

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO, EN LA DETECCIÓN PRECISA DE VARIABILIDAD EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE JEANS EN INDUSTRIA TEXTIL.

**IMPACT OF THE USE OF STATISTICAL CONTROL TOOLS
ON THE ACCURATE DETECTION OF VARIABILITY IN
JEANS PRODUCTION PROCESSES IN THE TEXTILE
INDUSTRY**

Rosario Zaragoza Vazquez
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Kenson Noel
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Impacto del uso de herramientas de control estadístico, en la detección precisa de variabilidad en procesos de producción de jeans en industria textil.

Rosario Zaragoza Vazquez¹

charo.zaragoza.vazquez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-5450-6770>

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.
México.

Kenson Noel

Kenson694@gmail.com

<https://orcid.org/0000000238949719>

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán;
Instituto Tecnológico Superior de Mianzla.
México.

RESUMEN

La industria maquiladora de confección en México es un pilar económico clave. No obstante, muchas empresas medianas enfrentan problemas en sus procesos, como es el caso de una fábrica de “Jeans” en Teziutlán, Puebla, que reporta un promedio diario de 77 a 90 defectos, equivalentes al 4.5% de su producción total. Estas “composturas”, que incluyen fallas en costuras, desalineaciones y falta de simetría, generan reprocesos, incrementan costos operativos y provocan retrasos en las entregas. Este trabajo tuvo como objetivo principal resaltar la importancia de aplicar herramientas estadísticas (gráficas, diagramas de identificación de secciones y causas) para facilitar la propuesta rápida de ideas de mejora continua, reduciendo defectos y variabilidad en la línea de producción. Se adoptó una metodología de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), que incluyó etapas desde un diagnóstico inicial hasta el análisis de registros de defectos del último año. Los resultados demostraron que la aplicación del sistema secuencial Diagrama de Proceso-Pareto-Gráfica de Control-Ishikawa evita decisiones basadas en ensayo y error. Además, esta implementación sinérgica puede reducir el tiempo de las reuniones de coordinación de 3 horas a menos de 30 minutos en una jornada de 9.5 horas. Esto representa una mejora del 83.3% en la eficiencia del proceso de toma de decisiones o un incremento del 26% en la disponibilidad de tiempo productivo para supervisión y control de calidad. En consecuencia, la aplicación ordenada de estas herramientas se postula como una estrategia robusta para la mejora continua y la optimización de la eficiencia productiva en el sector textil.

Palabras Clave: composturas, defectos de confección, variabilidad, industria textil

¹ Autor principal

Correspondencia: charo.zaragoza.vazquez@gmail.com

Impact of the use of statistical control tools on the accurate detection of variability in jeans production processes in the textile industry.

ABSTRACT

The maquiladora garment industry in Mexico is a key economic pillar. However, many medium-sized companies face problems in their processes, as is the case of a "Jeans" factory in Teziutlán, Puebla, which reports a daily average of 77 to 90 defects, equivalent to 4.5% of its total production. These "fixes," which include seam failures, misalignments, and lack of symmetry, lead to rework, increase operating costs, and cause delivery delays. The main objective of this work was to highlight the importance of applying statistical tools (graphs, diagrams for identifying sections and causes) to facilitate the rapid proposal of ideas for continuous improvement, reducing defects and variability in the production line. A mixed approach methodology (qualitative and quantitative) was adopted, which included stages from an initial diagnosis to the analysis of defect records from the last year. The results demonstrated that the application of Control-Ishikawa's Process Diagram-Pareto-Graph sequential system avoids decisions based on trial and error. In addition, this synergistic implementation can reduce coordination meeting time from 3 hours to less than 30 minutes in a 9.5-hour day. This represents an 83.3% improvement in the efficiency of the decision-making process or a 26% increase in the availability of productive time for supervision and quality control. Consequently, the orderly application of these tools is postulated as a robust strategy for continuous improvement and optimization of production efficiency in the textile sector.

Keywords: composures, manufacturing defects, variability, textile industry.

*Artículo recibido 24 septiembre 2025
Aceptado para publicación: 29 octubre 2025*



INTRODUCCIÓN

La industria textil manufacturera en México constituye un pilar esencial de la economía nacional, habiendo experimentado una notable evolución en las últimas décadas. Este desarrollo ha sido impulsado por los avances tecnológicos, políticas gubernamentales favorables y una creciente demanda tanto a nivel nacional como internacional, que han fortalecido su posición como un sector estratégico dentro del ámbito industrial (Indumex, 2024). Además, según (CAINANTEX, 2024), la industria textil participa significativamente en la generación de empleo formal, especialmente en la manufactura y confección, donde se observa que este subsector representa alrededor del 67 % del empleo formal dentro del ámbito textil, lo que evidencia su peso socioeconómico en el país. De acuerdo con (Portos, 1992), la relevancia de la industria textil radica en su capacidad para satisfacer necesidades básicas de la población mediante la producción de bienes de consumo, tales como telas y prendas de vestir. En este contexto, la confección de pantalones de mezclilla o jeans representa un producto de primera necesidad que combina funcionalidad, comodidad y adaptación a las tendencias actuales. En años recientes, las empresas de confección han orientado sus esfuerzos hacia la innovación en diseño, la selección de materiales de alta calidad, la incorporación de tecnologías en los procesos productivos y la personalización de productos, buscando ofrecer prendas que se integren al estilo de vida moderno y sostenible.

