

DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS

Mejoramiento de los procesos productivos en la empresa Raptor's Sport S.A.S.

Pedro Luis García Romero

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Fabio Adolfo Velasco Sossa

Magíster en administración de empresas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2026

Tabla de contenido

Introducción	15
1 Planteamiento del problema.....	16
2 Identificación de la empresa	18
2.1 Información general.....	18
2.2 Descripción del proceso de producción de uniformes personalizados	19
3 Objetivos.....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 Marco de referencia	21
4.1 Marco de antecedentes.....	21
4.2 Marco teórico	22
4.2.1 Proceso productivo.....	22
4.2.2 Capacidad instalada.....	23
4.2.3 Cuello de botella.....	23
4.2.4 Eficiencia y productividad	24
4.2.5 Calidad y control de errores	24
4.2.6 Planeación de la producción.....	25
5 Metodología.....	25

5.1	Tipo de investigación	25
5.2	Enfoque metodológico	26
5.3	Implementación de las propuestas	26
5.4	Evaluación y seguimiento	26
6	Diagnóstico	27
6.1	Metodología del diagnóstico.....	27
6.2	Recolección de la información.....	27
6.2.1	Descripción general del proceso productivo	27
6.2.2	Producto seleccionado para el análisis.....	28
6.2.3	Entrevistas a responsables de área	29
6.2.4	Descripción de la orden de trabajo.....	30
6.2.5	Observación directa del proceso	31
6.2.6	Medición de tiempos estándar.....	33
6.2.7	Recopilación de información sobre errores en producción.....	34
6.2.8	Herramientas tecnológicas utilizadas: ERP y Power BI.....	35
6.3	Análisis de la información	38
6.3.1	Análisis de tiempos y capacidad instalada	38
6.3.2	Rendimiento del área de diseño	39
6.3.3	Resultados del control de errores	41

6.3.4	Diagrama de Ishikawa.....	42
6.4	Hallazgos del diagnóstico	44
7	Formulación de las propuestas de mejoramiento.....	45
8	Plan de mejoramiento de procesos.....	47
8.1	Automatización de la transcripción de datos en el proceso de diseño gráfico.....	48
8.1.1	Problemática que se pretende resolver	48
8.1.2	Propuesta	49
8.1.3	Objetivos de la mejora.....	49
8.1.4	Plan de implementación	50
8.2	Especialización del área de diseño gráfico mediante estructuración en línea de producción	
	50	
8.2.1	Problemática que se pretende resolver	50
8.2.2	Propuesta	51
8.2.3	Objetivos de la mejora.....	52
8.2.4	Plan de implementación	52
8.3	Control de desempeño individual y sistema de bonificaciones en el área de diseño gráfico	
	53	
8.3.1	Problemática que se pretende resolver	53
8.3.2	Propuesta	54
8.3.3	Objetivos de la mejora.....	54

8.3.4	Plan de implementación	55
8.4	Unificación de la información de pagos en el sistema ERP	56
8.4.1	Problemática que se pretende resolver	56
8.4.2	Propuesta	56
8.4.3	Objetivos de la mejora.....	57
8.4.4	Plan de implementación	57
8.5	Implementación de una política de flexibilidad operativa y gestión de capacidad productiva	58
8.5.1	Problemática que se pretende resolver	58
8.5.2	Propuesta	59
8.5.3	Objetivos de la mejora.....	59
8.5.4	Plan de implementación	60
8.6	Implementación de un sistema de planificación y control de la producción basado en fechas de entrega.....	61
8.6.1	Problemática que se pretende resolver	61
8.6.2	Propuesta	61
8.6.3	Objetivos de la mejora.....	62
8.6.4	Plan de implementación	63
9	Implementación de las propuestas del plan de mejoramiento	64

9.1	Implementación de la automatización de la transcripción de datos en el proceso de diseño gráfico	64
9.1.1	Diseño e implementación	64
9.1.2	Monitoreo continuo	66
9.2	Implementación de la especialización del área de diseño gráfico mediante una línea de producción.....	67
9.2.1	Diseño e implementación	67
9.2.2	Monitoreo continuo	69
9.2.3	Diseño e implementación	69
9.2.4	Monitoreo continuo	72
9.3	Implementación del sistema de validación de pagos en el ERP	73
9.3.1	Diseño e implementación	73
9.3.2	Monitoreo continuo	76
9.4	Implementación de la política de flexibilidad operativa y gestión de capacidad productiva	76
9.4.1	Diseño e implementación	76
9.4.2	Monitoreo continuo	78
9.5	Implementación del sistema de planificación y control de la producción mediante dashboard en Power BI	79
9.5.1	Diseño e implementación	79

9.5.2	Monitoreo continuo	82
10	Evaluación de las mejoras implementadas	82
10.1	Resultados de la automatización de la transcripción de datos	84
10.2	Resultados de la especialización del área de diseño gráfico.....	86
10.3	Resultados del sistema de control de desempeño y bonificaciones	88
10.4	Resultados del sistema de validación de pagos.....	90
10.5	Resultados de la política de flexibilidad operativa y gestión de capacidad	92
10.6	Resultados del cumplimiento de la promesa de entrega	94
11	Conclusiones	96
12	Recomendaciones	98
	Referencias Bibliográficas	101

Lista de figuras

Figura 1 Cantidad de prendas por línea (abril 2024 - mayo 2025).....	29
Figura 2 Volumen de producción mensual.....	32
Figura 3 Estructura de las principales tablas de la base de datos.	36
Figura 4 Cumplimiento a la promesa 2025.....	37
Figura 5 Rendimiento real del área de diseño gráfico	39
Figura 6 Diagrama de Ishikawa.....	44
Figura 7 Resultado transcripción automatizada.....	65
Figura 8 Diagrama de flujo macro de transcripción.....	66
Figura 9 Ejemplo dashboard personal.	71
Figura 10 Esquema de interacción entre las tablas de pagos, aplicaciones y órdenes en el sistema ERP	74
Figura 11 Matriz de rotación de operarios entre estaciones de trabajo.....	78
Figura 12 Dashboard estado de la producción.....	81
Figura 13 Evolución del porcentaje de errores y volumen de producción	85
Figura 14 Evolución del porcentaje de errores en diseño maestro y volumen diario de consecutivos.....	87
Figura 15 Evolución del puntaje promedio de productividad del equipo de diseño.....	89
Figura 16 Evolución de la duración promedio en la fase de validación de pagos (días).....	91
Figura 17 Evolución de la productividad por HMOD y número de operarios	93

Figura 18 Evolución del cumplimiento de la promesa de entrega..... 95

Lista de tablas

Tabla 1 Cumplimiento de objetivos	14
Tabla 2 Jerarquía de la unidad de trabajo.....	31
Tabla 3 Capacidad instalada por estación de trabajo.	38
Tabla 4 Resumen del control de errores.....	41
Tabla 5 Hallazgos del diagnóstico.....	45
Tabla 6 Formulación de propuestas de mejoramiento.....	46
Tabla 7 Análisis viabilidad bonificaciones salariales.....	72
Tabla 8 Capacidad instalada por área del sistema productivo.....	77
Tabla 9 Indicadores de seguimiento de las propuestas de mejora.....	83
Tabla 10 Evolución del porcentaje de errores y volumen de producción	84
Tabla 11 Evolución del porcentaje de errores en diseño maestro y volumen diario de consecutivos.....	87
Tabla 12 Evolución del puntaje promedio de productividad del equipo de diseño	89
Tabla 13 Evolución de la duración promedio en la fase de validación de pagos (días).....	91
Tabla 14 Evolución de la productividad por HMOD y número de operarios	93
Tabla 15 Evolución del cumplimiento de la promesa de entrega.....	95

Lista de apéndices

Apéndice A. Carta de cumplimiento de objetivos.

Apéndice B. Toma de tiempos.

Apéndice C. Código VBA.

Los apéndices están disponibles en el repositorio institucional.

Resumen

Título: Mejoramiento de los procesos productivos en la empresa Raptor's Sport S.A.S.*

Autor: Pedro Luis Garcia Romero **

Palabras clave: Mejoramiento de procesos, planeación operativa, automatización.

Descripción: El presente proyecto tuvo como objetivo implementar un plan de mejoramiento en el proceso de producción de uniformes deportivos de la empresa Raptor's Sport S.A.S., con el propósito de incrementar la eficiencia operativa y la calidad del producto final. Inicialmente, se realizó un diagnóstico del sistema productivo, identificando problemáticas relacionadas con errores en la personalización de prendas, fallas en diseños maestros, baja productividad en el área de diseño, retrasos en la validación de pagos, tiempos ociosos en distintas estaciones de trabajo y bajo cumplimiento en las fechas de entrega.

Con base en el diagnóstico, se diseñó e implementó un conjunto de mejoras orientadas a optimizar el desempeño del proceso, entre las cuales se incluyeron la automatización de la transcripción de datos mediante macros en CorelDRAW, la estructuración de una línea de producción en el área de diseño gráfico, la implementación de un sistema de control de desempeño con bonificaciones, la centralización de la información de pagos en el ERP, la adopción de políticas de flexibilidad operativa y el desarrollo de herramientas de análisis y control mediante Power BI.

Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el desempeño del sistema, destacando la reducción de errores de transcripción del 6,5% a valores inferiores al 1%, la disminución de errores en diseño maestro a niveles inferiores al 0,5%, el incremento en la productividad del área de diseño, la reducción de los tiempos de validación de pagos a menos de 0,5 días, el aumento de la productividad por HMOD de 2,3 a 3 prendas por hora y el incremento del cumplimiento de la promesa de entrega de aproximadamente 40% a niveles superiores al 90%.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Fabio Adolfo Velasco Sossa. Magíster en administración de empresas.

Abstract

Title: Improvement of Production Processes at Raptor's Sport S.A.S. *

Author: Pedro Luis García Romero **

Keywords: Process Improvement, operational planning, automatization.

Description: This project aimed to implement an improvement plan in the production process of sports uniforms at Raptor's Sport S.A.S., with the purpose of increasing operational efficiency and improving the quality of the final product. Initially, a diagnostic analysis of the production system was conducted, identifying issues related to garment personalization errors, failures in master designs, low productivity in the design area, delays in payment validation, idle times across different workstations, and low compliance with delivery deadlines.

Based on this diagnosis, a set of improvement initiatives was designed and implemented to optimize process performance. These included the automation of data transcription through macros in CorelDRAW, the structuring of a production line within the graphic design area, the implementation of a performance control system with bonuses, the centralization of payment information within the ERP system, the adoption of flexible workforce policies, and the development of monitoring and analytical tools using Power BI.

The results demonstrated significant improvements in system performance, including a reduction in transcription errors from 6.5% to values below 1%, a decrease in master design errors to levels below 0.5%, increased productivity in the design area, a reduction in payment validation times to less than 0.5 days, an increase in labor productivity from 2.3 to 3 garments per hour, and an improvement in on-time delivery performance from approximately 40% to levels exceeding 90%.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Fabio Adolfo Velasco Sossa. Master's Degree in Business Administration.

Cumplimiento de objetivos**Tabla 1***Cumplimiento de objetivos*

Objetivo	Ítem donde se ejecuta
Realizar un diagnóstico de los procesos operativos del área de producción para identificar falencias y oportunidades de mejora.	Capítulo 6
Diseñar un plan de mejoramiento con base en el diagnóstico, que incluya herramientas aplicables a la operación, gestión y control de la producción.	Capítulo 8
Implementar las propuestas del plan de mejoramiento en las áreas de diseño, producción y validación.	Capítulo 9
Formular indicadores que permitan evaluar los resultados e impactos de las acciones ejecutadas.	Capítulo 10

Introducción

Raptor's Sport S.A.S. es una empresa del sector textil fundada en 2010 en la ciudad de Piedecuesta, Santander. Dedicada al diseño, personalización y confección de uniformes deportivos y prendas sublimadas, así como a la prestación de servicios de impresión, sublimación y corte para terceros, la compañía ha mostrado una evolución exponencial en su capacidad productiva. Hasta el año 2023, sus operaciones se desarrollaban en una vivienda adaptada como planta; sin embargo, en 2024 inició actividades en una bodega industrial, lo que marcó un punto de inflexión en su proceso de crecimiento.

