

Aplicación de índices de capacidad potencial de procesos para medir la calidad del producto terminado en las micro y pequeñas empresas de la provincia de Imbabura

Application of indices of potential process capacity to measure the quality of the finished product in micro and small companies in the province of Imbabura

Flores, Diego; Doukh, Natalia; Yépez, Ismael; Gallardo, Julia



Diego Flores

dflores@institutocotacachi.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Cotacachi, Ecuador

Natalia Doukh

ndoukh@institutocotacachi.edu.ec

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales-
FLACSO, Ecuador

Ismael Yépez

yepez@institutocotacachi.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Cotacachi, Ecuador

Julia Gallardo

jgallardo@institutocotacachi.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Cotacachi, Ecuador

Ecuadorian Science Journal

GDEON, Ecuador

ISSN-e: 2602-8077

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. Esp.3, 2021

esj@gdeon.org

Recepción: 31 Agosto 2021

Aprobación: 04 Octubre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/606/6062738024/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.161>

Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra sus sitios web personales o en depósitos institucionales, después de su publicación en esta revista, siempre y cuando proporcionen información bibliográfica que acredite su publicación en esta revista. Licencia de Creative Commons Las obras están bajo una <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Resumen: Manufacturar un producto de calidad es un factor determinante para la competitividad de las empresas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir. El objetivo de la investigación está orientado a estimar el potencial de aplicabilidad del índice de capacidad potencial de procesos (ICp) en las pequeñas y micro empresas del sector de la confección textil en base a los resultados de la medición de la calidad del producto final en 15 micro y pequeñas empresas en la provincia de Imbabura. La aplicación del ICp, demostró una calidad pobre en las prendas terminadas y una desviación de los procesos productivos hacia incumplimiento o sobrecumplimiento. Finalmente, el ICp es identificado como una técnica plausible para medir la calidad de los productos terminados de las empresas de confección textil, además de guiarlas en cuanto al mejoramiento de los procesos en la búsqueda de la calidad.

Palabras clave: Confección textil, Calidad, Medición de calidad.

Abstract: Manufacturing a quality product is a determining factor for the competitiveness of companies engaged in the manufacture of garments. The objective of the research is oriented to estimate the potential applicability of the potential process capability index (ICp) in small and micro enterprises of the textile apparel sector based on the results of measuring the quality of the final product in 15 micro and small enterprises in the province of Imbabura. The application of the ICp showed poor quality in the finished garments and a deviation of the production processes towards noncompliance or overcompliance. Finally, the CPI is identified as apparel companies, in addition to guiding then in the improvement of processes in the search for quality.

Keywords: Textile manufacturing, Quality, Quality measurement.

Como citar: Flores, D., Doukh, N., Yépez, I., & Gallardo, J. (2021). Aplicación de índices de capacidad potencial de procesos para medir la calidad del producto terminado en las micro y pequeñas empresas de la provincia de Imbabura. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 293-304. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.161>

INTRODUCCIÓN

En el período comprendido entre 2013 y 2018 la industria manufacturera del Ecuador generó, en promedio, el 14% del PIB nacional anual; su aporte principal consiste en la generación de fuentes de empleo y la dinamización de la actividad comercial (Camino et al., 2018). Un segmento importante de la industria manufacturera está conformado por las empresas de la fabricación de prendas de vestir, también conocidas como de confección. Su contribución al desarrollo nacional se relaciona, principalmente, con la absorción de mano de obra (Inec, 2017).

En el Ecuador, las empresas de fabricación de prendas de vestir están situadas, mayormente, en las provincias de Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Guayas y Azuay (Sánchez, 2019). En Imbabura la confección está concentrada en los cantones de Otavalo, Cotacachi, Antonio Ante e Ibarra, con prevalencia de la micro, pequeña y mediana empresa (Altamirano, 2020). Los mercados accesibles para este tipo de empresas se encuentran en el territorio nacional y raramente se extienden fuera del país. Los principales lugares de comercialización de las prendas confeccionadas en Imbabura son las tiendas propias de las empresas productoras, cadenas de moda, ferias y boutiques, las dos últimas en el caso en que la venta se realiza fuera del país (Cevallos, 2020).

Las empresas de confección apuestan por la calidad del producto terminado y entrega del pedido en los plazos acordados con el cliente, tomando en consideración los niveles de productividad y niveles de capacidad de la planta (Campo et al., 2020).

