta causa.



### Interpretación:

La carta de medias demuestra que los subgrupos sin excepción se encuentran dentro del rango de las tolerancias diseñadas para el proceso. De manera particular a partir del punto 16 se denota una reducción en la variabilidad, resultado del énfasis en el control del método de trabajo.

La carta de rangos revela un comportamiento muy aceptable al superar todas las pruebas realizadas sobre ella. No existen causas especiales de variación que degeneren el proceso y se puede afirmar que para esta variable se logró un cambio excelente al alcanzar un proceso confiable y estable.

### CONCLUSIONES

- Se establecieron las bases teóricas necesarias sobre el control estadístico para realizar esta investigación y fundamentar apropiadamente el estudio.
- Se crearon manuales de procedimientos para los procesos de tendido, corte, ensamble, y control de calidad, en los que se destaca la estandarización de dichos procesos a través de

la investigación de varias fuentes en lo que respecta a la confección de camisetas.

- Se puso en marcha un plan piloto para verificar si las propuestas establecidas de mejora reducían la variabilidad de tallas que se debían a los procedimientos inadecuados que realizaban los trabajadores al momento de confeccionar las camisetas.
- El análisis del proceso mejorado dio como resultado que la capacidad potencial del proceso mejoró de categoría pasando de 4 a la categoría 3 de incremento de calidad.
- El yield mejoró con un incremento del 16% y 9,3% respectivamente en las variables continuas analizadas del proceso.
- Con las propuestas de mejora establecidas en un mes se logró reducir las quejas y devoluciones del producto del 9% al 5%.

### RECOMENDACIONES

- La empresa debe continuar con los controles y métodos de trabajo diseñados en los manuales de procedimientos y de esta manera lograr el aseguramiento de la calidad de sus productos.
- Se debe destinar tiempo a la preparación y capacitación de los trabajadores, e involucrarlos en los procesos de mejora de la calidad para dar cumplimiento con el direccionamiento estratégico de la empresa..
- El personal del departamento de ventas debe mejorar la comunicación con el área de producción en la toma de pedidos, para poder establecer plazos de entrega reales y efectivos.
- Para seguir mejorando de categoría en lo que respecta a la calidad, se debe poner énfasis a la reducción de los principales defectos que se encontraron en las camisetas que fueron



defectos por manchas, costuras, variabilidad de tonos.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, D. R. (2007). *ClubEnsayos*. Recuperado el martes de mayo de 2016, de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/An%C3%A1lisis-del-Modo-y-Efecto-de-Falla/470438.html>

Alcalde, P. M. (2009). *Calidad*. Madrid.

Arvelo L, A. F. (1998). *La Capacidad de los procesos industriales*. Caracas.

Azorín, F., & Sánchez Crespo, J. (1994). *Métodos y aplicaciones de muestreo*. Madrid: Alianza.

Bario, J. F. (2005 ). *CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS SPC*. Madrid , España : fundacion confemental.

Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad*. Mexico: prentice.

Borrego, D. J. (2010). *Contol estadístico de procesos*.

Carro, P. R., & Gonzáles, G. D. (s.f.). *Control estadístico de procesos*. *Administración de operaciones*, 25.

Casal, J., & Mateu, E. (2003). *Tipos de muestreo*. *Epidem Med PREV 1.1*, 3-7.

CASTAÑO, L. C. (2012). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MUESTREO PARA CONTROL DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE AUDITORÍA MILITAR EN LA EMPRESA CI. NICOLE SAS*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

Celestino.Gladys. (s.f.). *elrincondelestecielo.blogspot*. Obtenido de <http://elrincondelestecielo.blogspot.com/2012/05/normas-de-seguridad-para-costureras-2.html>

*Colección ... Saber hacer....* (s.f.). Obtenido de [http://www.conevyt.org.mx/educambapdfs/ropa\\_hombre/elab\\_playera.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educambapdfs/ropa_hombre/elab_playera.pdf)

Criollo, R. G. (s.f.). *Estudio del trabajo* . Mc graw hill.

E.Niedzwiecki, M. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad Volumen 1*. Buenos Aires, Argentina.

Fernández, P. (1996). *Determinación del tamaño muestral*. *Cad Atem Primaria*, 138-141.

G. F. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. fundacion confemetal.

G. F. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. fundacion confemetal.

Galgano, A. (1995 ). *Los 7 INSTRUMENTOS DE LA CALIDAD TOTAL* . Madrid.

Galindo, E. (2007). *estadistica para la administracion y la ingenieria*.

Gomez, R. C. (2009). *Contro Estadístico de Procesos*.