A lo largo de los años, la gerencia de la empresa ha mantenido una política de inversión continua en tecnología con el fin de mantenerse a la vanguardia en el sector. Esto se ha reflejado en la adquisición de maquinaria especializada como cortadoras láser automatizadas y sistemas de impresión de alta capacidad, permitiendo mejoras sustanciales en calidad y productividad. No obstante, este crecimiento acelerado también ha expuesto debilidades en la estructura operativa y de producción.

Entre los principales problemas identificados por la gerencia se destacan: errores frecuentes en la etapa de diseño gráfico que solo se detectan después de haber sublimado y cortado la tela, lo cual genera pérdidas considerables en materias primas y HMOD; un desbalance crítico en la cadena productiva que ocasiona acumulación excesiva de trabajo en la etapa inicial del proceso, mientras áreas como costura, al final del proceso, permanecen sin carga laboral; y un incumplimiento sistemático en los tiempos de entrega al cliente, con órdenes que deben procesarse en 3 o 4 días, pero están siendo programadas a plazos de hasta un mes debido al represamiento interno.

Pese a que la empresa cuenta con una demanda creciente —al punto que ha debido rechazar nuevos clientes y frenar campañas de marketing— la gerencia ha decidido priorizar la estabilización del sistema productivo antes de escalar su operación. Actualmente, la capacidad instalada permite duplicar o incluso triplicar la producción, simplemente ampliando la cobertura horaria de uso de la maquinaria. Sin embargo, para ello es indispensable implementar mejoras sustanciales en la planificación, estandarización, seguimiento y equilibrio de los procesos.

Este proyecto se formula como una respuesta estructurada a dichas necesidades. A través de un diagnóstico detallado, el diseño de propuestas de mejora alineadas con las capacidades actuales, y la implementación de soluciones tecnológicas y organizacionales, se busca optimizar los procesos productivos de Raptor's Sport S.A.S. y sentar las bases para una expansión sostenible, eficiente y competitiva.

1 Planteamiento del problema

Raptor's Sport S.A.S. ha experimentado un crecimiento acelerado en los últimos años, lo cual ha puesto en evidencia una serie de deficiencias estructurales en sus procesos productivos. A pesar de contar con una demanda creciente, maquinaria especializada y personal capacitado, la empresa enfrenta dificultades significativas que afectan su eficiencia operativa, su capacidad de respuesta y su cumplimiento con los clientes.

Uno de los problemas más críticos es el represamiento de trabajo en la primera estación del proceso productivo: el área de diseño gráfico. Actualmente, las órdenes se programan con tiempos de entrega de hasta un mes, cuando, de acuerdo con la gerencia, el ciclo completo de producción no debería superar los tres o cuatro días. Esta acumulación de trabajo en diseño afecta la cadena de producción completa, ya que impide que las siguientes áreas —impresión,

sublimación, corte, armado y costura— reciban a tiempo los insumos necesarios para operar, generando tiempos muertos y una baja utilización de la capacidad instalada.

Además, se presentan errores frecuentes en la personalización de las prendas, especialmente en nombres, números y diseños gráficos. Estos errores suelen detectarse después de que las telas han sido sublimadas y cortadas, lo cual implica la pérdida irreversible de materiales como papel, tela e insumos de impresión, así como del tiempo productivo de varias áreas. Aunque no se cuenta con un registro sistemático de estas pérdidas, se han documentado casos puntuales con costos cercanos a un salario mínimo mensual legal vigente.

Otro factor que limita la mejora continua es la falta de indicadores clave de desempeño (KPIs) y la escasa utilización de la información generada por el sistema ERP. Actualmente, no existen mecanismos formalizados para medir el cumplimiento de entregas, la frecuencia de errores, la productividad por operario o el impacto de los reprocesos, lo que dificulta la toma de decisiones informada y la identificación oportuna de oportunidades de mejora.

Estas falencias también han comenzado a impactar la relación con los clientes. En varios casos, las demoras en la producción han generado inconformidad, especialmente cuando las prendas no llegan a tiempo para eventos específicos como competencias deportivas. Esto ha llevado incluso a la cancelación de órdenes y a la solicitud de reembolsos, lo cual afecta tanto la rentabilidad como la reputación de la empresa.

La gerencia ha manifestado su intención de escalar la operación y atender una mayor demanda; sin embargo, reconoce que antes de ampliar su capacidad productiva es necesario estabilizar y optimizar los procesos actuales. Por lo tanto, se hace urgente desarrollar un plan de mejoramiento estructurado que permita diagnosticar con claridad las causas de los problemas

actuales, formular propuestas concretas de solución y sentar las bases para una operación más eficiente, confiable y alineada con el crecimiento proyectado.

2 Identificación de la empresa

2.1 Información general

Raptor's Sport S.A.S. es una empresa colombiana dedicada a la fabricación de uniformes deportivos personalizados y a la prestación de servicios de impresión y sublimación textil a escala industrial. La organización fue fundada en el año 2010 en el municipio de Piedecuesta, Santander, como un emprendimiento personal, orientado inicialmente a atender necesidades locales en la producción de prendas deportivas.

Durante sus primeros años de operación, la empresa desarrolló sus actividades en una instalación de tipo residencial, lo que limitaba su capacidad productiva y su potencial de crecimiento. Sin embargo, gracias al incremento sostenido de la demanda y al posicionamiento progresivo en el mercado, la organización logró consolidar su modelo de negocio, lo que permitió, hace aproximadamente tres años, su traslado a una bodega industrial, marcando un punto de inflexión en su desarrollo operativo.

En la actualidad, Raptor's Sport S.A.S. cuenta con una planta de producción estructurada y un equipo de aproximadamente 50 empleados, lo que le permite atender clientes a nivel nacional. La empresa se ha consolidado como una de las más representativas en su sector dentro del departamento de Santander, destacándose por su capacidad de respuesta, nivel de personalización y calidad en sus productos.

Su portafolio de servicios incluye, por un lado, la fabricación de uniformes deportivos personalizados, que abarca desde el diseño gráfico hasta la confección final de las prendas, y por otro, la prestación de servicios industriales de impresión y sublimación textil para terceros. Esta

diversificación le permite aprovechar economías de escala en sus procesos productivos y maximizar el uso de su capacidad instalada.

2.2 Descripción del proceso de producción de uniformes personalizados

El proceso de producción de uniformes deportivos personalizados en Raptor's Sport S.A.S. se caracteriza por ser un flujo secuencial que integra diferentes etapas especializadas, desde la definición del diseño hasta la entrega del producto final. Este proceso se distingue por su alto nivel de personalización, ya que cada orden puede incluir variaciones en diseños, tallas, nombres y números, lo que incrementa la complejidad operativa.

El proceso inicia con la gestión comercial, en la cual se recopila la información del cliente, incluyendo el diseño aprobado, las especificaciones técnicas de las prendas, las tallas requeridas y los listados de personalización (nombres y números). Esta información es registrada en el sistema ERP, donde se genera una orden de producción con un identificador único que permite su trazabilidad a lo largo de todo el proceso.

Posteriormente, se realiza la fase de validación, en la cual se verifica la consistencia de la información registrada y se confirma el pago inicial requerido para dar inicio a la producción. Una vez validada la orden, se establece una fecha de entrega de acuerdo con la capacidad productiva y la programación vigente.

La siguiente etapa corresponde al diseño gráfico, donde se desarrollan las adaptaciones necesarias del diseño base aprobado por el cliente. Este proceso incluye la conversión de colores a los perfiles de impresión adecuados, la elaboración de los diseños maestros para las diferentes tallas y la personalización de cada prenda mediante la incorporación de nombres y números. Finalmente, los archivos son organizados y preparados para su envío al área de impresión.

En la fase de impresión, los diseños digitales son procesados y transferidos a papel mediante impresoras de gran formato, organizando los archivos de manera eficiente para optimizar

el uso del material. Posteriormente, en la etapa de sublimación, los diseños impresos son transferidos a la tela mediante procesos térmicos, asegurando la fijación de los colores y la calidad del acabado.

Una vez sublimadas, las telas pasan al proceso de corte, donde se utilizan equipos de corte láser con reconocimiento de formas para obtener las piezas correspondientes a cada prenda. Estas piezas son organizadas por orden y preparadas para su ensamblaje.

En la etapa de armado, se agrupan las piezas necesarias para cada prenda y se realiza una verificación preliminar de calidad, identificando posibles inconsistencias antes de su paso a costura. Posteriormente, en la fase de costura, se ensamblan las prendas completas mediante líneas de producción organizadas por subprocesos.

Finalmente, las prendas pasan a la etapa de revisión y empaque, donde se realiza una inspección final de calidad, se corrigen posibles defectos menores y se organizan las prendas para su entrega. El proceso concluye con el despacho de las órdenes al cliente, coordinando la logística de envío según las condiciones acordadas.

Este proceso productivo, al involucrar múltiples etapas interdependientes y un alto grado de personalización, requiere un control riguroso de la información, la coordinación entre áreas y una adecuada gestión de los recursos, lo que justifica la implementación de estrategias de mejora orientadas a optimizar su desempeño.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar un plan de mejoramiento en el proceso de producción de uniformes deportivos de la empresa Raptor's Sport S.A.S.

3.2 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico del proceso de producción actual de la empresa Raptor's Sport S.A.S., con el fin de identificar problemas, falencias y oportunidades de mejora.

Diseñar un plan de mejora en el proceso productivo, incorporando herramientas tecnológicas y metodologías de gestión que permitan incrementar la eficiencia.

Implementar las mejoras en el proceso que hayan sido aprobadas por la gerencia general de la empresa.

Formular indicadores que permitan el seguimiento y control del plan de mejora propuesto.

Socializar el plan de mejora con las áreas involucradas en la producción, con el fin de asegurar su adecuada adopción y sostenibilidad.

4 Marco de referencia

4.1 Marco de antecedentes

En los últimos años se han desarrollado diferentes trabajos de grado que abordan problemáticas similares en el sector textil y de confecciones, los cuales resultan pertinentes como referencia para este proyecto.

Polanco Pulido (2024), en la Universidad El Bosque, realizó un diagnóstico del proceso de teñido en una fábrica textil colombiana, con el propósito de identificar las principales ineficiencias y formular acciones de mejora. El autor encontró falencias asociadas a la falta de estandarización de procedimientos y a la ausencia de indicadores de desempeño que permitieran un control

adecuado del proceso. Este trabajo es relevante, ya que resalta la importancia de establecer herramientas de medición y de control, aspectos igualmente necesarios en el contexto de la empresa Raptor's Sport para garantizar un seguimiento sistemático de su cadena productiva.

Por su parte, López Tabares y Rudas Arango (2024), en la Institución Universitaria Antonio José Camacho, desarrollaron un plan de mejora para el proceso de servicios de producción en la empresa Supertex S.A., ubicada en Yumbo–Valle. En este diagnóstico se identificaron problemas relacionados con la programación de la producción, la saturación de ciertas áreas y la carencia de mecanismos para balancear la carga de trabajo. Este antecedente se vincula directamente con la situación de Raptor's Sport, donde también se evidencian represamientos en etapas iniciales del proceso y tiempos ociosos en las estaciones finales, lo que resalta la vigencia del problema de balanceo de línea en el sector.

Finalmente, Anaya (2024), en la Universidad de Santander (UNDESUR), analizó la distribución de planta en empresas del sector textil en Valledupar. Su investigación destacó que la disposición física de los equipos y estaciones de trabajo tiene una influencia directa en la eficiencia del flujo de producción, identificando cuellos de botella ocasionados por layouts inadecuados. Este aporte resulta clave para el presente proyecto, dado que la reciente reubicación de Raptor's Sport a una bodega industrial exige un análisis detallado del layout, con el fin de optimizar los recorridos de materiales y reducir tiempos improductivos.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Proceso productivo

El proceso productivo constituye el conjunto de actividades necesarias para transformar insumos en bienes o servicios, siguiendo una secuencia lógica y planificada. En el ámbito industrial, la correcta definición del flujo de trabajo es esencial para garantizar la eficiencia, la

calidad y la satisfacción del cliente. Heizer, Render y Munson (2020) señalan que la gestión de procesos implica decidir la secuencia de operaciones, los recursos a utilizar y la disposición de las instalaciones, de manera que se logre un equilibrio entre costo, calidad, flexibilidad y rapidez.