En la región de Teziutlán, Puebla, la industria maquiladora de confección de prendas de vestir se ha consolidado como una de las principales fuentes de empleo, impulsada por la alta demanda de productos textiles (Lopez, 2020). Dentro de este contexto, la empresa considerada para realizar el análisis de sus composturas en este trabajo, con sede en la ciudad de Teziutlán, se destaca por su especialización en la confección de jeans, una prenda altamente demandada debido a las condiciones climáticas de la región. No obstante, al depender de forma significativa de la mano de obra directa en sus procesos de costura y ensamblaje, la empresa enfrenta desafíos relacionados con la eficiencia operativa y la calidad del producto final. Esta empresa reporta que presenta un promedio de 77 a 90 defectos diarios, equivalentes a aproximadamente 4.5 % de su producción total. Estos defectos denominados comúnmente composturas incluyen fallas en las costuras, desalineaciones y falta de simetría, entre otros errores de confección. Tales deficiencias no solo afectan la calidad estética de las prendas, sino que también



provocan reprocesos, incrementan los costos operativos y generan retrasos en los tiempos de entrega (FasterCapital, 2025). La recurrencia de defectos en la confección de jeans refleja una problemática común en la industria textil: la variabilidad en los procesos de costura, ensamblaje y acabado. Si bien se aplican controles de calidad tradicionales, estos resultan insuficientes para detectar de manera oportuna las causas reales de variación. El problema central radica en la falta de aplicación sistemática de herramientas estadísticas de control, que permitan recolectar, analizar e interpretar datos confiables con el fin de impulsar la mejora continua.

La variabilidad no controlada genera consecuencias directas sobre la productividad y competitividad de las empresas: reprocesos, desperdicio de materiales, aumento de costos y pérdida de posicionamiento en el mercado. (Florez Ramirez, 2019) define la variabilidad como un fenómeno inherente a todo proceso de producción, que se evidencia al comparar los resultados con las especificaciones del producto. Esta variación puede deberse a la calidad de los insumos, la estabilidad del proceso o el factor humano. De manera complementaria, (Carlos Hernández Pedrera, 2016) afirma que la aplicación del CEP favorece la estabilidad y la reducción de la variabilidad, mejorando el desempeño del proceso y fortaleciendo la imagen competitiva de la empresa. La identificación y control de estas causas mediante análisis estadístico permiten detectar desviaciones y aplicar acciones correctivas oportunas.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como propósito resaltar la relevancia del empleo de herramientas estadísticas, particularmente gráficas de control y análisis multigráfico, para abordar de forma más rápida, objetiva y eficaz los principales problemas de variabilidad presentes en la confección textil. Con su implementación, se busca facilitar la toma de decisiones y la generación de propuestas de mejora continua, reduciendo el tiempo destinado a reuniones administrativas o técnicas, y promoviendo una eficiencia sostenida en los procesos productivos sin interrumpir la operación industrial.

METODOLOGÍA

El presente estudio utiliza un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), ya que, los diseños mixtos favorecen la triangulación de datos, la complementariedad entre métodos y la robustez de las conclusiones (Steven R. Terrell, 2012). En este estudio, se recolectaron y analizaron los datos cualitativos y cuantitativos, para luego integrarlos en la interpretación final, buscando ver coincidencias, discrepancias y complementos entre los resultados de ambos enfoques. El proceso metodológico siguió

seis etapas secuenciales: (1) diagnóstico y observación inicial en planta; (2) diseño de instrumentos para recolección de datos; (3) aplicación de entrevistas y cuestionarios; (4) recopilación de registros históricos; (5) organización de datos en Excel; (6) análisis estadístico; y (7) formulación de conclusiones y propuestas de mejora continua.

Recolección de información

La recolección de información se efectuó mediante dos actividades y dos instrumentos principales: entrevistas semiestructuradas con supervisores y operarios de producción, observación directa en planta que consistió en un recorrido por las líneas de confección para identificar condiciones y ergonomía operativas, métodos de confección, flujo de materiales, etc., que pudieran influir en la aparición de defectos. En cuanto a los instrumentos, fueron cuestionarios estructurados y registros históricos de defectos, respectivamente. El propósito del cuestionario fue de recolectar datos cuantitativos y cualitativos, lo que permitió cuantificar incidencias específicas. La construcción del instrumento se basó siguiendo recomendaciones metodológicas de estudios previos sobre diagnóstico industrial y control estadístico de procesos (Paola Castillo, et al., 2024). En la tabla 1, se observa de manera genérica y resumida los datos específicos del cuestionario.

Tabla 1. Cuestionario aplicado en la planta de confección es estudio.

Nº	Pregunta / Variable	Propósito o justificación	Tipo de variable	de Escala	Tipo de respuesta / ejemplo
1	Total de empleados en la planta	Dimensionar el tamaño organizacional.	Cuantitativa	Discreta	Numérica (entero)
2	Total de operarios por área del proceso	Determinar densidad de trabajo y carga operativa por estación.	Cuantitativa	Discreta	Numérica por área

3	Total de máquinas por área	Analizar capacidad instalada y posibles cuellos de botella.	Cuantitativa	Discreta	Numérica por área
4	Tiempo de operación diaria	Relacionar duración de jornada y fatiga con defectos.	Cuantitativa	Continua	8 h / 9.5 h / etc.
5	Producción promedio por jornada	Medir rendimiento productivo diario.	Cuantitativa	Continua	Cantidad de prendas por día
6	Cantidad promedio de defectos por día	Estimar frecuencia e impacto de defectos.	Cuantitativa	Discreta	Número promedio de prendas defectuosas
7	Cantidad de supervisores o encargados	Evaluar relación supervisor/operario y control de calidad.	Cuantitativa	Discreta	Numérica
8	Cantidad de encargados de calidad	Identificar recursos destinados al control del proceso.	Cuantitativa	Discreta	Numérica
9	Cantidad de áreas que conforman el proceso	Mapear flujo productivo y puntos críticos de control.	Cuantitativa	Discreta	Número total de áreas
10	Observaciones generales	Capturar comentarios relevantes no previstos.	Cualitativa	Abierta	Texto libre

Cada ítem del cuestionario se formuló para capturar una dimensión específica del sistema productivo. Las variables relativas a estructura organizacional (número total de empleados, operarios y supervisores) permiten estimar la densidad laboral y las proporciones jerárquicas, las cuales influyen en la supervisión

y control de calidad. Las variables de infraestructura (cantidad de máquinas por área y tiempo de operación diaria) aportan información sobre la capacidad instalada, los posibles cuellos de botella y la fatiga laboral, factores que inciden directamente en la tasa de defectos (Eduardo Pereira, 2014). Por su parte, las variables productivas y de desempeño (producción promedio diaria, cantidad promedio de defectos) constituyen los indicadores centrales del estudio, ya que permiten establecer relaciones cuantitativas entre productividad, variabilidad y calidad del producto. Finalmente, las preguntas sobre la distribución de áreas del proceso y los departamentos de la empresa proporcionan un mapa organizacional que facilita la identificación de puntos críticos dentro del flujo de producción y la comprensión de la estructura interna que interviene en la toma de decisiones sobre calidad. En conjunto, el cuestionario permite integrar variables humanas, técnicas y operativas dentro de un marco analítico orientado a la identificación de causas raíz y oportunidades de mejora continua en la confección de prendas.