Sin embargo, la calidad de las prendas fabricadas en las empresas de confección es un objeto de constante crítica, que hace referencia a la deficiente calidad de la materia prima utilizada y las fallas en los sub procesos de diseño, corte, ensamblado y acabados especiales tales como el bordado y sublimado, lo que se traduce en un incremento de los costos por repetición de producción y clientes insatisfechos (Narváez y Erazo, 2019; Burguete et al., 2019; Luque, 2018). Esta situación demanda una concentración de esfuerzos dirigidos a elevar la calidad de los productos terminados a un nivel que permita satisfacer los requerimientos de los clientes y, de esta manera, asegurar la persistencia de las empresas nacionales de confección en el mercado (Choi, 2020). Aquí la idea fuerza consiste en calibrar los procesos productivos de tal manera que se logre cumplir con las expectativas de los clientes en cuanto a la calidad (Canahua, 2021).

Desde esta perspectiva, la calidad puede ser concebida como el resultado de dos procesos confluyentes: establecimiento de las especificaciones en cuanto a diseño, que responden a los requerimientos del cliente, e instalación de capacidades productivas de la empresa para alcanzar estos requerimientos (Parra, 2017). Además, la calidad se visualiza como un conjunto de umbrales explícitos y obligatorios a cumplir, establecidos en función de las anhelaciones del cliente (Medina et al., 2019).

El aseguramiento de la calidad implica conocer y emplear una serie de métodos y técnicas de control a lo largo del proceso productivo y sobre el producto final. En este sentido, el control de la calidad está llamado a mantener y/o mejorar el desempeño de los procesos en relación a las especificaciones del diseño (Jin et al., 2020). El control de procesos lleva a adoptar las correcciones necesarias sobre la marcha, que incluyen ajustes de todo tipo de recursos: maquinaria, mano de obra, métodos de trabajo, etc., de tal suerte que la producción de prendas defectuosas o repetición de los procesos se disminuyen a niveles aceptables (Medina y Padilla, 2019).

El control de la calidad se efectúa sobre el producto resultante de cada sub proceso del proceso productivo para corroborar si las características del producto intermedio fabricado corresponden a las especificaciones

de diseño previstas. Estas características se conocen como las variables de salida (Díaz, 2021). Algunos ejemplos de variables de salida son: dimensiones, como longitud, espesor, peso, volumen; propiedades físicas, químicas o biológicas; características superficiales, propiedades eléctricas, sabor, olor, color, textura, resistencia, durabilidad, etc. (Crespo et al., 2020). Medina et al. (2019) sostienen que las variables de salida deben cumplir las especificaciones de calidad; en tal caso, el proceso funciona satisfactoriamente.

La importancia de medir la calidad del producto terminado subsiste, principalmente, en limitar la entrega de productos defectuosos o con fallas al cliente. Adicionalmente, la medición proporciona elementos de reflexión sobre el estado de los subprocesos.

La técnica de índices de capacidad de procesos productivos es una de las utilizadas para el control de calidad del producto terminado. Los índices de capacidad de procesos (ICp) permiten determinar en qué medida un proceso productivo particular cumple con las especificaciones de calidad (Narasimha et al., 2021). El ICp de una variable de salida relaciona el rango de variación aceptado de las especificaciones del diseño y la variación realmente observada (Mosquera et al., 2014).

Sánchez y Vivas (2021) propone medir ICp como cociente entre dos valores: el numerador se calcula como la diferencia de los límites aceptados de calidad; el segundo se estima con la desviación estándar del valor de la variable de salida del proceso, multiplicado por seis. Finalmente, el ICp calculado permite posicionar la calidad del proceso productivo en seis categorías de calidad, propuestas inicialmente por Juran y Gryna (1988) y que, hasta la actualidad, siguen siendo empleados en la industria (Muñoz, et. al, 2019).

La revisión de la literatura evidencia el uso del ICp en procesos productivos de diferentes industrias (Salazar, 2020).

Álvarez & Abad (2013) hacen un diagnóstico de la calidad del proceso de purificación de agua mediante la construcción e interpretación del ICp, demostrando que las principales variables de salida del sistema de tratamiento de agua purificada presentan valores aceptables y que el agua producida cumple con las especificaciones de calidad establecidas.

Romero et al. (2018), con el uso de ICp, demuestran que el proceso de corte de pastillas de jabón cumple con las especificaciones de calidad, sin embargo, se hace evidente la posibilidad de mejorar el mismo.