Desde una perspectiva más analítica, Hopp y Spearman (2011) destacan que el estudio del flujo de materiales e información dentro de un sistema permite identificar retrasos, acumulación de inventario y desequilibrios que afectan directamente la capacidad de respuesta de la organización.

4.2.2 Capacidad instalada

La capacidad instalada se refiere al volumen máximo de producción que una planta puede alcanzar bajo condiciones normales de operación. Este concepto es clave para la planeación de la producción, ya que define los límites de lo que la empresa puede prometer al mercado. Según Nahmias y Olsen (2015), la capacidad depende de factores como el número de máquinas disponibles, la fuerza laboral, los turnos de trabajo y la eficiencia de los procesos. Heizer et al. (2020) añaden que la capacidad instalada no es estática, pues puede variar en función de la disponibilidad de recursos, la implementación de nuevas tecnologías y las políticas laborales. Una planificación adecuada de la capacidad permite reducir los costos asociados a la sobreutilización o subutilización de los recursos.

4.2.3 Cuello de botella

Un cuello de botella es aquel punto del proceso que limita el rendimiento global del sistema al restringir el flujo de producción. Su presencia genera retrasos, acumulación de inventario en proceso y pérdida de eficiencia. Hopp y Spearman (2011) enfatizan que el análisis de cuellos de botella es fundamental para comprender la dinámica de los sistemas productivos, ya que la capacidad total siempre estará determinada por la estación de trabajo más lenta o saturada.

Identificar y gestionar estos puntos críticos permite mejorar significativamente los tiempos de entrega y la productividad general.

4.2.4 Eficiencia y productividad

La eficiencia y la productividad son conceptos centrales en la gestión de operaciones. La eficiencia se refiere al uso óptimo de los recursos para alcanzar un objetivo, mientras que la productividad mide la relación entre los outputs producidos y los inputs empleados. Heizer, Render y Munson (2020) señalan que la productividad es uno de los indicadores más importantes del desempeño organizacional, pues refleja la capacidad de transformar insumos en productos de manera rentable. Desde un enfoque cuantitativo, Nahmias y Olsen (2015) destacan que medir la productividad en distintos niveles (operario, máquina o planta) permite identificar áreas de mejora y evaluar el impacto de cambios tecnológicos o de gestión. Una mayor productividad implica menores costos unitarios y mayor competitividad en el mercado.

4.2.5 Calidad y control de errores

La calidad en los procesos productivos se entiende como el grado en que un producto o servicio cumple con las especificaciones y expectativas del cliente. Según Heizer et al. (2020), el control de calidad no solo implica inspección final, sino que debe estar integrado en cada etapa del proceso. El enfoque de gestión de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés) resalta la importancia de la prevención de errores, el mejoramiento continuo y la participación de todos los niveles de la organización. Hopp y Spearman (2011) agregan que los errores en etapas iniciales, como el diseño o la planeación, pueden tener un efecto multiplicador en las etapas posteriores, generando costos elevados de retrabajo o desperdicio. Por lo tanto, establecer mecanismos de detección temprana y trazabilidad de errores es esencial para la sostenibilidad del sistema productivo.

4.2.6 Planeación de la producción

La planeación de la producción constituye el proceso mediante el cual se determinan los recursos necesarios y las actividades a realizar para cumplir con la demanda de los clientes en tiempo y forma. Nahmias y Olsen (2015) subrayan que una planeación efectiva requiere pronósticos precisos, definición de lotes de producción y asignación adecuada de capacidad, lo que permite equilibrar costos de inventario, tiempos de entrega y nivel de servicio. Heizer et al. (2020) destacan que, en contextos de alta variabilidad de la demanda, como el sector textil personalizado, la planeación debe incluir estrategias flexibles que permitan responder a picos de trabajo sin comprometer la eficiencia general del sistema. De este modo, la planeación se convierte en un elemento estratégico que articula las decisiones operativas con los objetivos globales de la empresa.

5 Metodología

5.1 Tipo de investigación

Este proyecto se enmarca dentro de una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, ya que tiene como objetivo resolver problemáticas reales detectadas en el proceso productivo de la empresa Raptor's Sport S.A.S., mediante la implementación de estrategias técnicas fundamentadas en teorías consolidadas de ingeniería industrial. El análisis se apoya en datos extraídos del sistema ERP, medición de tiempos estándar y formularios recopilatorios, lo cual permite cuantificar variables críticas y sustentar las decisiones propuestas con evidencia empírica.

Asimismo, el estudio es de carácter descriptivo y explicativo, pues busca identificar y caracterizar falencias operativas, así como proponer mejoras a partir de un análisis riguroso de causas y efectos dentro del sistema productivo.

5.2 Enfoque metodológico

La metodología se organiza en fases sucesivas que permiten estructurar el proceso de análisis, formulación y validación del plan de mejora:

Fase 1. Diagnóstico del estado actual

- Recolección de información documental, observación directa y entrevistas a responsables de área.
- Análisis del comportamiento de la demanda y cumplimiento de fechas de entrega con datos del ERP.
- Identificación de causas mediante diagrama de Ishikawa.
- Consolidación de hallazgos en una matriz de problemas, causas e impactos.

Fase 2. Formulación del plan de mejora

Con base en la información recolectada en el diagnóstico inicial, se procederá a formular las propuestas de mejora. Estas serán presentadas y evaluadas junto a la gerencia de la empresa para determinar su viabilidad.

5.3 Implementación de las propuestas

Implementación de las propuestas avaladas por gerencia, con los recursos otorgados por la misma y en los tiempos correspondiente al cronograma del proyecto.

5.4 Evaluación y seguimiento

En esta fase se definen e implementan indicadores que permitan evaluar el impacto de las propuestas implementadas, también se realizará socialización de los resultados con la gerencia de la empresa.

6 Diagnóstico

6.1 Metodología del diagnóstico.

El diagnóstico del proceso productivo de Raptor's Sport S.A.S. fue desarrollado en tres fases claramente definidas, que permitieron comprender en detalle el funcionamiento actual, identificar problemas críticos y analizar sus causas raíz:

Fase 1: Recolección de información: Incluyó entrevistas con responsables de áreas, observación directa en planta, revisión de registros del ERP, medición de tiempos y capacidad instalada.

Fase 2: Análisis de la información: Se aplicaron herramientas analíticas como el diagrama de Ishikawa, análisis exploratorio con Power BI y revisión detallada de registros operativos.

Fase 3: Resultados del diagnóstico: Se consolidaron hallazgos en una matriz estructurada, indicando claramente problemas identificados, causas raíz y sus impactos específicos.

6.2 Recolección de la información.

6.2.1 Descripción general del proceso productivo

Raptor's Sport S.A.S. fabrica prendas deportivas personalizadas mediante un proceso en cadena compuesto por nueve estaciones de trabajo claramente definidas:

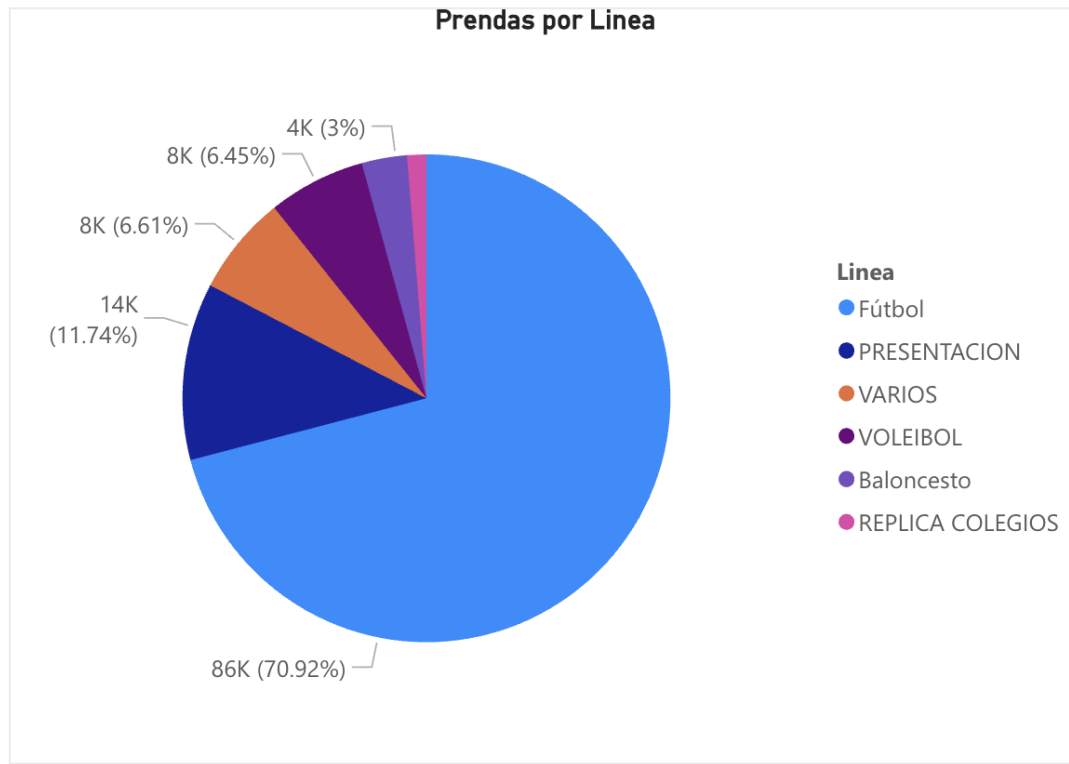
1. Validación de orden: Revisión inicial de la orden, confirmación del abono del cliente y definición de fecha de entrega. Actualmente, esta información se gestiona manualmente en dos archivos Excel independientes (validador y auxiliar contable), generando inconsistencias y duplicidad.
2. Diseño gráfico: A partir del boceto aprobado por el cliente, los diseñadores realizan múltiples tareas como ajuste del diseño maestro, personalización (nombres y números), escalado por tallas, y organización de archivos para impresión. La centralización de todas

estas tareas en cada diseñador genera acumulación significativa de trabajo y una alta incidencia de errores, tanto menores (errores tipográficos en nombres y números) como graves (errores en el diseño maestro), afectando múltiples prendas y generando altos costos por reprocesos.

3. Impresión: Organización y agrupación de archivos en rollos de impresión digital de aproximadamente 300 metros.
4. Sublimación: Transferencia del diseño desde el papel impreso hacia la tela mediante prensa térmica.
5. Corte: Corte automatizado por láser de las telas sublimadas, agrupando piezas cortadas por orden específica.
6. Armado: Verificación visual y organización preliminar de piezas en conjuntos completos para costura.
7. Costura: Ensamble final de las prendas mediante sublíneas específicas (costura y terminación).
8. Revisión y empaque: Inspección final, correcciones menores, empaque individual y registro fotográfico.
9. Despacho: Embalaje final de pedidos y coordinación logística para entrega al cliente.

6.2.2 Producto seleccionado para el análisis

Para focalizar el diagnóstico se seleccionó como unidad representativa el uniforme de fútbol (camiseta y pantaloneta), producto con mayor volumen y frecuencia de producción. Según análisis exploratorio con Power BI del ERP, este producto representa el 70,92% del total de producción, seguido del uniforme de presentación con un 11,74%.

Figura 1*Cantidad de prendas por línea (abril 2024 - mayo 2025)*

Esta selección permitió realizar un análisis preciso del flujo real, identificando claramente los puntos críticos y oportunidades específicas de mejora.

6.2.3 Entrevistas a responsables de área

Las entrevistas semiestructuradas con los responsables de área revelaron claramente problemas específicos en cada estación de trabajo:

- **Diseño gráfico:** Existe acumulación importante de órdenes debido al modelo actual, donde cada diseñador debe dominar múltiples tareas, dificultando la contratación de personal nuevo. Adicionalmente, no hay mecanismos efectivos para la detección cruzada de errores, lo que aumenta significativamente la tasa de reprocesos.