Asimismo, se elaboró un concentrado de composturas de confección correspondiente a la planta objeto de estudio, el cual se presenta en la Figura 1. Este concentrado reúne los principales tipos de defectos registrados durante el proceso productivo, clasificados por etapa de confección (partes pequeñas, delantero, trasero y ensamble) y codificados según su naturaleza (C1-C28). La información fue obtenida de los registros históricos de producción y validada mediante observación directa y entrevistas con supervisores.

Figura 1. Concentrado de composturas de confección.

Bluring PRO								CONCENTRADO DE COMPOSTURAS DE CONFECCIÓN																Código: FO-CL-BLU-039				PLANTA				FECHA																							
																								Versión:02																															
																								Fecha de Rev.:Octubre 2024																															
PARTES PEQUEÑAS																								DELANTERO																ENSAMBLE															
Num	Operación	12:55:00 p.m.				5:55 p.m				Num	Operación	12:55:00 p.m.				5:55 p.m				Num	Operación	12:55:00 p.m.				5:55 p.m																													
		Código	Cantidad	Código	Cantidad	Código	Cantidad	Código	Cantidad			Código	Cantidad	Código	Cantidad	Código	Cantidad	Código	Cantidad			Código	Cantidad	Código	Cantidad	Código	Cantidad																												
1	S/h ojalea									14	Pegar y s/c ojalea									30	Cerrar entreguerna																																		
2	Doblado de secreta									15	s/c entrada de bolsa delantera									31	s/c entreguerna																																		
3	Doblado de bolsa									16	Hacer forma i									32	Cerrar costados																																		
4	Scalop									17	Pegar botonera									33	s/c costados																																		
5	Pegar Secreta, 2									18	s/c botonera									34	Presillar costados																																		
6	Presillar secreta									19	Figar etiqueta monash									35	Presillar entrada de bolsa																																		
7	Pegar visita a pocketin									20	Encuante delantero									36	Pegar Pretina																																		
8	S/c pocketin									21	Presillar delantero									37	s/c Pretina (sandwich)																																		
9	Preparar traba									22										38	Pegar Trabas																																		
10	Marca pinza									TRASERO												39	Hacer valenciana																																
11	Hacer pinza									23	Pegar cuchillas									40	Hacer cuadro																																		
12	S/c pinza									24	Encuante trasero									41	Hacer ojal																																		
13										25	Pegar bolsa trasera									42																																			
DEFECTOS	C1- Brinco	C8- Faltante	C15- Punta caída				C22- Jalada				26	Zda de bolsa trasera								TOTAL																																			
	C2- Tendida	C9- Patinado	C16- Fruncido				C23-				27	Pegar etiqueta TOP																																											
	C3- Cortada	C10- Sonrisa	C17- Descazado				C24-				28	Presillar bolsa trasera																																											
	C4- Safada	C11- Costura incompleta	C18- Pockrtin visible				C- 25																																																
	C5- Bajada	C12- Empalmes	C19- Sucio				C- 26																																																
	C6- Pestañuda	C13- Mala Apariencia	C20- Pocketin agarrado				C27																																																
	C7- Pinza	C14- Gasas	C21- Margen incorrecto				C28																																																

El concentrado permitió identificar patrones de recurrencia, zonas críticas de operación y categorías de defectos predominantes, sirviendo como base para la construcción de gráficos de Pareto, diagramas de control y análisis de capacidad del proceso. Además, facilitó la vinculación entre cada tipo de defecto y la sección específica de la prenda donde ocurre, lo cual resultó fundamental para el diseño de estrategias de mejora enfocadas y el análisis multigráfico posterior. Dicha sistematización de datos constituye un insumo esencial para el análisis estadístico posterior, donde se aplican herramientas del Control Estadístico de Procesos, como gráficas de control, histogramas y diagramas de Pareto, para cuantificar la frecuencia y severidad de los defectos y evaluar la estabilidad y capacidad del proceso.

Tipo y tamaño de muestra aplicado

Para el análisis cualitativo, se empleó muestreo por conveniencia: se entrevistó al encargado de planta, a dos encargadas de calidad y a dos supervisores (un responsable por línea), seleccionados por su conocimiento y responsabilidad en las zonas críticas. Para los análisis cuantitativos se trabajó con la base completa de registros de defectos disponible (tres meses), por lo que el análisis constituye un censo de los registros accesibles. Si se requiriera realizar un muestreo probabilístico entre operarios, la fórmula estándar para proporciones y la corrección por población finita muestran que, con una población estimada de 60 operarios, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 15% a 20%, sería suficiente muestrear entre 18 y 26 operarios; para mayor precisión ($e=10\%$) serían necesarios ≈ 38 operarios. De manera complementaria, se utilizaron los registros históricos de producción, los cuales contienen información detallada de los defectos registrados por lote, tipo, fecha y estación de trabajo.