Lara et al., (2011) indica que el 90% de las variables de salida de un sistema de endulzamiento de gas amargo cumple con los umbrales de calidad preestablecidos, mientras que el 10% restante no lo hace, lo que permite realizar los ajustes necesarios y mejorar la calidad del producto final.

Vásquez (2018) estudia la calidad del proceso de elaboración de bebidas gaseosas, demostrando que las variables de salida están lejos de cumplir con los estándares de calidad, evidencia que sustentó un programa de mejoras de calidad de las bebidas.

Se puede notar que el ICp muestra la validez para estimar la desviación de la producción real de las especificaciones del diseño en las distintas industrias, lo que convierte al ICp en una medida eficiente como punto de partida en la mejora de la calidad de los productos.

En vista que el ICp ha demostrado su eficiencia para alertar la falta de calidad en los procesos propios de diversas industrias, su uso para medir la calidad de las prendas de confección se vislumbra como perfectamente factible. Más aún, cuando la revisión bibliográfica no ha demostrado una disponibilidad de métodos alternativos empleados en el sector de la industria manufacturera ecuatoriana.

La presente investigación está orientada a estimar el potencial de aplicabilidad de ICp en las pequeñas y micro empresas del sector de la confección textil en base a los resultados de la medición de la calidad del producto final en 15 micro y pequeñas empresas en la provincia de Imbabura. El estudio centra su interés en las micro y pequeñas empresas debido a la prevalencia de esta forma empresarial en la provincia.

A continuación, se detalla la metodología seguida en la pesquisa. Posteriormente, se presentan los resultados empíricos alcanzados, que dan lugar a la discusión. Finalmente, se exponen las conclusiones, estableciendo las líneas generales de investigación que se abren al concluir el presente trabajo.

METODOLOGÍA

La investigación prevé medir la calidad de las prendas terminadas elaboradas por las empresas de confección textil de Imbabura. La medición de calidad del producto terminado se realiza mediante la estimación del ICp, donde la variable de salida está dada por el ancho de la prenda medida en centímetros.

El valor del ICp es el resultado de la división del rango tolerado definido en las especificaciones técnicas del producto y la amplitud de la variación natural del proceso, medido por su desviación estándar (Ecuación 1):

$$ICp = \frac{Es-Ei}{6s} [\text{Unidades}] \quad [1]$$

Dónde:

Es = Especificación superior [Centímetros]

Ei = Especificación inferior [Centímetros]

S = Desviación estándar del proceso

La interpretación de los resultados se hace en base de lo propuesto por Juran y Gryna (1988), estableciendo el nivel de calidad en función del valor del ICp alcanzado. Se debe notar que un nivel determinado de calidad corresponde a un intervalo de ICp. Esto se presenta en la tabla 1.

TABLA 1.
Escala de calidad en base del ICp.

Categorías de calidad	ICp rango
Super excelente	$ICp \geq 2.00$
Excelente	$1.67 \leq ICp < 2.00$
Satisfactorio	$1.33 \leq ICp < 1.67$
Capaz	$1.00 \leq ICp < 1.33$
Inadecuada	$0.67 \leq ICp < 1.00$
Pobre	$ICp < 0.67$

Juran y Gryna (1988).

Considerando que el ICp refleja el resultado del proceso, sin presentar la información en cuanto a la dinámica interna del mismo, el estudio se completa con el cálculo del índice de capacidad real del proceso (CpK). El CpK mide la capacidad del proceso para producir un resultado dentro de los límites definidos en las especificaciones técnicas del producto (Ecuación 2). El Cpl estima la capacidad del proceso de satisfacer el límite inferior de las especificaciones técnicas y Cpu calcula la capacidad para cumplir con el límite superior (Ecuaciones 3 y 4, respectivamente).

$$CpK = \min [Cpl; Cpu] \quad [2]$$

Además,

$$C_{pl} = \left[\frac{U-L}{3s} \right] \quad [3]$$

$$C_{pu} = \left[\frac{U-L}{3s} \right] \quad [4]$$

Dónde:

U = Media estimada de la variable de salida

s = Desviación estándar del proceso de salida

El índice CpK va a ser igual al ICp, cuando la media del proceso se ubique en el valor objetivo de las especificaciones técnicas. Si $CpK < 0$, la media del proceso se sitúa fuera de los límites de especificación. Para el proceso existente, la capacidad mínima del proceso no debe ser inferior a 1,33. Si CpK es menor a 1,33, el proceso debe ser mejorado.