- Impresión y sublimación: Ambas áreas poseen capacidad suficiente, pero trabajan frecuentemente con baja carga debido a la demora en diseño gráfico.
- Corte, armado y costura: Experimentan tiempos ociosos frecuentes, no solo por retrasos en etapas anteriores, sino también debido a la variabilidad mensual de la demanda y a una estrategia fija de contratación laboral ajustada exclusivamente a los picos de demanda.
- Validación y despacho: Existe confusión y falta de sincronización en los archivos Excel usados actualmente para el registro de pagos y programación, afectando negativamente la coordinación y cumplimiento de tiempos.

6.2.4 Descripción de la orden de trabajo

En el marco del análisis de los procesos productivos de Raptor's Sport S.A.S., es fundamental establecer la unidad mínima de gestión dentro del sistema productivo. En este sentido, la orden constituye la unidad básica de trabajo, entendida como el pedido realizado por un cliente específico. La orden centraliza toda la información necesaria para el desarrollo del producto, incluyendo diseño, cantidades, tiempos de entrega y especificaciones particulares.

Dentro de la orden se encuentran los consecutivos, los cuales operan como un nivel intermedio de organización. El consecutivo agrupa un conjunto de prendas que comparten un mismo diseño y logos institucionales, permitiendo únicamente variaciones en aspectos secundarios como la talla y la personalización mediante nombre. Esta definición tiene como propósito garantizar la estandarización y facilitar la construcción de la moldería maestra correspondiente a cada diseño, lo que optimiza el flujo de trabajo en las áreas de diseño gráfico, armado y empaque.

Finalmente, en el nivel más específico se encuentran las prendas individuales, que representan la unidad mínima de producción dentro de la cadena de valor. Cada prenda materializa

el diseño aprobado y constituye el producto final entregado al cliente, consolidando así el cumplimiento de los requerimientos estipulados en la orden.

Tabla 2*Jerarquía de la unidad de trabajo*

Nivel jerárquico	Definición	Características principales
		Unidad básica de trabajo
Orden	Pedido realizado por un cliente específico.	Centraliza información de diseño, cantidades y tiempos de entrega. Puede contener múltiples consecutivos
Consecutivo	Agrupación de prendas con un mismo diseño y logos.	Permite únicamente variaciones en talla y nombre. Se genera una moldería maestra por cada consecutivo.
Prenda	Unidad mínima de producción.	Producto individual. Incluye personalización (nombre/talla). Constituye el resultado final entregado al cliente.

6.2.5 Observación directa del proceso

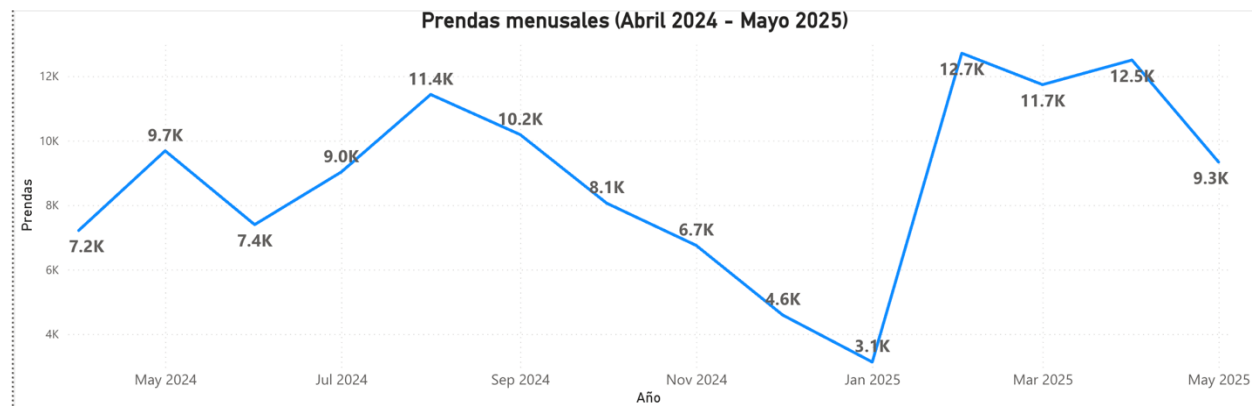
La observación directa del proceso permitió identificar con claridad la ubicación del principal cuello de botella dentro del flujo productivo de Raptor's Sport S.A.S. La acumulación de trabajo se concentra en la estación de diseño gráfico, donde las órdenes pueden permanecer hasta un mes antes de iniciar su ciclo productivo. Esta congestión en la etapa inicial genera una reacción en cadena que afecta a las estaciones subsiguientes —impresión, sublimación, corte, armado,

costura y empaque— las cuales presentan frecuentemente tiempos ociosos debido a la falta de alimentación constante de trabajo.

Este desbalance en la utilización de los recursos no responde únicamente al retraso en diseño, sino que también está estrechamente relacionado con la alta variabilidad mensual de la demanda. La empresa mantiene un esquema de contratación de planta ajustado a los picos más altos del año, lo que provoca que en meses de menor carga operativa exista una evidente subutilización tanto de operarios como de maquinaria. Esta situación puede observarse claramente en la **Figura 2**, donde se presenta un gráfico elaborado a partir de datos extraídos del ERP. En él, se hace evidente el comportamiento irregular del volumen de órdenes mes a mes, fenómeno que representa uno de los mayores desafíos operativos de la empresa.

Si se excluye el mes de diciembre y enero, en los cuales la empresa pausa sus actividades, se encuentra una proporción entre máximos y mínimos mensuales 1.9:1, lo cual evidencia la necesidad de modelos de capacidad de producción flexibles.

Figura 2
Volumen de producción mensual.



Por otro lado, se evidenció que la programación actual de la producción no se basa en cálculos técnicos o tiempos estándar medidos formalmente. En su lugar, la planificación se orienta a partir de una estimación general, sugerida por la gerencia, de producir alrededor de 500 prendas

diarias. Si bien esta cifra se deriva de la experiencia acumulada, no existe una herramienta que permita verificar o ajustar dicha meta con base en la capacidad real instalada, la carga de trabajo o el desempeño de cada estación.

A lo anterior se suma la ausencia de tableros de control visuales o digitales que permitan monitorear el avance en tiempo real de las órdenes dentro del flujo de trabajo. Actualmente, el seguimiento se realiza de forma verbal o manual, lo que dificulta la trazabilidad y la toma de decisiones oportunas ante posibles retrasos o acumulaciones de trabajo. Esta combinación de factores —cuello de botella en diseño, contratación rígida, falta de herramientas visuales y programación empírica— genera retrasos, baja eficiencia y, en algunos casos, incumplimiento en los tiempos de entrega comprometidos con el cliente.

6.2.6 *Medición de tiempos estándar*

Como parte del diagnóstico inicial de los procesos productivos de Raptor's Sport S.A.S., se implementó un procedimiento de medición de tiempos estándar orientado a caracterizar la capacidad real de las diferentes estaciones de trabajo. El procedimiento se desarrolló bajo dos enfoques complementarios:

Estaciones de predominio manual:

Se realizaron cronometrajes sobre actividades en las que la productividad depende principalmente de la destreza y el ritmo del operario, como diseño, armado, costura y empaque. Los tiempos registrados fueron normalizados para obtener un valor representativo de las condiciones de trabajo estándar.

Estaciones de predominio mecánico:

En áreas como impresión, sublimación y corte, el análisis se orientó a la medición de la velocidad de operación de la maquinaria. Para ello se midieron ciclos productivos de referencia y

se complementó con parámetros técnicos de cada equipo (rendimiento por metro lineal en impresión, velocidad de corte de la máquina láser, entre otros).

De forma complementaria, se definieron factores de conversión que permiten traducir los registros de tiempos a unidades de producción:

Consecutivos ↔ Prendas: mediante la revisión de datos históricos en el ERP se estableció la equivalencia promedio entre un consecutivo y el número de prendas asociadas.

Metraje ↔ Prendas: a través de pruebas experimentales en el área de diseño se determinó la relación entre el metraje de tela utilizado y la cantidad de prendas resultantes.

Este procedimiento permitió construir una línea base para la estimación de capacidades por área, que posteriormente se consolidó en la **Tabla 3**.

El detalle completo de los cronometrajes y registros empleados se encuentra en el Apéndice B: Toma de tiempos, adjunto al presente documento.

6.2.7 Recopilación de información sobre errores en producción

Durante el diagnóstico inicial se evidenció la inexistencia de un sistema formal de registro de errores en producción, lo cual imposibilitaba contar con información organizada acerca de los tipos de defectos más recurrentes, sus causas y las áreas responsables. Esta limitación generaba dificultades para dimensionar el impacto de los reprocesos y establecer prioridades de intervención.

Con el fin de superar esta carencia metodológica y recopilar información confiable durante el proceso de diagnóstico, se diseñó e implementó un formulario digital en Google Forms, el cual fue aplicado directamente en el área de armado, donde los operarios registraban los defectos detectados en las prendas.

El formulario contempla los siguientes campos:

Número de orden: para asegurar la trazabilidad del producto afectado dentro del proceso productivo.

Cantidad de prendas afectadas: con el fin de dimensionar el impacto del error en términos de volumen de producción.

Tipo de daño: clasificado en cuatro categorías principales:

- Errores en nombres y números.
- Defectos en el diseño maestro.
- Defectos en la tela.
- Defectos en la impresión.

De esta manera, el formulario constituye una herramienta metodológica de diagnóstico que permitió levantar información estructurada sobre la incidencia de los errores y sus características, aportando datos fundamentales para el análisis posterior.

6.2.8 Herramientas tecnológicas utilizadas: ERP y Power BI

El ERP utilizado por Raptor's Sport S.A.S. es un sistema desarrollado internamente que opera sobre una base de datos relacional MySQL. Este sistema permite actualmente registrar las órdenes de producción y realizar un seguimiento básico del flujo entre estaciones de trabajo, aunque aún no cuenta con módulos específicos para gestionar pagos o validaciones contables, funciones que son llevadas actualmente mediante archivos externos.

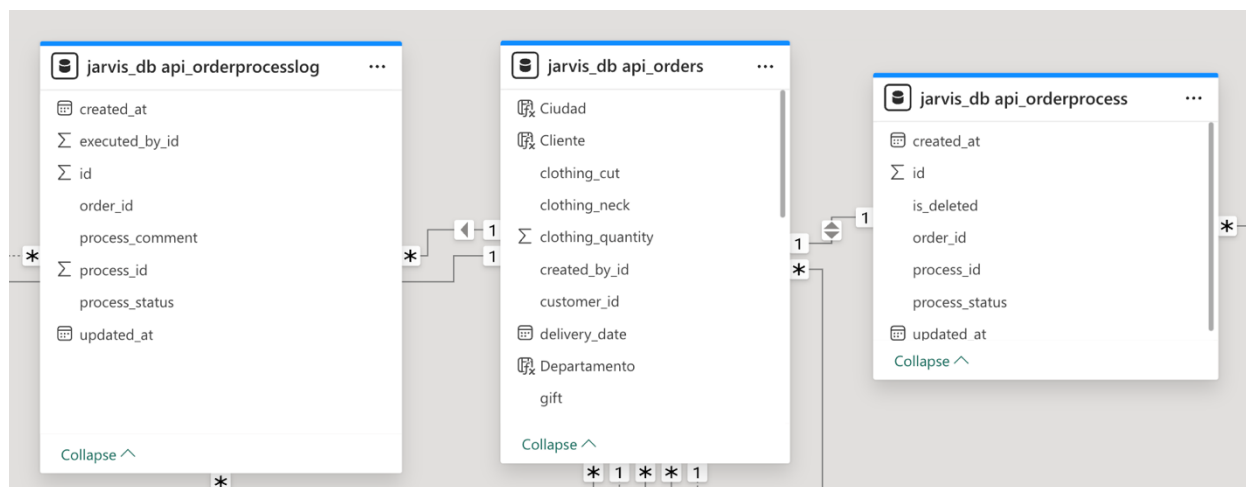
Para realizar el diagnóstico se analizaron específicamente tres tablas clave del ERP. La primera, denominada orders, contiene información general de cada orden, como el identificador único de la orden (id_order), la línea del producto, la cantidad total de prendas solicitadas, la fecha en la cual se creó la orden y la fecha programada de entrega al cliente. La segunda tabla, llamada order_process, indica el estado actual de cada orden, especificando en cuál estación del proceso

productivo se encuentra en un momento determinado. Finalmente, la tabla `order_process_log` registra detalladamente cada movimiento de las órdenes entre las diferentes estaciones del proceso, incluyendo la fecha exacta del cambio, la estación de origen y destino, así como el operario responsable de dicha transferencia.