Tratamiento de los datos

El tratamiento de los datos comenzó con la organización de la información en Microsoft Excel, empleando funciones de clasificación, filtrado y cálculo para estructurar los datos por variables (los tipos de defectos principalmente). Excel fue seleccionado por su accesibilidad y eficacia en el manejo preliminar de datos (Ardilu, 2025). Posteriormente, los datos fueron analizados con Minitab, software especializado en análisis estadístico y mejora de procesos, ampliamente utilizado en la industria manufacturera y en estudios de Control Estadístico de Procesos (ADN Lean, 2025).

Las técnicas aplicadas incluyeron gráficas de control para detectar causas especiales de variación (José Roberto, et al., 2020), diagrama de Ishikawa con ponderaciones de importancia, diagramas de embudo

invertido e histogramas, para analizar la dispersión de defectos, y diagramas de Pareto para priorizar causas relevantes (Claire Lamarre, 2019). La integración de resultados cualitativos y cuantitativos permitió verificar si las causas identificadas en las entrevistas y observaciones coincidían con los patrones estadísticos detectados, enriqueciendo los resultados numéricos con interpretaciones cualitativas relacionadas con factores humanos o de entorno.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

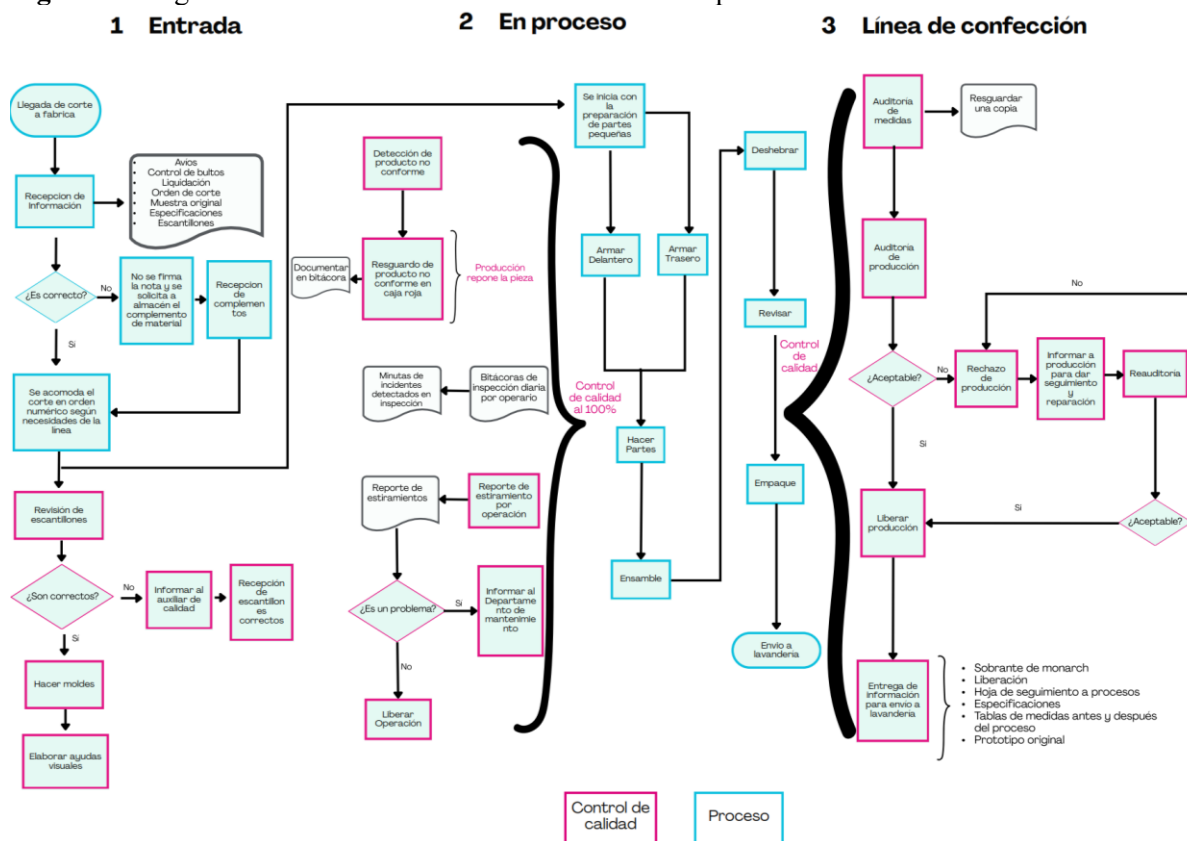
Diagrama del proceso

Los diagramas de procesos se emplean para entender cómo opera realmente un sistema, identificar pasos redundantes o innecesarios, y servir como base para análisis subsecuentes como, control estadístico o mejoras lean (Asana, 2025), asimismo, promueven la estandarización y la mejora continua, definir puntos de control y capacitar de forma coherente al personal nuevo, garantizando que las actividades se realicen conforme al proceso real y no a interpretaciones individuales (Tech Quality Pedia , 2022).

En este trabajo, el diagrama observado en la Figura 2 se construyó a partir del diagnóstico de campo y de la visita industrial, con participación de operarios, supervisores y personal técnico. Se incluyeron todas las etapas de confección de jeans: recepción de materia prima, habilitación, corte, costura, ensamblado, acabados, inspección final, empaque y despacho.



Figura 2. Diagrama resumido del sistema de confección de prendas “Jeans”.



El objetivo fue ubicar exactamente en qué estaciones o fases se concentran los defectos, para luego vincular esas etapas con los resultados estadísticos a continuación. De esta forma, el diagrama de proceso no solo facilitó visualizar todo el proceso, sino también determinar dónde ubicar los puntos críticos para monitorear o intervenir. Este diagrama también nos puede facilitar la detección de cuellos de botella, redundancias y puntos de inspección débiles, ya que al mapear secuencialmente cada operación se identifican los puntos donde se pierde tiempo o material, o donde es más probable que se produzcan defectos, lo que permite focalizar los recursos de mejora en las zonas críticas.