Identificación y selección de los casos de estudio

La identificación de los casos de estudio se realizó mediante el muestreo por conveniencia. A pesar de las debilidades que tiene esta técnica frente al muestreo probabilístico, la factibilidad de su uso para la presente investigación se justifica por el hecho de que las micro y pequeñas empresas de confección en Imbabura muestran una gran similitud en sus procesos productivos y resultados finales de fabricación (Rodríguez y Gutiérrez, 2018). Por lo que los factores, tales como el costo reducido y la facilidad para recolección de datos en una proximidad geográfica, se consideraron como determinantes para elegir el tipo de muestreo aplicado.

Se identificaron 15 empresas. De estas, seis pertenecen al segmento de micro empresas y nueve al de empresas pequeñas. Cinco empresas se encuentran en el cantón Cotacachi, siete en el cantón Antonio Ante, dos en Ibarra y una en Otavalo. Para efectos de publicación, las empresas se codificaron con un número. De tal manera que las pequeñas empresas están numeradas de 1 a 6 y las micro empresas de 1 a 9.

TABLA 2
Casos de Estudio.

Casos	Tamaño	Ubicación
Micro empresa 1	Micro empresa	Cotacachi
Micro empresa 2	Micro empresa	Cotacachi
Micro empresa 3	Micro empresa	Ibarra
Micro empresa 4	Micro empresa	Antonio Ante
Micro empresa 5	Micro empresa	Cotacachi
Micro empresa 6	Micro empresa	Otavalo
Pequeña empresa 1	Pequeña empresa	Antonio Ante
Pequeña empresa 2	Pequeña empresa	Antonio Ante

Los Autores

Recolección de los datos por el caso de estudio

La medición de calidad del producto terminado se realizó mediante la estimación de ICp, donde la variable de salida está dada por el ancho de la prenda medida en centímetros. El rango aceptado de variación para esta variable de salida fluctúa entre las empresas y según la talla del producto confeccionado. Se procedió con la recuperación de la información del rango aceptado de variación en cada caso de estudio. Los datos recabados se muestran en la tabla 2. Las tallas se expresan con números en los casos de microempresa 3 y pequeña empresa 2. Los demás establecimientos usan tallas definidas con letras. Esta diferencia en la nomenclatura no afecta los resultados del estudio, en cuanto el ICp hace referencia al cumplimiento de las especificaciones del diseño de la prenda mediante la variable de salida, lo que implica la medición del ancho de la prenda física.

Las especificaciones del diseño incluyen el valor objetivo del ancho de la prenda (Vo) y los límites inferiores (Ei) y superior (Es) de especificación técnica, los que determinan el rango aceptable de variación de la calidad en cada una de las empresas estudiadas (Tabla 3).

TABLA 3.
Parámetros de calidad de las prendas confeccionadas por empresa.

No.	Producto	Talla	Especificaciones de diseño		
			Ei	VO	Es
Micro empresa 1	Camiseta básica - dama	L	49	50	51
Micro empresa 2	Camiseta básica - dama	S	45	46	47
Micro empresa 3	Camiseta básica - hombre	40	51	52	53
Micro empresa 4	Camiseta básica - hombre	L	55	56	57
Micro empresa 5	Camiseta básica - hombre	M	49	50	51
Micro empresa 6	Camiseta básica - hombre	S	47	48	49
Pequeña empresa 1	Camiseta básica - dama	M	49,5	50	50,5
Pequeña empresa 2	Blusas - dama	38	53,5	54	54,5
Pequeña empresa 3	Camiseta básica - dama	S	44	45	46
Pequeña empresa 4	Camiseta básica - dama	M	43,5	44	44,5
Pequeña empresa 5	Camiseta básica - hombre	M	51,5	52	52,5
Pequeña empresa 6	Camiseta básica - hombre	L	58,5	59	59,5
Pequeña empresa 7	Camiseta básica - hombre	L	59,5	60	60,5
Pequeña empresa 8	Camiseta básica - dama	M	47,5	48	48,5

Los Autores

La recolección de valores, que toma la variable de salida, se realizó a través de la medición del ancho de las prendas terminadas seleccionadas de un lote de producto. Se entiende el lote de producto como un conjunto de prendas fabricadas, consideradas producto terminado, listo para la entrega al cliente. La selección de cada lote obedeció a dos criterios: a) los productos del lote son homogéneos y b) los lotes son lo suficientemente grandes. De cada lote se seleccionaron prendas, siguiendo el muestreo aleatorio simple sin reposición para población finita.