Estas tres tablas están relacionadas mediante el campo común `id_order`, lo cual facilitó la construcción de un modelo relacional en Power BI. En la **Figura 3** se presenta una visualización de la estructura relacional de estas tablas en la base de datos, destacando claramente cómo se interconectan a través del campo común para permitir un análisis integral del flujo productivo.

Figura 3

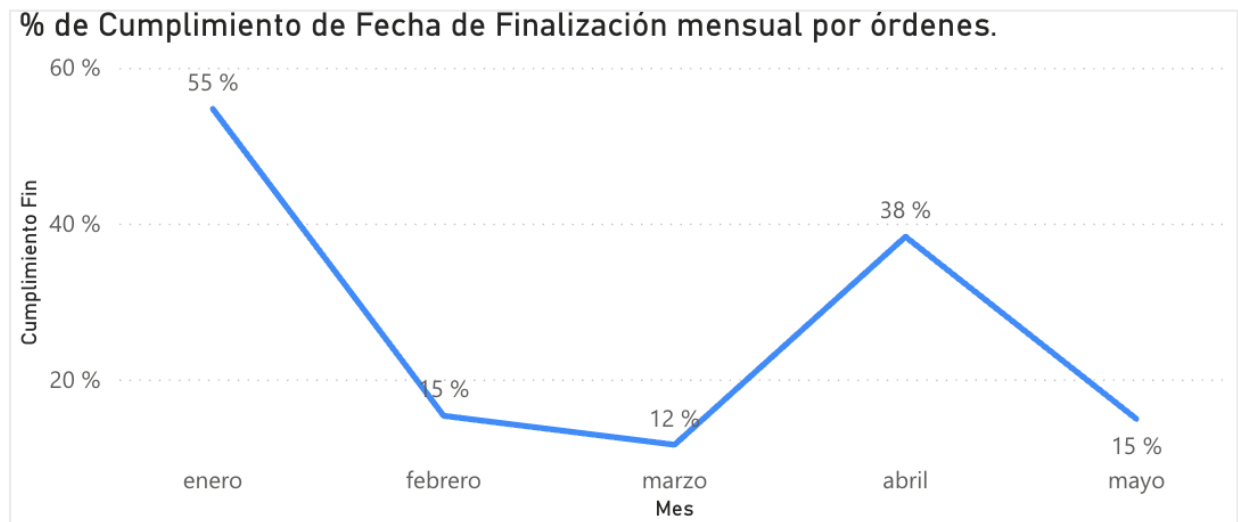
Estructura de las principales tablas de la base de datos.



A partir de este modelo se exploraron patrones específicos del proceso productivo, dando lugar a la generación de diversas visualizaciones útiles para el análisis. Entre ellas destacan el porcentaje de cumplimiento de las fechas comprometidas de entrega, un diagrama de Pareto que muestra la distribución de la producción según el tipo de producto, y un gráfico que refleja la variabilidad mensual de la demanda, ofreciendo claridad sobre los desafíos operativos derivados de dicha fluctuación.

Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre la fecha programada y la fecha real de finalización de cada orden, con el fin de evaluar el nivel de cumplimiento de los compromisos de entrega. Este análisis, visualizado en la **Figura 4**, muestra resultados preocupantes. En el mes de enero, el cumplimiento alcanzó el 55%, una cifra relativamente alta en comparación con los meses siguientes. Esta aparente mejora se explica por una condición estructural del modelo operativo: en diciembre se detienen las operaciones regulares y se culminan todos los pedidos pendientes antes del cierre de año, lo que permite iniciar enero sin una acumulación previa de trabajo.

Figura 4
Cumplimiento a la promesa 2025.



Sin embargo, a partir de febrero el cumplimiento cae por debajo del 20%, tendencia que se repite en marzo y mayo. Esta drástica disminución evidencia que la capacidad de respuesta del sistema se ve rápidamente superada por la acumulación de trabajo no resuelto. La falta de herramientas de planificación ajustadas a la capacidad real, sumada a la inexistencia de un sistema de control visual o digital en tiempo real, limita la toma de decisiones oportunas y agrava los efectos del cuello de botella ya identificado.

6.3 Análisis de la información

6.3.1 Análisis de tiempos y capacidad instalada

El análisis de la capacidad instalada de Raptor's Sport S.A.S. permite evidenciar la relación entre la disponibilidad de mano de obra directa (MOD), los ritmos de trabajo por área y la demanda real del mercado. En la **Tabla 3** se resume la capacidad productiva diaria por área, considerando el número de operarios asignados y la capacidad individual de cada uno, el área de impresión y sublimación tienen un valor fraccionado porque dedican media jornada a una línea de productos independiente.

Tabla 3
Capacidad instalada por estación de trabajo.

Área	Operarios	Capacidad/Operario	Capacidad diaria (Prendas)
Diseño	4	170	678
Impresión	0.5	1800	900
Sublimación	0.5	1440	720
Corte	2	540	1080
Armado	2	290	581
Costura	15	49	736
Empaque	4	171	684

De la información se desprende que existen áreas con una capacidad instalada significativamente superior al promedio requerido por la demanda. Específicamente, las estaciones de impresión, sublimación y costura presentan un nivel de producción potencial elevado, lo cual en la práctica se traduce en tiempos ociosos al no existir un flujo de trabajo que demande su

capacidad plena de manera constante. Esta desarticulación entre carga de trabajo y disponibilidad genera ineficiencias en la cadena productiva.

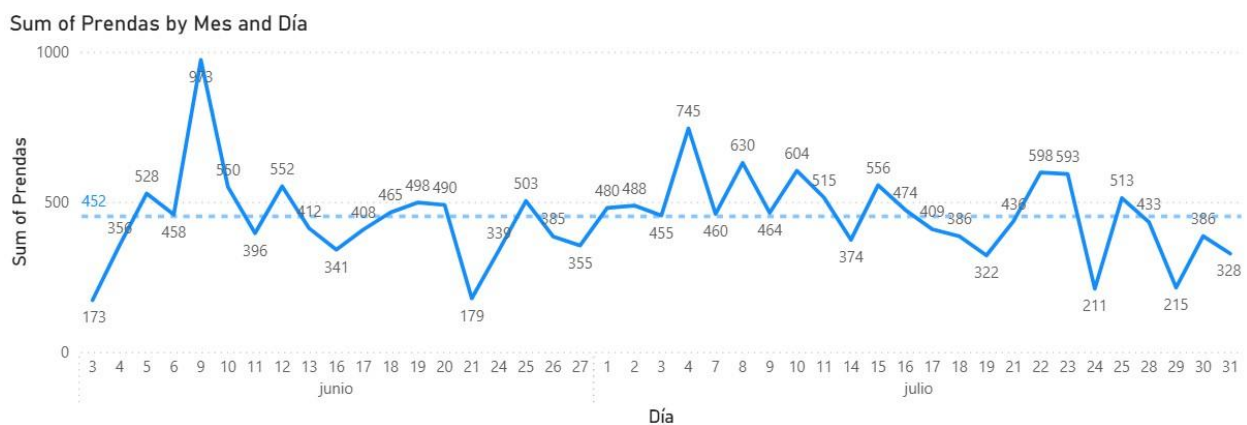
Por otro lado, en el diagnóstico inicial se identificó que la demanda diaria oscila entre 7.000 y 12.700 prendas mensuales, lo que equivale, considerando las 21 jornadas de trabajo al mes, a un rango de producción de 330 a 605 prendas diarias. Este hallazgo evidencia que la empresa ha dimensionado su capacidad instalada de mano de obra directa en función del pico de la demanda, lo cual asegura el cumplimiento en momentos de alta exigencia, pero al mismo tiempo genera capacidad ociosa en los periodos con menor requerimiento.

En consecuencia, la empresa enfrenta un reto de alineación entre capacidad instalada y demanda efectiva, situación que impacta la eficiencia de los recursos humanos y técnicos. Este escenario plantea la necesidad de explorar estrategias de balanceo de carga, polivalencia de operarios y ajustes en la planeación de la producción, con el fin de mitigar los efectos de la capacidad ociosa y optimizar la utilización de los recursos disponibles.

6.3.2 Rendimiento del área de diseño

A partir del análisis de la información recopilada en el ERP se obtuvo el rendimiento real del área de diseño gráfico en los meses de junio y julio, el cual se puede observar en la **Figura 5**.

Figura 5
Rendimiento real del área de diseño gráfico



El contraste entre la capacidad teórica estimada mediante la medición de tiempos estándar y la información registrada en el sistema ERP evidencia una brecha significativa en el área de diseño. Según los cronometrajes realizados, la capacidad instalada de los cuatro diseñadores corresponde a un promedio de 678 prendas diarias. Sin embargo, el análisis de la información histórica reportada en el ERP muestra que el rendimiento real se sitúa en un promedio de 452 prendas diarias, lo que representa un desempeño efectivo del 66,7% respecto a la capacidad estimada.

Este diferencial puede explicarse, en primer lugar, por la ausencia de métodos de control de rendimiento individualizado por operario, lo cual dificulta identificar variaciones de productividad y aplicar mecanismos de reconocimiento o corrección acordes con el desempeño. Actualmente, la gestión del área no cuenta con una fuente objetiva para conceder incentivos que recompensen una mayor productividad ni penalizaciones asociadas a bajos niveles de rendimiento, lo que limita la motivación y el aprovechamiento pleno de la capacidad instalada.

En segundo lugar, de acuerdo con entrevistas realizadas, los diseñadores manifiestan que el proceso de diseño gráfico comprende tres fases diferenciadas (prueba de color, elaboración de maestros y aplicación de nombres/números). No obstante, la destreza de cada operario no es homogénea en todas ellas, de modo que algunos presentan mayor habilidad en fases específicas y menor eficiencia en otras. Esta situación genera desequilibrios en los tiempos de ejecución, contribuyendo a que el rendimiento global se mantenga por debajo de lo proyectado por los tiempos estándar.

En conclusión, el área de diseño presenta una capacidad instalada adecuada para responder a la demanda, pero su rendimiento real está condicionado por la falta de control individual, la ausencia de esquemas de incentivos y la variabilidad en las habilidades de los operarios. Este

hallazgo sugiere la necesidad de implementar estrategias de especialización, balanceo de carga y establecimiento de indicadores de gestión individual que permitan cerrar la brecha entre la capacidad teórica y el rendimiento observado.

6.3.3 Resultados del control de errores

La sistematización de los registros obtenidos mediante el formulario aplicado en el área de armado permitió identificar los tipos de defectos más frecuentes en la producción. Los resultados acumulados se resumen en la **Tabla 4**:

Tabla 4
Resumen del control de errores.

Tipo de daño	Incidencias	Prendas afectadas	% del total
Nombres y números	25	30	55%
Diseño maestro	3	20	36%
Defecto en la tela	2	3	5%
Defecto en la impresión	1	2	4%

Del análisis de la información se concluye que la principal fuente de errores se concentra en el área de diseño, donde se originan tanto los defectos de nombres y números como los problemas en los diseños maestros.

En el caso de los errores en nombres y números, si bien su frecuencia es alta, la magnitud de prendas afectadas por cada incidencia tiende a ser moderada, lo que implica un impacto limitado en comparación con otros tipos de defectos. En contraste, los errores en el diseño maestro, aunque menos frecuentes, tienen consecuencias de mayor alcance, ya que afectan lotes más amplios de producción y generan reprocesos significativos.

Estos resultados permiten identificar dos necesidades prioritarias:

Revisión de la forma en que los operarios ejecutan la tarea de digitación de nombres y números, con el fin de reducir la probabilidad de errores manuales.