Registro de defectos

De acuerdo con la información histórica proporcionada por la empresa, se seleccionaron las categorías de composturas que presentaron la mayor incidencia de defectos durante un periodo anual de análisis. Estas siete categorías representan los principales tipos de no conformidades detectadas en el proceso de confección y constituyen la base para el estudio del comportamiento de los defectos a lo largo del tiempo. La Tabla 2 muestra la distribución mensual del número de defectos registrados para cada tipo de compostura durante los doce meses evaluados.

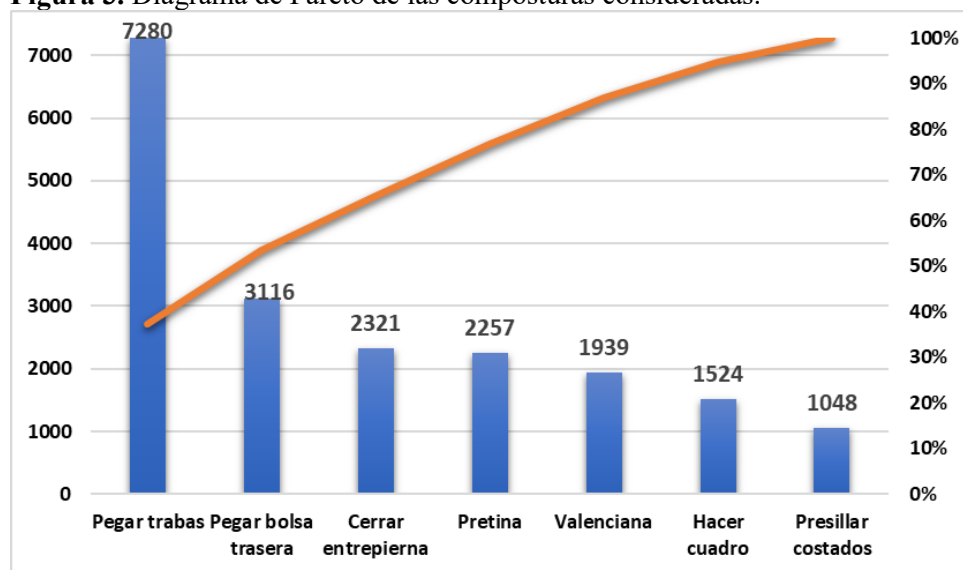
Tabla 2. Resumen de composturas más significativas de la empresa en estudio.

Operación	Pegar trabas	Pegar bolsa trasera	Pretina	Cerrar entrepierna	Valenciana	Hacer cuadro	Presillar costados
jun-24	802	726	438	158	225	444	167
jul-24	517	248	340	222	302	209	184
ago-24	646	461	441	292	252	211	199
sep-24	1327	168	250	380	256	124	90
oct-24	1252	487	344	382	332	145	98
nov-24	784	297	233	273	169	129	85
dic-24	640	358	102	78	166	110	41
ene-25	580	199	93	369	132	110	45
feb-25	732	172	16	167	105	42	139
mar-25	775	316	168	102	152	39	169
abr-25	682	271	277	61	138	17	123
may-25	557	106	203	68	140	27	142
TOTAL	7280	3116	2257	2321	1939	1524	1048

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta fundamental del control de calidad que permite identificar y priorizar las causas más significativas de los defectos en un proceso industrial. En la empresa textil analizada, el Pareto de composturas revela una fuerte concentración de problemas: cerca del 80% de los defectos provienen principalmente de tres operaciones tales como: pegar trabas (7,280 defectos), pegar bolsa trasera (3,116) y cerrar entrepierna (2,321), que en conjunto representan el 72% del total acumulado, tal como se observa en la Figura 3. Esto confirma el principio de Pareto o regla del 80-20, según el cual una pequeña proporción de causas genera la mayoría de los efectos (Manuel Yagüe, 2025). Dicho patrón implica que enfocar los esfuerzos de mejora en esas operaciones críticas tendría el mayor impacto en la reducción global de defectos.

Figura 3. Diagrama de Pareto de las composturas consideradas.



El análisis sugiere que pegar trabas y pegar bolsa trasera constituyen los principales focos de reproceso, incidiendo directamente en los costos, la productividad y la satisfacción del cliente. Según (Daryl Powell, et al., 2022), concentrar acciones correctivas en los puntos de mayor incidencia puede reducir de manera considerable el total de defectos, estabilizando el proceso y mejorando la eficiencia. En este caso, los altos niveles de defectos en esas operaciones se asocian con falla de calibración en máquinas de coser, variabilidad en los materiales y fatiga operativa, factores que también fueron identificados como causas relevantes en el diagrama de Ishikawa ponderado del presente estudio. Asimismo, la concentración de defectos en estas tareas específicas refleja una fuerte dependencia del componente humano. La habilidad manual, la coordinación y la precisión influyen directamente en la calidad de la costura, lo que coincide con lo señalado por (IBV, 2004), quienes destacan que la confección de prendas es una actividad altamente sensible a la variabilidad humana y a las condiciones ergonómicas. En comparación, otras operaciones como pretina (2,257 defectos), valenciana (1,939), hacer cuadro (1,524) y presillar costados (1,048) presentan una menor incidencia, pero su control preventivo sigue siendo esencial, ya que los defectos en etapas iniciales tienden a propagarse si no se detectan a tiempo.