La medición de la variable de salida para cada una de las prendas consistió en emplear un equipo de medición longitudinal normado. El registro de los datos se realizó utilizando fichas de registro y la información se recopiló en una hoja de cálculo digital.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados consolidados por grupo de empresas divididas según su tamaño.

Calidad del producto terminado en la categoría microempresa

La tabla 4 presenta los índices calculados para cada una de las microempresas. Se puede observar que la calidad de prendas producidas por las microempresas es pobre.

TABLE 4.
ICp para la micro empresa.

Casos	ICp	Calidad	CpK	Cpl	Cpu
Micro empresa 1	0.31	Pobre	0,27	0,34	0,27
Micro empresa 2	0.36	Pobre	0,26	0,47	0,26
Micro empresa 3	0.35	Pobre	0,32	0,32	0,38
Micro empresa 4	0.28	Pobre	0,26	0,30	0,26
Micro empresa 5	0.23	Pobre	0,19	0,19	0,28
Micro empresa 6	0.29	Pobre	0,27	0,27	0,32

El valor promedio del ICp de las seis empresas estudiadas es igual a 0,30, con una desviación estándar equivalente a 0,048, por lo que se puede considerar que se trata de un conjunto de establecimientos homogéneo, con el producto terminado de muy baja calidad.

Los procesos productivos requieren ser mejorados en todas las empresas, a pesar de que en ninguno de los casos la media del proceso está fuera de los límites de las especificaciones técnicas. En cuanto al ajuste requerido del proceso, no se pudo identificar un patrón único. La mitad de las empresas fabrican prendas que no llegan a la especificación técnica inferior y la otra mitad de establecimientos requiere modificaciones del proceso para no sobrepasar el límite superior de la especificación técnica.

Calidad del producto terminado en la categoría pequeña empresa

La tabla 5 presenta los resultados de estimaciones de los índices para las pequeñas empresas. Ninguna de las empresas logra el nivel satisfactorio de calidad del producto terminado. Siete presentan la calidad pobre, una se encuentra en la categoría de capaz y una en el rango de la capacidad inadecuada. A primera vista, puede parecer que la variabilidad de la calidad en las pequeñas empresas es mayor, sin embargo, la frecuencia de los casos observados da indicio de la presencia de eventos atípicos, más que de variabilidad.

TABLA 5.
ICp para la pequeña empresa.

Casos	ICp	Calidad	CpK	Cpl	Cpu
Pequeña empresa 1	0,45	Pobre	0,44	0,44	0,46
Pequeña empresa 2	0,56	Pobre	0,56	0,56	0,56
Pequeña empresa 3	0,5	Pobre	0,46	0,54	0,46
Pequeña empresa 4	0,65	Pobre	0,37	0,93	0,37
Pequeña empresa 5	0,82	Inadecuado	0,37	1,27	0,37
Pequeña empresa 6	0,59	Pobre	0,44	0,74	0,44
Pequeña empresa 7	0,42	Pobre	0,24	0,60	0,24
Pequeña empresa 8	0,3	Pobre	0,11	0,11	0,50
Pequeña empresa 9	1,09	Capaz	0,31	0,31	1,87

A pesar de que la mayoría de las pequeñas empresas muestran una pobre calidad del producto terminado, sus valores de ICp son significativamente mayores en comparación con los de microempresas ($p < 0,0020$). Se puede notar una mejora de calidad de las prendas fabricadas, sin embargo, las empresas pequeñas no llegan al límite inferior de la escala de calidad de la misma manera que las microempresas.

En ocho de los nueve casos, el proceso productivo debe ser mejorado.

En cinco empresas se fabrican prendas que no llegan a la especificación técnica inferior y en tres empresas, los establecimientos requieren modificaciones del proceso para no sobrepasar el límite superior de la especificación técnica.

Discusión

La medición de la calidad del producto terminado se visualiza como un camino para cumplir satisfactoriamente con las expectativas de los clientes, por lo que cualquier empresa requiere contar con técnicas que alerten la falta de calidad y direccionen los procesos de mejoramiento de la misma. Los índices de la capacidad de procesos han demostrado ser eficientes en medición de la calidad del producto terminado, además de orientar a los responsables de la producción sobre las acciones que deben ser tomadas para mejorar los procesos productivos.