Implementación de un mecanismo de control interno dentro del área de diseño, orientado a verificar la consistencia del diseño maestro antes de que avance a etapas posteriores de producción.

En síntesis, el análisis del control de errores evidencia que el área de diseño constituye un punto crítico dentro del proceso productivo, tanto por la frecuencia de fallos menores como por la severidad de los errores de mayor magnitud.

6.3.4 *Diagrama de Ishikawa*

En la categoría de Métodos se evidenció que la empresa carece de procesos estandarizados que garanticen fluidez y equilibrio en la cadena productiva. La planificación se realiza con base en estimaciones generales de la gerencia, como la meta de producir 600 prendas diarias, sin sustento técnico en mediciones reales de tiempos estándar. Adicionalmente, la ausencia de tableros de control visuales o digitales dificulta la trazabilidad de las órdenes y la detección oportuna de cuellos de botella. A esto se suma la falta de protocolos de revisión formal en el área de diseño, lo que permite que los errores se trasladen a etapas posteriores del proceso.

En cuanto a la Mano de obra, se identificó que los diseñadores concentran una gran cantidad de tareas, desde la elaboración y ajuste de diseños maestros hasta la personalización y preparación de archivos, lo que incrementa la posibilidad de errores. No existe un esquema de verificación cruzada que permita detectar fallos antes de la sublimación, lo que repercute en reprocesos costosos. A esto se añade una estrategia de contratación rígida, enfocada únicamente en atender los picos de demanda, lo que genera subutilización de personal en temporadas de baja

carga. Además, el personal no recibe capacitaciones suficientes para fortalecer sus habilidades en control de calidad o gestión de herramientas digitales.

En la dimensión de Maquinaria, aunque la empresa cuenta con equipos modernos como cortadoras láser automatizadas e impresoras de alta capacidad, estos permanecen inactivos gran parte del tiempo debido a los retrasos en diseño, lo que limita la eficiencia global. La capacidad instalada podría incluso duplicar la producción, pero la falta de equilibrio en la cadena impide aprovecharla plenamente. Este cuello de botella en la etapa de diseño se convierte en el principal condicionante del resto de la operación, ya que de él dependen todas las demás áreas.

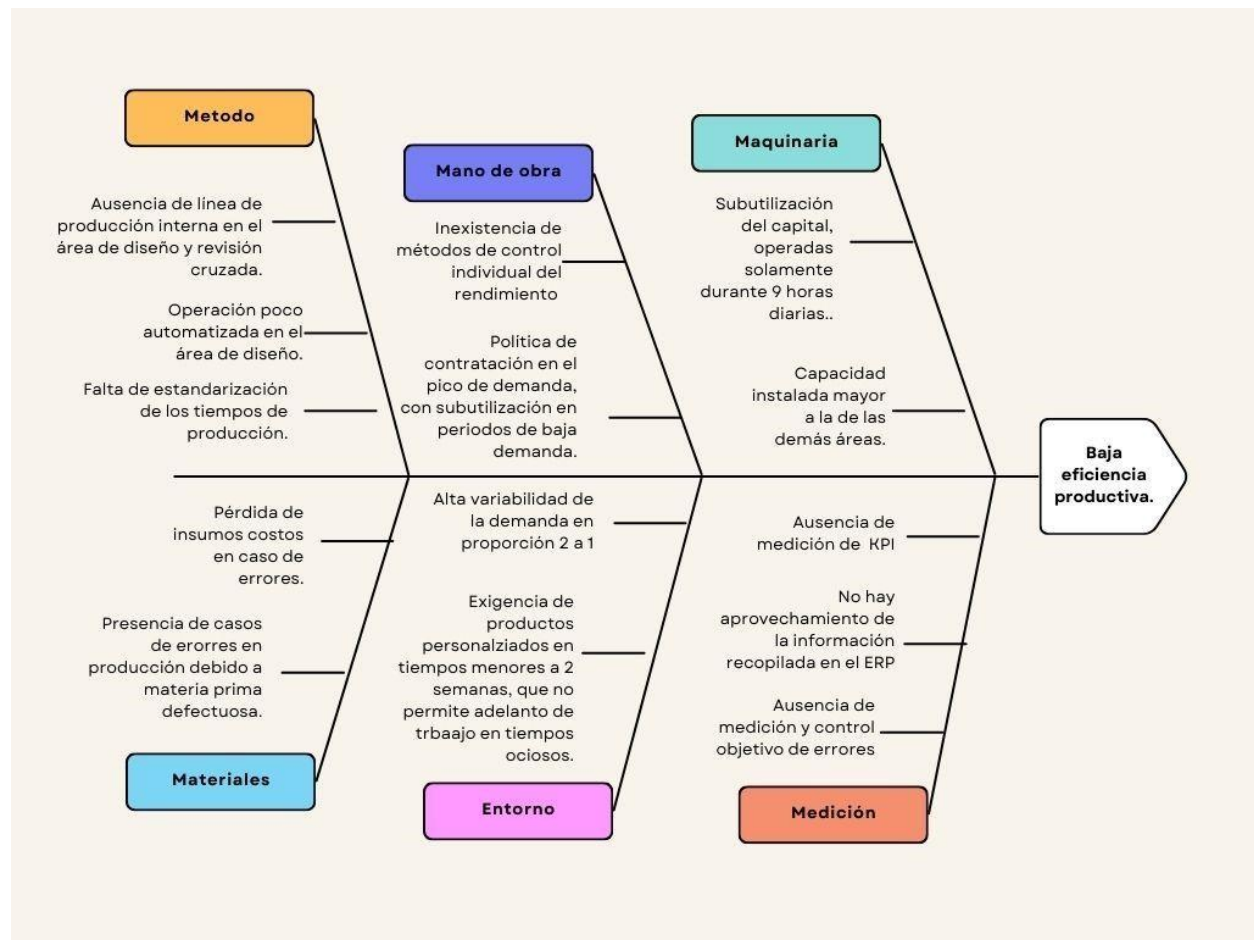
Respecto a los Materiales, los errores en producción generan pérdidas constantes de tela, papel e insumos de impresión, dado que muchos fallos se detectan cuando la prenda ya está sublimada y cortada. Esta situación no solo incrementa los costos por reprocesos, sino que también afecta los tiempos de entrega. A ello se suma la falta de control documental en la validación de órdenes, pues actualmente este proceso se maneja de manera manual en archivos de Excel, lo que produce inconsistencias en la información y retrasa la coordinación entre áreas.

En lo relacionado con el Medio ambiente, se identificó que la alta variabilidad en la demanda es uno de los factores externos que más afecta la operación, con una proporción de 1.9:1 entre los meses de mayor y menor carga productiva. Esta irregularidad dificulta la programación y el aprovechamiento de recursos. Además, los clientes presionan con tiempos de entrega muy cortos, de tres a cuatro días, mientras que la empresa programa pedidos con plazos de hasta un mes debido al represamiento interno. Esta falta de sincronización entre validación, producción y despacho genera incumplimientos y deteriora la imagen de la empresa frente a los clientes.

Finalmente, en la categoría de Medición se observa que no existen indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitan evaluar la productividad por estación, el cumplimiento de

entregas o la frecuencia de errores. Aunque la empresa dispone de un sistema ERP que genera información valiosa, este no se utiliza de manera efectiva para la toma de decisiones. Asimismo, no se cuenta con registros consolidados de los costos asociados a los reprocesos, lo que limita la visibilidad del impacto económico de los errores en producción.

Figura 6
Diagrama de Ishikawa



6.4 Hallazgos del diagnóstico

Dentro del diagnóstico se observaron varias causas y problemas que actualmente están afectando el proceso productivo de Raptor's Sport, los que requieren una atención inmediata y son de mayor relevancia se mencionan a continuación:

Tabla 5
Hallazgos del diagnóstico

Problema	Causa raíz	Impacto
Errores tipográficos en nombres y números personalizados	Método repetitivo y manual que tiende a generar errores de digitación.	Pérdida económica en materias primas
Errores en diseños maestros que afectan ordenes completas	Poca especialización en las funciones de los diseñadores Ausencia de un flujo de aprobación formal.	Pérdida económica de materias primas
Rendimiento del área de diseño gráfico menor al estándar.	Falta de control de desempeño individual. Falta de especialización en las funciones de los diseñadores.	Pérdida de productividad y desbalance del proceso productivo.
Retrasos en la validación de los pagos para inicio y despacho de las órdenes de trabajo.	Uso de archivos Excel separados en diferentes áreas de la empresa y sin integración con ERP	Afectación de la experiencia del cliente por retrasos en producción y despachos.
Tiempos ociosos en múltiples estaciones de trabajo.	Contratación rígida enfocada en picos en un entorno de alta variabilidad de la demanda. Desbalance entre capacidad instalada de las estaciones de trabajo.	Pérdida económica por ineficiencia en costos de MOD.
Incumplimiento de tiempos de entrega al cliente	Ausencia de método de control del flujo de trabajo y priorización.	Pérdida de clientes por entregas retrasadas y pérdidas económicas por cancelaciones y reembolso por retraso.

7 Formulación de las propuestas de mejoramiento

A partir de los hallazgos obtenidos en el diagnóstico del proceso productivo de la empresa Raptor's Sport S.A.S., se identificaron diversas problemáticas que afectan de manera directa la eficiencia operativa, la calidad del producto y el cumplimiento de los tiempos de entrega al cliente.

Estas problemáticas se relacionan principalmente con errores en etapas críticas del proceso, desbalance en la carga de trabajo entre estaciones, baja utilización de herramientas tecnológicas disponibles y ausencia de mecanismos formales de control y seguimiento.

Con base en lo anterior, se formularon propuestas de mejoramiento orientadas a intervenir de manera directa las causas raíz identificadas, priorizando soluciones aplicables al contexto real de la empresa y alineadas con sus capacidades tecnológicas y operativas. Dichas propuestas integran herramientas de automatización, rediseño organizacional, implementación de indicadores de desempeño y fortalecimiento de la planeación de la producción.

Cada propuesta fue estructurada considerando su viabilidad de implementación, su impacto esperado en el sistema productivo y la posibilidad de ser evaluada mediante indicadores de control que permitan medir su efectividad en el tiempo.

En la **Tabla 6** se presentan de manera consolidada las problemáticas identificadas, junto con las propuestas de mejora planteadas, los indicadores definidos para su seguimiento y las herramientas utilizadas para su implementación.

Tabla 6

Formulación de propuestas de mejoramiento

Problema	Propuesta de mejora	Indicador de control	Herramienta utilizada
Errores tipográficos en nombres y números personalizados	Automatización de la transcripción de datos desde archivos en Excel hacia CorelDRAW, eliminando la digitación manual en el proceso de diseño.	Porcentaje mensual de prendas con errores en nombres y números	Macro desarrollada en Visual Basic para Aplicaciones (VBA)
Errores en diseños maestros que afectan órdenes completas	Implementación de una política de especialización del área de diseño gráfico mediante la estructuración de una línea de producción por etapas.	Porcentaje mensual de consecutivos con errores en diseño maestro	Estructuración de línea de producción

Rendimiento del área de diseño gráfico menor al estándar	Implementación de un sistema de control de desempeño individual acompañado de un esquema de bonificaciones basado en productividad.	Puntaje promedio mensual de productividad del equipo de diseño	Dashboard de productividad basado en datos operativos
Retrasos en la validación de los pagos para inicio y despacho de las órdenes de trabajo	Unificación y centralización de la información de pagos dentro del sistema ERP, eliminando el uso de archivos externos.	Duración promedio de la fase de validación	Integración de tablas de pagos asociadas a órdenes en la base de datos del ERP
Tiempos ociosos en múltiples estaciones de trabajo	Implementación de una política de flexibilidad funcional entre estaciones compatibles y gestión de horas extra según demanda.	Relación prendas producidas / horas de mano de obra directa	Estrategia de flexibilidad funcional
Incumplimiento de tiempos de entrega al cliente	Implementación de un sistema de planificación de la producción basado en el progreso real de las órdenes y sus fechas de entrega.	Porcentaje de cumplimiento de la promesa de entrega	Dashboard de control con seguimiento de colas de trabajo y fechas de entrega

8 Plan de mejoramiento de procesos

Con base en las propuestas formuladas en el capítulo anterior, se estructura el plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Raptor's Sport S.A.S., el cual tiene como propósito intervenir de manera directa las problemáticas identificadas en el diagnóstico, mediante la implementación de herramientas técnicas, organizacionales y tecnológicas orientadas a optimizar el desempeño del sistema productivo.