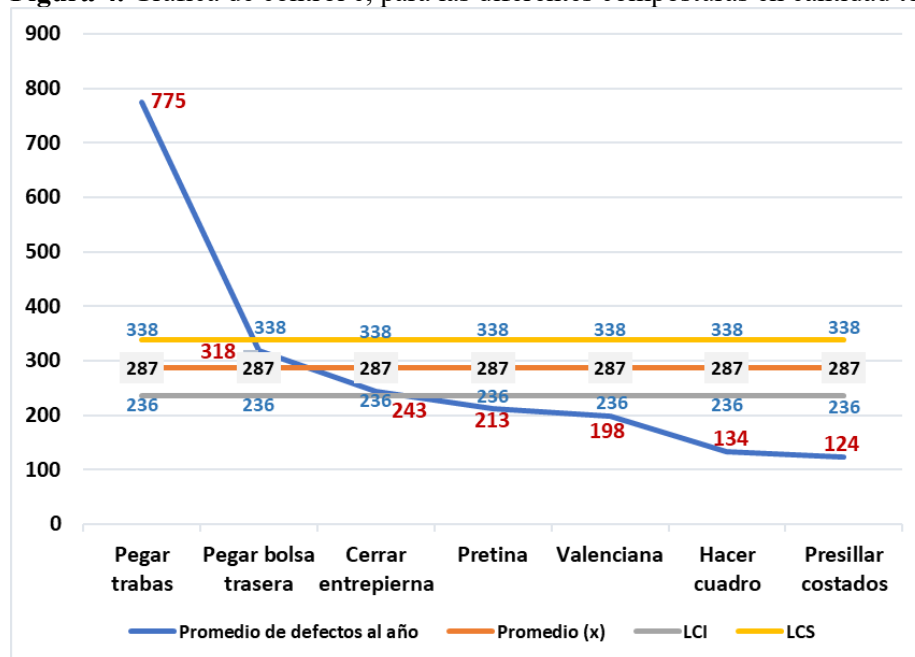
Los resultados del Pareto refuerzan la necesidad de un plan de acción jerarquizado, basado en la priorización de las causas críticas. Entre las medidas recomendadas destacan: (1) implementar mantenimiento preventivo en las máquinas involucradas en las operaciones de mayor incidencia, con verificación diaria de agujas, tensiones y calibraciones; (2) estandarizar procedimientos operativos

mediante fichas visuales actualizadas; (3) capacitar al personal en control visual, ergonomía y técnicas de costura estandarizadas; y (4) mantener un seguimiento estadístico continuo mediante gráficas de control tipo c, para detectar desviaciones mes a mes y prevenir la recurrencia de fallas.

Grafica de control C.

La gráfica de control tipo c, elaborada con los promedios anuales por tipo de compostura, indica una situación crítica: varias operaciones presentan valores fuera de los límites de control calculados bajo el supuesto de un promedio general. En particular, Pegar trabas, Pegar bolsa trasera y Hacer cuadro superan el límite superior de control (LCS), mientras que Presillar costados y Valenciana se ubican por debajo del límite inferior (LIC) tal como se observa en la Figura 4. Esta dispersión revela una alta variabilidad entre tipos de defectos, indicando la existencia de causas especiales asignables que no pueden explicarse por fluctuaciones aleatorias del sistema. Según los principios del Control Estadístico de Procesos (SPC), puntos fuera de $\pm 3\sigma$ no se deben a causas comunes, sino a factores específicos que deben investigarse y corregirse (Osvaldo Ferreira, et al., 2022). Este patrón confirma que el proceso global no se encuentra bajo control estadístico, situación reportada también en estudios textiles donde el SPC permitió identificar estaciones críticas y reducir defectos recurrentes.

Figura 4. Gráfica de control c, para las diferentes composturas en cantidad total promedio anual.



Entre las operaciones analizadas, Pegar trabas presenta el mayor promedio y excede el LCS con un margen considerable, por lo que debe considerarse prioridad de intervención. Esta operación podría

verse afectada por desajustes en máquina, tensiones de hilo, errores de calibración o falta de mantenimiento preventivo. Por otro lado, los valores bajos de Presillar costados y Valenciana podrían reflejar una menor incidencia de defectos, aunque también podrían deberse a subregistro o errores de inspección, por lo que conviene verificar la confiabilidad de los datos. En control estadístico, un punto fuera del límite inferior también amerita atención, ya que puede revelar un proceso sesgado o una evaluación deficiente.

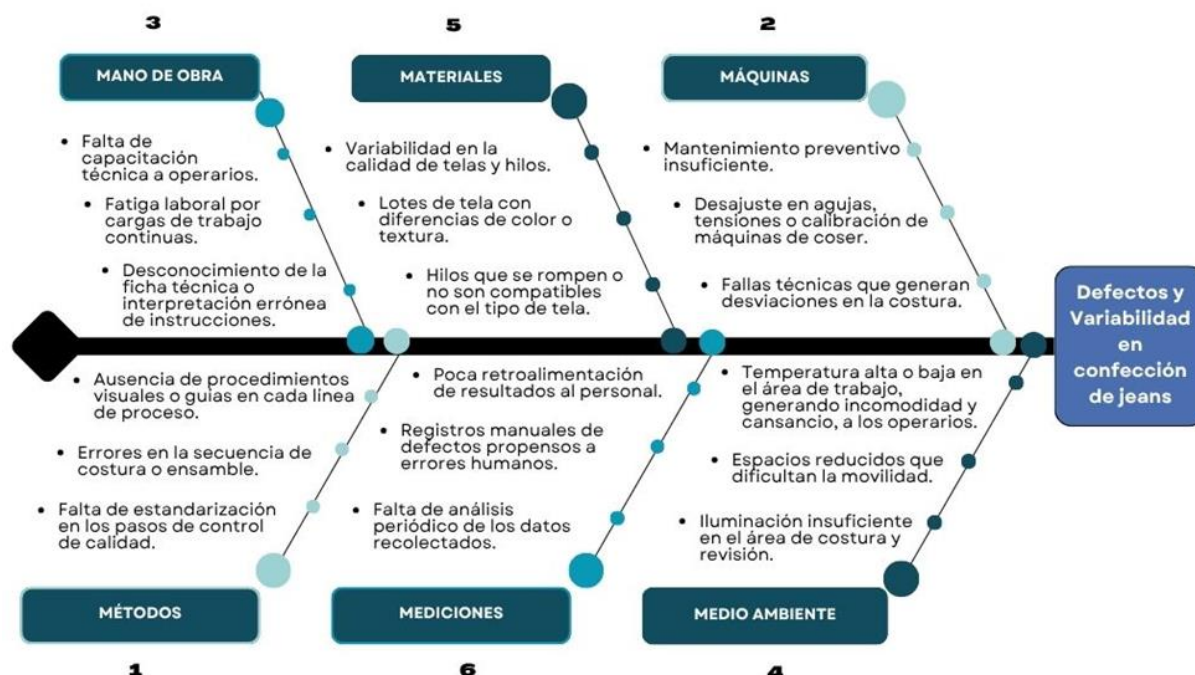
A partir del análisis se derivan cuatro acciones clave: (1) intervención focalizada en las operaciones con defectos sobre el LCS, especialmente Pegar trabas, Pegar bolsa trasera y Hacer cuadro; (2) investigación de causas asignables en dichas áreas críticas, considerando factores técnicos, humanos y materiales; (3) monitoreo SPC continuo posterior a la implementación de mejoras para confirmar la estabilidad del proceso; y (4) recalibración de límites y promedio una vez alcanzado un estado de control.