Durante la investigación, por primera vez, se aplicó un set de índices de la capacidad de procesos (ICp y CpK) en 15 micro y pequeñas empresas de Imbabura. Los resultados han demostrado una pobre calidad de los productos terminados, tanto en micro, como en la pequeña empresa. La falta de calidad de las prendas elaboradas por las micro y pequeñas empresas de confección fueron notadas por Larios (2017), Narvaez y

Erazo (2019), Burguete et al. (2019) y Luque (2018). La concordancia de la información proveniente desde la literatura y la arrojada con la aplicación de índices, demuestra la viabilidad de esta herramienta para la aplicación en las empresas de confección.

El set de índices propuesto cuenta con una serie de bondades. En primer lugar, para su estimación se requiere de sencillos equipos de medición de fácil aplicación, lo que es de suma importancia cuando los equipos de trabajadores tienen un bajo nivel de instrucción, que es lo característico para micro y pequeña empresa (Jaimes y Rojas, 2018).

En segundo lugar, el set de índices no se limita a notificar la falta de calidad, sino también dirige a los tomadores de decisiones para implementar medidas de corrección en relación a las desviaciones de las especificaciones técnicas evidenciadas en un sub proceso específico. Por ejemplo, para el caso de la variable de salida, utilizada en el estudio, las acciones de mejora deben ser implementadas en el sub proceso de corte de las prendas.

En tercer lugar, los índices se calculan completamente a partir de la información disponible en la empresa, como es el caso de las especificaciones técnicas, o información levantada en la institución mediante la medición de las variables de salida, lo que genera autonomía empresarial en su camino al mejoramiento de la calidad.

A pesar de que la calidad del producto terminado no llega a los umbrales de la escala, tanto en el caso de las pequeñas, como en el de las micro empresas, las primeras han demostrado presentar ICp mayores, lo que induce a pensar que la calidad guarda relación con el tamaño de la empresa. Esta observación alienta futuras investigaciones con miras a identificar los determinantes de la calidad del producto terminado en las empresas de confección textil.

CONCLUSIONES

La importancia de las micro y pequeñas empresas de confección para el desarrollo del país, radica principalmente en el empleo de mano de obra directa e indirecta, así como el encadenamiento con otros sectores. No obstante, su supervivencia estriba constantemente, entre otros aspectos, en mantener procesos productivos capaces de fabricar un producto terminado de calidad.

Los índices de capacidad de procesos se ven como una técnica plausible para medir la calidad de los productos terminados de las empresas de confección textil, además de guiarlas en cuanto al mejoramiento de los procesos en la búsqueda de la calidad.

La aplicación de los índices de capacidad de procesos en 15 pequeñas y medianas empresas de confección en Imbabura ha demostrado una pobre calidad de las prendas terminadas y una desviación de los procesos productivos hacía incumplimiento o sobrecumplimiento de las especificaciones técnicas en cuanto al ancho de la prenda. Sin embargo, existe una diferencia entre los niveles de calidad alcanzados por dos grupos de empresas, lo que demuestra la sensibilidad del ICp para captar información proveniente de instituciones con características distintas.

Si bien el estudio se limitó a la aplicación de índices de capacidad de procesos a la medición de calidad de una sola variable de salida, no se evidencian obstáculos para expandir el uso de la técnica para cualquier otra variable cuantitativa. Al introducir el cálculo de capacidad de procesos como una herramienta sistémica que abarca todas las variables de salida, se genera a la empresa un mapeo del proceso con los puntos débiles que afectan a la calidad de las prendas fabricadas.

La incorporación de los índices de capacidad de procesos a la práctica de pequeñas y microempresas puede generar aprendizajes que encadenen el uso otros métodos, técnicas y herramientas ya disponibles en la teoría de la planificación y control de la producción.

AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen a los representantes de las empresas formadoras, cooperantes con la Carrera de Tecnología Superior en Confección textil, por abrir cálidamente sus puertas para el desarrollo de la presente investigación y quienes hacen posible la formación dual, donde la academia y el sector productivo se vinculan para formar profesionales integrales que contribuyen al desarrollo del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Castillo, V. M., Vega Morejón, B. A., González Illescas, M. L., & Carmenate Fuentes, L. P. (2020). Tipos de Innovación como Estrategias de Adaptación al Dinamismo de los Mercados. *INNOVA Research Journal*, 5(3), 1-21. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n3.2020.1288>
- Ahlstrom, M. L., Bartlett, D., Collier, C., Duchesne, J., Edelson, D., Gesino, A., & O'Sullivan, J. (2013). Knowledge is power: Efficiently integrating wind energy and wind forecasts. *Power and Energy Magazine, IEEE*, 11(6), 45-52.
- Altamirano, K. L., Sarmiento, W. H., & Parra, J. O. (2020). Innovación en empresas de Cuenca-Ecuador: Empleo de modelística inteligente en el sector textil. *Revista de ciencias sociales*, 26(3), 148-162.
- Brown, B.G., R.W. Katz, and A.H. Murphy. (1984). Time series models to simulate and forecast wind speed and wind power. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 1184-1195,
- Burguete-García, Mario Antonio, Romero y Cejudo, Enrique Darío, & Acle-Mena, Ramón. (2019). La administración estratégica en la calidad de la industria del vestido de Puebla, México. *Revista EAN*, (87), 117-137.
- Camino, Segundo., Bermúdez, Natalia., Villamar, Diana. & Mendoza, Cristóbal., (2018). Estudio sectorial: Industria manufacturera en el Ecuador período 2013-2017. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 9-122.
- Campo, Emiro Antonio, Cano, Jose Alejandro, & Gómez-Montoya, Rodrigo Andrés. (2020). Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 461-475.
- Canahua Apaza, N. M. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49-76. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Cevallos Gómez, M. J. (2020). Incidencia de la formación del recurso humano en la situación competitiva de las medianas empresas de confección de tejido de punto de Atuntaqui (Master's thesis, Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).
- Choi, T. M., & Luo, S. (2019). Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: Roles of blockchain, government sponsors and environment taxes. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 131, 139-152. h
- Crespo, Abel & Martín, Alberto & Ruiz-Moyano Seco de Herrera, Santiago & Benito, María & Rufo, Montaña & Paniagua, Jesús & Jiménez Barco, Antonio. (2020). Application of ultrasound for quality control of Torta del Casar cheese ripening. *Journal of Dairy Science*. 103. 10.3168/jds.2020-18160.
- Díaz Muñoz, G. A. ., & Salazar Duque , D. A. . (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *PODIUM*, (39), 19-36. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2>
- Feyen, E., Alonso Gispert, T., Kliatskova, T., & Mare, D. S. (2021). Financial Sector Policy Response to COVID-19 in Emerging Markets and Developing Economies. *Journal of Banking & Finance*, 106184.
- García Monsalve, Jhenyfer Jhoana, Tumbajulca Ramírez, Isban Adilson, & Cruz Tarrillo, José Joel. (2021). Innovación organizacional como factor de competitividad empresarial en mypes durante el Covid-19. *Comuni@cción*, 12(2), 99-110. <https://dx.doi.org/10.33595/2226-1478.12.2.500>
- Giebel, G., Brownsword, R., Kariniotakis, G., Denhard, M., and Draxl, C. (2011). The state of the art in short term prediction of wind power: A literature overview. Technical report, ANEMOS. Plus.
- Hasanah, Chairunisah. (2018). Monitoring system for in-vehicle riding comfort by using real-time GPS data and statistical process control.