El plan de mejoramiento se enfoca en aspectos clave como la reducción de errores en etapas críticas del proceso, el incremento de la productividad en áreas con bajo rendimiento, la disminución de tiempos ociosos, la mejora en la trazabilidad de la información y el fortalecimiento de la planeación de la producción. De esta manera, se busca generar un impacto integral que

permita no solo corregir las falencias actuales, sino también establecer bases sólidas para el crecimiento sostenible de la empresa.

Cada una de las propuestas planteadas se desarrolla de manera estructurada, considerando cuatro elementos fundamentales: la problemática que se pretende resolver, la descripción de la propuesta de mejora, los objetivos específicos que se persiguen con su implementación y el plan de implementación correspondiente. Esta estructura permite garantizar la claridad en la formulación de las acciones, así como su viabilidad y seguimiento dentro del contexto operativo de la organización.

8.1 Automatización de la transcripción de datos en el proceso de diseño gráfico

8.1.1 Problemática que se pretende resolver

Durante el desarrollo del diagnóstico se identificó una alta incidencia de errores tipográficos en la personalización de prendas, específicamente en nombres y números. Estos errores se originan principalmente en la etapa de diseño gráfico, donde la información suministrada por el cliente es transcrita manualmente desde listados en formato Excel hacia los archivos de diseño en CorelDRAW.

La naturaleza manual de esta actividad incrementa la probabilidad de errores humanos, especialmente en órdenes con un alto volumen de prendas o con listas extensas de nombres. Estos errores, en muchos casos, no son detectados en etapas tempranas del proceso y se evidencian únicamente después de la sublimación y el corte de las telas, lo que genera reprocesos, desperdicio de materiales y pérdida de tiempo productivo en múltiples áreas.

Adicionalmente, la corrección de estos errores implica la repetición de varias etapas del proceso productivo, afectando la eficiencia global del sistema y contribuyendo al incumplimiento en los tiempos de entrega al cliente.

8.1.2 Propuesta

Se propone la automatización del proceso de transcripción de nombres y números mediante el desarrollo e implementación de una macro en Visual Basic para Aplicaciones (VBA), integrada con CorelDRAW. Esta herramienta permite importar de manera directa la información contenida en archivos de Excel y replicarla automáticamente en los objetos de texto correspondientes dentro del diseño.

La automatización elimina la necesidad de digitación manual, reduciendo significativamente la probabilidad de errores tipográficos y garantizando la fidelidad de la información suministrada por el cliente. Además, permite estandarizar el proceso de personalización, asegurando consistencia en la ubicación, formato y contenido de los textos en las prendas.

Esta solución se integra fácilmente al flujo de trabajo actual del área de diseño gráfico, sin requerir cambios estructurales en el proceso, lo que facilita su adopción por parte del equipo de trabajo.

8.1.3 Objetivos de la mejora

- Reducir la incidencia de errores tipográficos en nombres y números personalizados en las prendas.
- Eliminar la digitación manual en el proceso de transcripción de datos en el área de diseño gráfico.
- Disminuir los reprocesos asociados a errores de personalización detectados en etapas posteriores del proceso productivo.
- Incrementar la eficiencia y velocidad en la generación de archivos de diseño personalizados.

8.1.4 Plan de implementación

Fase 1. Desarrollo de la herramienta. Se desarrolla la macro en VBA que permita la lectura de archivos en formato Excel y su integración con CorelDRAW, definiendo la lógica de duplicación de objetos y reemplazo automático de texto según la estructura de los datos.

Fase 2. Pruebas y validación. Se realizan pruebas controladas con órdenes reales para verificar el correcto funcionamiento de la macro, evaluando aspectos como precisión en la transcripción, compatibilidad con diferentes tipos de diseño y estabilidad del proceso.

Fase 3. Estandarización del uso. Se establecen lineamientos para el uso de la herramienta, incluyendo formatos estándar para los archivos de entrada (Excel), nomenclatura de objetos en CorelDRAW y procedimientos operativos dentro del área de diseño.

Fase 4. Capacitación del personal. Se capacita a los diseñadores gráficos en el uso de la macro, asegurando su correcta aplicación dentro del flujo de trabajo diario.

Fase 5. Implementación y seguimiento. Se incorpora la herramienta en la operación habitual del área de diseño y se realiza seguimiento mediante el indicador definido, con el fin de evaluar la reducción de errores y realizar ajustes en caso de ser necesario.

8.2 Especialización del área de diseño gráfico mediante estructuración en línea de producción

8.2.1 Problemática que se pretende resolver

El diagnóstico evidenció que el área de diseño gráfico presenta un bajo rendimiento en comparación con su capacidad instalada, además de una alta incidencia de errores en etapas críticas del proceso, particularmente en la elaboración de diseños maestros. Estas situaciones generan

reprocesos, retrasos en la liberación de órdenes hacia producción y un impacto directo en el cumplimiento de los tiempos de entrega.

Actualmente, el modelo de trabajo asigna a cada diseñador la responsabilidad completa de una orden, lo que implica la ejecución de todas las tareas del proceso: definición de color, elaboración de moldería maestra, personalización de nombres y números, y exportación final de archivos. Este enfoque genera varias limitaciones, entre ellas la necesidad de contar con personal altamente capacitado en todas las etapas, una curva de aprendizaje prolongada para nuevos diseñadores y una baja estandarización en la ejecución de las tareas.

Adicionalmente, al concentrarse la responsabilidad de una orden en un solo diseñador, se reduce la probabilidad de detección de errores en etapas tempranas, lo que incrementa el riesgo de que fallas en el diseño maestro se propaguen a múltiples prendas dentro de una misma orden.

8.2.2 Propuesta

Se propone la implementación de un modelo de especialización del área de diseño gráfico mediante la estructuración del proceso como una línea de producción por etapas. En este modelo, cada diseñador se asigna de manera predeterminada a una tarea específica dentro del flujo de trabajo: definición de color, moldería maestra, personalización de nombres y números, o exportación y organización de archivos.

Este enfoque permite que cada diseñador desarrolle un mayor nivel de habilidad y eficiencia en su tarea asignada, reduciendo los tiempos de ejecución y mejorando la calidad del trabajo realizado. Asimismo, el paso de las órdenes entre diferentes diseñadores introduce un mecanismo natural de verificación, aumentando la probabilidad de detección de errores antes de que estos avancen a etapas posteriores del proceso productivo.

El modelo incorpora además un principio de flexibilidad funcional, en el cual los diseñadores pueden apoyar temporalmente otras etapas del proceso cuando se presenten desbalances en la carga de trabajo. Esto permite mantener un flujo continuo de producción y reducir la acumulación de órdenes en etapas críticas.

8.2.3 *Objetivos de la mejora*

- Incrementar la productividad del área de diseño gráfico mediante la especialización de tareas.
- Reducir la incidencia de errores en diseños maestros que afectan órdenes completas.
- Disminuir la curva de aprendizaje y facilitar el proceso de incorporación de nuevos diseñadores.
- Mejorar la detección temprana de errores a través de la intervención de múltiples responsables en el proceso.
- Optimizar el flujo de trabajo mediante la implementación de criterios de flexibilidad funcional entre tareas.

8.2.4 *Plan de implementación*

Fase 1. Caracterización del proceso actual. Se identifican y delimitan claramente las tareas que componen el proceso de diseño gráfico, estableciendo sus entradas, salidas y tiempos asociados.

Fase 2. Definición de la estructura por etapas. Se establecen las estaciones de trabajo correspondientes a cada tarea (definición de color, moldería, personalización y exportación), así como los criterios para la asignación de diseñadores a cada una.

Fase 3. Asignación de roles y responsabilidades. Se designan los diseñadores responsables de cada etapa, definiendo sus funciones específicas y los estándares de calidad esperados en cada tarea.

Fase 4. Implementación del flujo de trabajo. Se establece el mecanismo de transferencia de órdenes entre etapas, asegurando la trazabilidad y continuidad del proceso.

Fase 5. Definición de criterios de flexibilidad funcional. Se establecen lineamientos que permitan la reasignación temporal de diseñadores entre etapas en función de la carga de trabajo, con el fin de evitar acumulaciones y tiempos ociosos.

Fase 6. Capacitación y ajuste operativo. Se capacita al personal en el nuevo modelo de trabajo y se realizan ajustes iniciales según el comportamiento del sistema en operación.

8.3 Control de desempeño individual y sistema de bonificaciones en el área de diseño gráfico

8.3.1 Problemática que se pretende resolver

Durante el diagnóstico del área de diseño gráfico se evidenció la ausencia de mecanismos formales para la medición del desempeño individual de los diseñadores, lo cual limita la capacidad de la organización para identificar diferencias en productividad, establecer estándares de rendimiento y tomar decisiones informadas sobre la asignación de cargas de trabajo.

Aunque el sistema ERP de la empresa registra información detallada sobre el avance de las órdenes de producción, incluyendo la tarea realizada, el operario responsable y la fecha y hora de ejecución, estos datos no son utilizados de manera sistemática para el análisis del desempeño del equipo. Como consecuencia, la gestión del área se realiza con base en percepciones generales, sin contar con indicadores objetivos que permitan evaluar la eficiencia individual.

Adicionalmente, la ausencia de un sistema de incentivos asociado al rendimiento limita la motivación del personal para mejorar su productividad, generando un entorno en el que no se promueve activamente la mejora continua ni la optimización del tiempo de trabajo.

8.3.2 Propuesta

Se propone la implementación de un sistema de control de desempeño individual basado en el análisis de datos operativos registrados en el ERP, mediante el uso de herramientas de visualización como Power BI. Este sistema permitirá obtener información precisa y confiable sobre el volumen de producción de cada diseñador en períodos definidos, facilitando el seguimiento continuo de su rendimiento.

A partir de estos datos, se plantea el diseño de un esquema de bonificaciones por cumplimiento de metas de productividad, en el cual se establezcan objetivos claros y medibles para los diseñadores. Este esquema busca incentivar el aumento del rendimiento individual, promoviendo la autorregulación, la eficiencia en el uso del tiempo y el compromiso con los objetivos del área.

La propuesta integra el uso de herramientas tecnológicas disponibles con una estrategia de gestión del talento humano orientada a resultados, permitiendo alinear los intereses individuales de los diseñadores con los objetivos productivos de la empresa.

8.3.3 Objetivos de la mejora

- Implementar un sistema de medición objetiva del desempeño individual de los diseñadores gráficos.
- Facilitar la toma de decisiones basada en datos en la gestión del área de diseño.
- Incrementar la productividad del equipo mediante el establecimiento de metas claras de rendimiento.

- Diseñar e implementar un esquema de bonificaciones que incentive el cumplimiento de objetivos productivos.
- Promover una cultura de mejora continua y autorregulación en el equipo de trabajo.

8.3.4 Plan de implementación

Fase 1. Identificación y estructuración de datos. Se identifican las variables relevantes dentro del ERP, tales como tareas realizadas, operario responsable, fecha y hora de ejecución, con el fin de estructurar una base de datos apta para análisis.

Fase 2. Integración y modelado de datos. Se realiza la conexión entre la base de datos del ERP y la herramienta de análisis (Power BI), estructurando modelos de datos que permitan el cálculo de indicadores de productividad individual.

Fase 3. Diseño del dashboard de control. Se desarrolla un tablero de control que permita visualizar el desempeño de cada diseñador en función de su volumen de producción, facilitando el análisis por períodos de tiempo.

Fase 4. Definición de metas de productividad. Se establecen estándares de rendimiento y metas individuales basadas en datos históricos y capacidad operativa del área.

Fase 5. Diseño del esquema de bonificaciones. Se estructura un sistema de incentivos vinculado al cumplimiento de metas de productividad, definiendo criterios claros, medibles y transparentes para su asignación.