Diagrama de Ishikawa

En el presente estudio se elaboró un diagrama de Ishikawa ponderado (causa-efecto con valores numéricos de relevancia) para analizar las causas de defectos en la confección de jeans dentro de la empresa en estudio. La construcción del diagrama se sustentó en tres fuentes metodológicas: (1) el diagnóstico de campo obtenido durante la visita industrial, (2) el diagrama de flujo del proceso productivo y (3) los resultados cuantitativos del Pareto de defectos y las gráficas de control tipo c. El diagrama de flujo ayudó a localizar en qué etapa del proceso surgían los defectos más frecuentes, mientras que el Pareto permitió cuantificar su peso relativo.

Las ponderaciones numéricas (1 a 5) asignadas en el diagrama reflejan la relevancia relativa de cada categoría causal. En este estudio, los valores más bajos (1 y 2) indican mayor impacto o criticidad, mientras que los valores más altos (4 y 5) representan menor influencia o prioridad secundaria. Estas ponderaciones se determinaron combinando el peso porcentual obtenido del Pareto con la desviación promedio observada en las gráficas c (ver Figura 5). Este enfoque cuantitativo se fundamenta en la metodología del diagrama de Ishikawa ponderado, que integra medición numérica en un instrumento tradicionalmente cualitativo, además, su aplicación en industrias manufactureras ha demostrado utilidad para jerarquizar causas y orientar acciones correctivas de forma objetiva. (C Botezatu, et al., 2019).

Figura 5. Diagrama Ishikawa de causas raíz de las composturas consideradas.



Dentro de los resultados destacables se encuentran: la falta de estandarización y de procedimientos visuales o guías claras en las líneas de producción; desajustes en máquinas de coser, tensión errónea de hilos y calibraciones deficientes; variabilidad en la calidad de telas con hilos y diferencias en textura o color; condiciones ergonómicas inadecuadas (posturas estáticas o forzadas, mobiliario mal adaptado), como lo señalan estudios recientes realizados en la industria textil que muestran alta incidencia de molestias musculoesqueléticas y baja eficiencia cuando los puestos de trabajo no se adecuan a la antropometría del operario (O.T. Okareh, et al., 2021).

Estos factores no actúan de forma aislada: interactúan, provocando desviaciones en costura, alineaciones incorrectas, defectos recurrentes y mayor dispersión en los resultados de calidad. Por ejemplo, una máquina mal calibrada incrementa errores en costuras laterales; al mismo tiempo, operarios fatigados por condiciones poco ergonómicas cometen más errores en la secuencia de montaje, lo que agrava la variabilidad al final del proceso.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de las composturas con mayor frecuencia observadas, se logró establecer un sistema de toma de decisiones más preciso y fundamentado en la integración secuencial de cuatro herramientas clave: diagrama de flujo, diagrama de Pareto, gráfica de control tipo c y diagrama de Ishikawa. Esta propuesta metodológica que denominamos sinergia secuencial Diagrama de Proceso-Pareto-Gráfica de Control-Ishikawa, demuestra que su aplicación conjunta y ordenada permite evitar decisiones basadas en ensayo y error, al proporcionar una visión estructurada y objetiva de los problemas de calidad.

El diagrama de flujo permitió identificar cuellos de botella, redundancias y puntos de inspección débiles dentro del proceso; el Pareto facilitó la priorización de las categorías de defectos con mayor impacto; la gráfica de control confirmó la existencia de variabilidad fuera de control en determinadas operaciones; y finalmente, el Ishikawa, ponderado según la magnitud de los problemas detectados, señaló las causas raíz prioritarias a atender. Entre las más relevantes destacan la falta de guía para nuevos operarios, errores de secuencia en el ensamble por deficiente capacitación, ausencia de estandarización de procesos, mantenimiento preventivo inadecuado, mala calibración de máquinas y uso excesivo de herramientas fuera de su vida útil. Esto no solo optimiza la identificación de causas y la planeación de mejoras escalonadas, sino que también reduce significativamente el tiempo invertido en reuniones de coordinación entre supervisores, área de calidad y directivos.

La implementación del método sinérgico puede reducir el tiempo de reuniones de coordinación de 3 horas a menos de 30 minutos por jornada de 9.5 horas, lo que equivale a una mejora del 83.3% en eficiencia del proceso de toma de decisiones, o bien, a un incremento del 26% en disponibilidad de tiempo productivo para supervisión y control de calidad. En consecuencia, la aplicación secuencial de estas herramientas se consolida como una estrategia robusta para la mejora continua, el control estadístico y la optimización de la eficiencia productiva en el sector de confección textil.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADN Lean. (22 de 05 de 2025). *Cómo usar Minitab para el análisis de datos en la mejora de procesos.*

Obtenido de ADN Lean Business School: [https://adnlean.com/como-usar-minitab-para-el-analisis-de-datos-en-la-mejora-de-procesos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Minitab?,de%20repetibilidad%20y%20reproducibilidad%20\(R&R\)](https://adnlean.com/como-usar-minitab-para-el-analisis-de-datos-en-la-mejora-de-procesos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Minitab?,de%20repetibilidad%20y%20reproducibilidad%20(R&R))

Ardilu. (5 de 10 de 2025). *¿Qué es Microsoft Excel y para qué sirve? Funciones y características.*

Obtenido de <https://www.ardilu.com/guias/microsoft-excel-que-es>

Asana. (17 de 02 de 2025). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacerlo?* Obtenido de

<https://asana.com/es/resources/what-is-a-flowchart>

C Botezatu, et al. (2019). Use of the Ishikawa diagram in the investigation of some industrial processes.