- INEC. (2017). Directorio de Empresas y Establecimientos. Quito.
- Jaimes, Ludym, Luzardo, Marianela, & Rojas, Miguel D.. (2018). Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información tecnológica*, 29(5), 175-186. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500175>
- Jin, Y., Carman, M., Zhu, Y., & Xiang, Y. (2020, October 1). A technical survey on statistical modelling and design methods for crowdsourcing quality control. *Artificial Intelligence*. Elsevier B.V.
- Jin, Yuan & Carman, Mark & Zhu, Ye & Xiang, Yong. (2018). A Technical Survey on Statistical Modelling and Design Methods for Crowdsourcing Quality Control.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1988). *Juran's quality control handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Lara-Hernández, C., & Melo-González, R., & Herrera-Ruiz, D.A., & Valdez-Gómez, J. A. (2011). Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo. *Metodología y resultados. Tecnología, Ciencia, Educación*, 26(2), 57-74
- Larios Francia, Rosa Patricia (2017). Estado actual de las mipymes del sector textil de la confección en Lima. *Ingeniería Industrial*, (35), 113-137.
- Lis-Gutiérrez, Jenny Paola & Palencia-Fajardo, Ofelia & Gaitán-Angulo, Mercedes. (2017). Caracterización de las pymes de confecciones en Neiva (Colombia). *Suma de Negocios*. 8.
- Luque González, Arturo (2018). Elementos que favorecen la producción textil transnacional y relación con su responsabilidad social empresarial .. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, XIV (26),.
- Lwakatare, Lucy Ellen & Kilamo, Terhi & Karvonen, Teemu & Sauvola, Tanja & Heikkilä, Ville & Itkonen, Juha & Kuvaja, Pasi & Mikkonen, Tommi & Oivo, Markku & Lassenius, Casper. (2019). DevOps in Practice: A Multiple Case study of Five Companies. *Information and Software Technology*. 114. 10.1016/j.infsof.2019.06.010.
- Mahapatra, Abikesh & Paul, Basudev & Song, Jianwu. (2020). Concept of process capability indices as a tool for process performance measures and its pharmaceutical application. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 10. 333-344. 10.22270/jddt.v10i5.4288.
- Martín-Álvarez, Naiví C., & Mayo-Abad, Orestes. (2013). Calificación del desempeño de un sistema para la producción de agua purificada de la planta de producción de parenterales
- Martínez Sesmero, JM. (2020). Innovación y tecnología en época de adversidad. *Revista de la OFIL* , 30(2), 89-90. Epub 15 de marzo de 2021. <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x2020000200001>
- Medina León, Alberto, Nogueira Rivera, Dianelys, Hernández-Nariño, Arialys, & Comas Rodríguez, Raúl. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 328-342
- Medina, Amalia & Padilla Velázquez, Jorge. (2019). Aplicación de Lean y Six Sigma en una microempresa Six Sigma and Lean implementation in a microenterprise.
- Møller, J. K., Nielsen, H. A., & Madsen, H. (2008). Time-adaptive quantile regression. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(3), 1292-1303. 10.1016/j.csda.2007.06.027
- Mosquera-Artamonov, José Daniel, Artamonova, Irina, & Mosquera, Julio César. (2014). Diagnóstico del proceso de inspección mediante índices de capacidad. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(1), 53-61. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000100006>
- Muñoz, A., Mahiques, X., Solanes, J. E., Martí, A., Gracia, L., & Tornero, J. (2019). Mixed reality-based user interface for quality control inspection of car body surfaces. *Journal of Manufacturing Systems*, 53, 75–92. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.08.004>
- Narasimha Swamy, K. V. S., & Savadamuthu, U. (2021). Sweep frequency response based statistical approach for locating faults in transformer windings using sliding window technique. *Electric Power Systems Research*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107061>
- Narváz Zurita, Ivonne, Monagas Docasal, Marusia, & Erazo Álvarez, Juan Carlos. (2019). Las competencias laborales en el sector de textiles y confecciones en la provincia Tungurahua, Ecuador. *Cofin Habana*, 13(1),.

- Parra Rosero, P. G. (2017). Análisis Descriptivo De Procesos Industriales En Ingeniería Industrial.
- Pedregal, P. (2006). Introduction to optimization (Vol. 46). Springer Science & Business Media.
- Romero, E., Valdés, L., Pastor, J., & Herrera, R. (2018). Control estadístico para el monitoreo del proceso de corte de pastillas de jabón. Ingeniería y Desarrollo, 456-468 Rodríguez Truy, Laureano, & Gutiérrez, Salvador Muñoz. (2018). Diagnóstico de la Gestión del Capital Humano de la Cooperativa No Agropecuaria de Producción de Confecciones Textiles de Marianao, del Grupo Empresarial de la Industria Ligera. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 6(3), e04.
- Salazar, E. R. (2020). Un índice de capacidad de procesos para distribuciones multivariadas normales y no normales, de variables correlacionadas y no correlacionadas. Ingeniería Industrial, (038), 67-92.
- Sánchez, G. G. F., Campoverde, J. A. C., Pangol, K. T. C., Yumbla, J. J., & Galarza, C. A. R. (2019). Efecto de la gestión del capital circulante en la rentabilidad de las PyMEs en el sector de confecciones: Cuenca, Ecuador. GCG: revista de globalización, competitividad y gobernabilidad, 13(3), 48-65.
- Tastu, J. (2013). Short-term wind power forecasting: probabilistic and space-time aspects.
- Vásquez Reino, Edgar Walter. (2018). Reducción de la variabilidad de un proceso de desmineralización de agua por intercambio iónico para la elaboración de bebidas gaseosas. Enfoque UTE, 9(3), 93-105
- Yang, Jun & Meng, Fanbing & Huang, Shuo & Cui, Yanhe. (2019). Process capability analysis for manufacturing processes based on the truncated data from supplier products. International Journal of Production Research. 58. 1-17. 10.1080/00207543.2019.1675916.