GROOVER, M. P. (1997). *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA: MATERIALES, PROCESOS Y SISTEMAS*. Mexico: Pearson.

Gutierrez.P Humberto, R. d. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. Guanajuato,Mexico: McGraw-hill.

Hansen, B. L. (2007). *Control de calidad* . Madrid : Diaz de Santos .

Hdez, H. (2005). *cartas de control*.

<http://es.thefreedictionary.com/>. (2014). *es.thefreedictionary*. Obtenido de <http://es.thefreedictionary.com/>

Humberto Gutiérrez Pulido, R. d. (2009). *CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SEIS SIGMA* . Mexico: McGRAW- HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Humberto Gutierrez Pulido, R. d. (2009). *Control Estadístico de Calidad y seis sigma*.

- Mexico: Mc GRAW- HILL/INTER AMERICANA.
- J. M. Juran, F. G. (2005). *Manual de control de la calidad*. reverté.
- Juran, J. M. (1989). *Juran y el liderazgo para la calidad: Manual para ejecutivos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Juran, J. M. (2009). *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Juran, J. M., Gryna Jr, F. M., & Bingham, R. S. (2005). *Manual de control de calidad Vol.2*. Barcelona - España: Reverté S.A.
- Levine, M. L. (s.f.). *ESTADÍSTICA BÁSICA EN ADMINISTRACIÓN*.
- Loarca, H. K. (2007). *OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE TENDIDO Y CORTE DE KORAMSA, PARA ELEVAR LA EFICIENCIA*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Lyonnet, P. (1989). *Los metodos de la calidad total*. Diaz de Santos.
- MARCELA, S. O. (2007). *MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA*. Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- MARCELA, S. O. (2007). *MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA EMPRESAS DE PRENDAS DEPORTIVAS*. Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo. 13 Edición*. Bogotá - Colombia: ECOE Ediciones.
- Nagoya., B. (s.f.). *Manual de Instrucciones y uso overlock machine*. Japón, 1994.
- Navarro, L. K. (2011). *Método de Corte y Confección KORISA*.
- Ocampo, J. R. (2004). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la*. San Pedro Sula.
- Ojeda, J. L. (2012). *Proyectos Seis Sigma*. reverté.
- Pablo Juan Verdoy, J. M. (2006). *MANUAL DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD: TEORIA Y APLICACIONES*.
- Pablo Juan Verdoy, J. M. (2006). *Manual de Control Estadístico de Calidad*. Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- Prieto Corcoba, M. (2010). *Seis sigma un antídoto para la crisis*. Madrid - España: Asociación española para la calidad.
- Pulido, H. G. (2005). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma* (1 ed., Vol. 1). (McGraw-Hill, Ed., & INTERAMERICANA, Trad.) Mexico, MEXICO, MEXICO: McGraw-Hill INTERAMERICANA.
- Pulido, H. G. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Pulido, H. G. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (Vol. 2da ). Guadalajara , México : Mc Graw Hill.
- Pulido, H. G. (s.f.). *Control Estadístico de la calidad y seis sigma*. Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Razali , N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. Vol 2, No 1, 21-33.
- Render, J., & Heizer, B. (2009). *Principios de la administración de operaciones*. México.
- Reyes, P. (2004). *Herramientas para la solución de problemas*.
- Roberto Carro Paz, D. G. (s.f.). *Control Estadístico de Procesos*. *Administración de las Operaciones*, 25.
- Ruben Darío Guevara, J. A. (2006). Intervalos de confianza para los índices de capacidad cpm y cpmk. *Revista Colombiana de Estadística*.

- Ruiz, A. (2006). CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS. (Icade, Ed.) 7.
- Sacristan, F. R. (2003). *Tecnicas de resolucion de problemas*. España.
- SALGUERO, A. M. (2004). *PROPUESTA DE MODELO DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD PARA LA MANUFACTURA DE ROPA PARA EL HOGAR*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .
- Sra. Loyda García Obando, S. J. (2011).  
“Programa de Apoyo a la Mejora del Clima de Negocios e Inversiones en Nicaragua PRAMECLIN-MIFIC”.  
INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO.
- Stephens, F. E. (s.f.). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* .
- Ventajas , Desventajas , Fuente:.,H. Hdez. / Julio 2005/ . (s.f.).
- Vicenc, F. A. (2008). *Desarrollo de sisteas de informacion: una metodologia basada en el modelado*. Catalunya:  
Upc.Edicions.Upc. Obtenido de  
ISBN:8483018624
- Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico - Diseño y aplicaciones*. Universitaria.
- Wiley, J. (s.f.). *La guía Lean six sigma para hacer con menos*.