Materials Science and Engineering, 1-8. doi:10.1088/1757-899X/682/1/012012

CAINANTEX. (13 de 09 de 2024). *Desarrollo y Tecnología en la Industria Textil Mexicana:*

Construyendo un Futuro Sostenible. Obtenido de <https://canaintex.org.mx/desarrollo-y-tecnologia-en-la-industria-textil-mexicana-construyendo-un-futuro-sostenible/>

Carlos Hernández Pedrera, F. D. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el

control de su calidad. *Tecnología Química*, 1.

Claire Lamarre. (6 de 8 de 2019). *¿Qué es un diagrama de Pareto? Definición y ejemplos.* Obtenido de

Tulip Interfaces: <https://tulip.co/es/blog/what-is-a-pareto-chart-definition-examples/#:~:text=Los%20diagramas%20de%20Pareto%20son,porcentaje%20acumulado%20de%20su%20aparici%C3%B3n.>

Daryl Powell, et al. (2022). Advancing zero defect manufacturing: A state-of-the-art perspective and

future research directions. *Computers in Industry*, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103596>

Eduardo Pereira. (07 de 2014). *ILUMNO.* Obtenido de Distribución en planta, cálculo y ubicación de

máquinas:
<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/916/LEC%20PROD%200016%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Farjana Parvin, et al. (26 de 08 de 2024). Ergonomic compatibility between sewing workstation and Bangladeshi apparel workers. *PubMed*, 1234-1249. doi:10.1080/10803548.2024.2385786
- FasterCapital. (12 de 05 de 2025). *Metodologia Lean como aplicar la metodologia Lean en su empresa y eliminar el desperdicio y la ineficiencia*. Obtenido de <https://fastercapital.com/es/contenido/Metodologia-Lean--como-aplicar-la-metodologia-Lean-en-su-empresa-y-eliminar-el-desperdicio-y-la-ineficiencia.html#Comprender-el-desperdicio-y-la-ineficiencia.html>
- Florez Ramirez, N. F. (2019). *Notas de control estadístico de la calidad*. La Habana: Universitaria.
- IBV. (2004). *Estudio de las condiciones ergonómicas del trabajo en el sector textil*. Obtenido de https://www.ibv.org/wp-content/uploads/2020/01/Estudio_sector_textil.pdf
- Indumex. (2 de 06 de 2024). *La Industria Textil Manufacturera en México: Innovación, Desafíos y Oportunidades*. . Obtenido de [Https://Indumex.Blog/Industria-General/La-Industria-Textil-Manufacturera-En-Mexico-Innovacion-Desafios-y-Oportunidades/#elementor-Toc__heading-Anch](https://Indumex.Blog/Industria-General/La-Industria-Textil-Manufacturera-En-Mexico-Innovacion-Desafios-y-Oportunidades/#elementor-Toc__heading-Anch)
- Innovación y Cualificación, S. L. (2018). *Técnicas básicas de corte, ensamblado y acabado de productos textiles*. (2 ed.). IC Editorial.
- Isaac Josué Lascano Guzmán, A. R. (01 de febrero de 2025). *ESTUDIO LEAN SIX SIGMA EN LOS PROCESOS DE CORTE Y*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/729d0e32-ae85-4a60-a44f-298363b0d775/content>
- José Roberto, et al. (2020). Monitoring process variability through XR Charts, a statistical application guide. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 7(14), 1-15.
- Lopez, J. A. (01 de 06 de 2020). *Automatización de los departamentos de Producción y Almacén de la Industria Textil de Xalacingo S.A. de C.V.* Obtenido de <https://es.scribd.com/document/794028280/Del-Rosario-Lopez-Juan-Antonio>
- Manuel Yagüe. (19 de 03 de 2025). *El Principio de Pareto (Regla 80/20) y su aplicación en la cadena de suministro*. Obtenido de Slimstock: <https://www.slimstock.com/es/blog/el-principio-de-pareto-regla-80-20/>



- Nahla, et al. (2025). Using Pareto Diagram to Improve Textile Product Quality: A Case Study. *International Design Journal*, 345-350. doi: 10.21608/idj.2025.379894.1321
- O.T. Okareh, et al. (2021). Prevalence of ergonomic hazards and persistent work-related musculoskeletal pain among textile sewing machine operators. *Safety Science*, 1-8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105159>
- Osvaldo Ferreira, et al. (17 de 05 de 2022). *El control estadístico de procesos, desde Walter Shewhart al día de hoy*. Obtenido de <https://www.claseejecutiva.com.mx/blog/articulos/control-estadistico-de-procesos/>
- Paola Castillo, et al. (06 de 2024). Content validity of a measurement instrument to measure success in TPM implementation. *Ride*, 1-24. doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1928>
- Portos, I. (1992). *Pasado y presente de la industria textil en Mexico*. Primera edición, Vol. 1. @Editorial Nuestro Tiempo. S. A.
- Prat Bartés, A. T.-M. (2015). *Métodos estadísticos: control y mejora de la calidad*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Steven R. Terrell. (2012). Mixed-Methods Research Methodologies. *The Qualitative Report*, 254-280. doi:<https://doi.org/10.46743/2160-3715/2012.1819>
- Tech Quality Pedia . (24 de 04 de 2022). *Process flow chart in manufacturing | Symbols for process flow chart*. Obtenido de <https://techqualitypedia.com/process-flow-chart-in-manufacturing/>