Fase 6. Implementación y seguimiento. Se pone en marcha el sistema de control y el esquema de bonificaciones, realizando seguimiento periódico a los indicadores para evaluar su impacto y realizar ajustes en caso necesario.

8.4 Unificación de la información de pagos en el sistema ERP

8.4.1 Problemática que se pretende resolver

Durante el diagnóstico del proceso productivo se identificaron retrasos recurrentes en la fase de validación de pagos, tanto para el inicio como para el despacho de las órdenes de trabajo. Esta situación afecta directamente la continuidad del flujo productivo, generando tiempos de espera innecesarios y contribuyendo al incumplimiento de los tiempos de entrega al cliente.

La causa principal de esta problemática radica en la dispersión de la información relacionada con los pagos. Actualmente, la validación se realiza mediante la consulta de diferentes fuentes externas al sistema ERP, lo que implica procesos manuales de verificación, duplicidad de información y dependencia de la disponibilidad de terceros para confirmar el estado de los pagos.

Esta falta de integración dificulta la trazabilidad de la información financiera asociada a cada orden y limita la capacidad de respuesta del área encargada de la validación, generando cuellos de botella en momentos críticos del proceso.

8.4.2 Propuesta

Se propone la unificación y centralización de la información de pagos dentro del sistema ERP de la empresa, mediante la creación de un módulo o estructura de datos que permita asociar directamente cada pago con su respectiva orden de producción.

Esta solución implica el registro sistemático de los pagos realizados por los clientes dentro de la base de datos del ERP, asegurando que la información esté disponible en tiempo real para las áreas involucradas en la validación. De esta manera, se elimina la necesidad de consultar fuentes externas y se reduce la dependencia de procesos manuales.

La integración de esta información permitirá agilizar la validación de pagos, mejorar la trazabilidad financiera de las órdenes y facilitar la toma de decisiones en relación con el inicio y despacho de la producción.

8.4.3 *Objetivos de la mejora*

- Reducir los tiempos de validación de pagos para el inicio y despacho de órdenes de trabajo.
- Centralizar la información financiera asociada a las órdenes dentro del sistema ERP.
- Eliminar la dependencia de fuentes externas para la verificación de pagos.
- Mejorar la trazabilidad y confiabilidad de la información relacionada con los pagos.
- Optimizar el flujo de trabajo entre las áreas administrativa y productiva.

8.4.4 *Plan de implementación*

Fase 1. Análisis de la estructura actual de información. Se revisa el flujo actual de registro y validación de pagos, identificando las fuentes de información utilizadas y los puntos de integración necesarios con el ERP.

Fase 2. Diseño de la estructura de datos. Se define el modelo de datos que permitirá registrar los pagos dentro del ERP, estableciendo la relación entre pagos, órdenes de producción y estados de validación.

Fase 3. Desarrollo e integración en el ERP. Se implementan las tablas y funcionalidades necesarias dentro del sistema para el registro y consulta de los pagos asociados a cada orden.

Fase 4. Definición del flujo de validación. Se establecen los procedimientos para el registro de pagos y su validación dentro del sistema, incluyendo responsables y criterios de aprobación.

Fase 5. Capacitación del personal. Se capacita a las áreas involucradas en el uso del sistema para el registro y validación de pagos.

Fase 6. Implementación y seguimiento. Se pone en operación el sistema unificado y se realiza seguimiento mediante el indicador de duración de la fase de validación, con el fin de evaluar la mejora en los tiempos de respuesta.

8.5 Implementación de una política de flexibilidad operativa y gestión de capacidad productiva

8.5.1 Problemática que se pretende resolver

Durante el diagnóstico del sistema productivo se identificó la existencia de tiempos ociosos en múltiples estaciones de trabajo, así como desbalances en las colas de producción entre diferentes etapas del proceso. Estas situaciones afectan negativamente la eficiencia global del sistema, generando una subutilización de la capacidad instalada en ciertos momentos y acumulación de trabajo en otros.

Adicionalmente, se evidenció que la empresa mantiene un esquema de contratación de personal ajustado a los picos más altos de demanda a lo largo del año. Este enfoque genera ineficiencias en períodos de demanda media o baja, en los cuales la capacidad instalada supera las necesidades reales de producción, incrementando los costos operativos sin una correspondiente generación de valor.

Por otra parte, no se cuenta con una política formal para la gestión de horas extra, lo que limita la capacidad de respuesta de la empresa ante incrementos temporales en la demanda, obligando a mantener una sobredimensión estructural de la planta de personal.

8.5.2 Propuesta

Se propone la implementación de una política de flexibilidad operativa basada en dos componentes principales: la gestión eficiente de la capacidad instalada y la flexibilidad funcional entre estaciones de trabajo.

En primer lugar, se plantea definir la capacidad base de operación a partir del análisis del comportamiento histórico de la demanda, estableciendo un nivel de contratación alineado con valores medios del rango de producción mensual. Complementariamente, se propone la implementación de una política estandarizada para la autorización y control de horas extra, que permita responder de manera eficiente a los picos de demanda sin necesidad de mantener una planta sobredimensionada.

En segundo lugar, se propone identificar grupos de estaciones de trabajo cuyas actividades requieran habilidades y conocimientos similares, con el fin de permitir la rotación de operarios entre estas en función de la carga de trabajo. Esta flexibilidad funcional permitirá atender desbalances en las colas de producción, reduciendo tiempos ociosos y mejorando la continuidad del flujo productivo.

La combinación de estos dos enfoques permite optimizar el uso de los recursos humanos, adaptando la operación a las variaciones de la demanda y mejorando la productividad global del sistema.

8.5.3 Objetivos de la mejora

- Optimizar la utilización de la capacidad instalada mediante la alineación de la planta de personal con la demanda promedio.
- Reducir los tiempos ociosos en estaciones de trabajo mediante la implementación de flexibilidad funcional.

- Mejorar la capacidad de respuesta ante picos de demanda a través de una política estructurada de horas extra.
- Disminuir los costos asociados a la sobrecapacidad operativa.
- Incrementar la productividad global del sistema productivo, medida a través de la relación entre producción y horas de mano de obra directa (HMOD).

8.5.4 Plan de implementación

Fase 1. Análisis del comportamiento de la demanda. Se analiza la información histórica de producción mensual para determinar el rango de variación de la demanda y establecer un nivel base de capacidad operativa.

Fase 2. Definición de la capacidad instalada base. Se establece el número de operarios requerido para atender la demanda promedio, ajustando la estructura de personal a este nivel.

Fase 3. Diseño de la política de horas extra. Se definen criterios para la autorización, control y seguimiento de horas extra, incluyendo condiciones de activación en función de incrementos en la demanda.

Fase 4. Identificación de estaciones compatibles. Se analizan las estaciones de trabajo para identificar aquellas que comparten requerimientos de habilidades, conformando grupos que permitan la rotación de operarios.

Fase 5. Definición de lineamientos de flexibilidad funcional. Se establecen criterios para la reasignación de operarios entre estaciones, en función de la carga de trabajo y las necesidades del proceso.

Fase 6. Capacitación y puesta en marcha. Se capacita al personal en las nuevas dinámicas de trabajo y se implementa la política de flexibilidad operativa.

Fase 7. Seguimiento y control. Se monitorea el desempeño del sistema mediante el indicador de productividad de mano de obra directa (HMOD), evaluando la relación entre el volumen de producción y las horas trabajadas.

8.6 Implementación de un sistema de planificación y control de la producción basado en fechas de entrega

8.6.1 Problemática que se pretende resolver

Durante el diagnóstico se identificó que la empresa presenta dificultades en el cumplimiento de los tiempos de entrega al cliente, relacionado a esto se presenta también falta de herramientas que permitan visualizar de manera integral el estado del sistema productivo. En particular, no se cuenta con un mecanismo que relacione simultáneamente la carga de trabajo en cada estación con las fechas de entrega comprometidas para las órdenes en proceso.

Esta limitación impide anticipar retrasos y dificulta la toma de decisiones oportunas para redistribuir la capacidad productiva. Como resultado, las acciones correctivas suelen ser reactivas y no preventivas, lo que afecta la confiabilidad en las promesas de entrega realizadas a los clientes.

Adicionalmente, la información relevante para el seguimiento del desempeño del sistema, como volúmenes de producción y niveles de cumplimiento, no se encuentra integrada en una herramienta que facilite su análisis dinámico, limitando la capacidad de identificar tendencias y oportunidades de mejora.

8.6.2 Propuesta

Se propone el desarrollo de un dashboard tipo cuadro de mando en Power BI que permita la planificación y el control de la producción con base en el estado real de las órdenes y sus fechas de entrega.

El sistema se estructurará en dos componentes principales. El primero corresponde a una herramienta visual que permita observar de manera simultánea la cola de trabajo en cada una de las estaciones del proceso y las fechas de entrega asociadas a las órdenes en curso. Este componente contará con funcionalidades interactivas que permitan filtrar la información por variables como fecha o estación, facilitando el análisis detallado del estado del flujo productivo. Por ejemplo, al seleccionar una fecha específica, se podrá identificar en qué estación se encuentran las órdenes correspondientes y el volumen de trabajo asociado; de igual forma, al seleccionar una estación, se podrán visualizar las fechas de entrega y cantidades de las órdenes en su cola.

El segundo componente del dashboard estará orientado al seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPI), tales como el porcentaje de cumplimiento de la promesa de entrega y los volúmenes de producción. Este módulo permitirá analizar el comportamiento del sistema en diferentes horizontes de tiempo mediante herramientas de filtrado y segmentación, facilitando la identificación de tendencias y la toma de decisiones estratégicas.

En conjunto, esta herramienta permitirá visualizar de manera rápida y precisa el estado del sistema productivo, facilitando la identificación de retrasos potenciales y la implementación de acciones correctivas oportunas, como la reasignación de recursos o el ajuste de capacidades en estaciones específicas.

8.6.3 Objetivos de la mejora

- Mejorar el cumplimiento de los tiempos de entrega mediante la visualización del estado real del sistema productivo.
- Facilitar la toma de decisiones operativas a partir de información actualizada e integrada.

- Permitir la identificación temprana de cuellos de botella en las estaciones de trabajo.
- Integrar en una sola herramienta el seguimiento de indicadores clave de desempeño del sistema productivo.
- Fortalecer la capacidad de análisis y planificación de la producción a corto y mediano plazo.

8.6.4 Plan de implementación

Fase 1. Identificación y estructuración de datos. Se identifican las fuentes de información necesarias dentro del ERP, incluyendo estado de las órdenes, estaciones del proceso, fechas de entrega y volúmenes de producción.

Fase 2. Integración de datos en Power BI. Se realiza la conexión y modelado de los datos en Power BI, estructurando la información de manera que permita su análisis dinámico.

Fase 3. Diseño del componente de seguimiento operativo. Se desarrolla la visualización de colas de trabajo por estación, integrando la variable de fechas de entrega y habilitando funcionalidades interactivas de filtrado.

Fase 4. Diseño del componente de indicadores (KPI). Se construyen visualizaciones para el seguimiento de indicadores clave, tales como cumplimiento de entregas y volúmenes de producción.

Fase 5. Validación de la herramienta. Se realizan pruebas con datos reales para verificar la consistencia de la información y la utilidad de las visualizaciones en la toma de decisiones.

Fase 6. Implementación y capacitación. Se pone en funcionamiento el dashboard y se capacita al personal encargado en su uso para la gestión diaria del sistema productivo.

Fase 7. Seguimiento y mejora continua. Se realiza seguimiento al uso de la herramienta y se ajustan las visualizaciones según las necesidades operativas identificadas.

9 Implementación de las propuestas del plan de mejoramiento

9.1 Implementación de la automatización de la transcripción de datos en el proceso de diseño gráfico

9.1.1 Diseño e implementación

Con el objetivo de reducir los errores asociados a la digitación manual de nombres y números en el proceso de diseño gráfico, se desarrolló e implementó una herramienta de automatización mediante una macro integrada en CorelDRAW, la cual permite la transcripción directa de datos desde archivos en formato CSV generados a partir de hojas de cálculo.

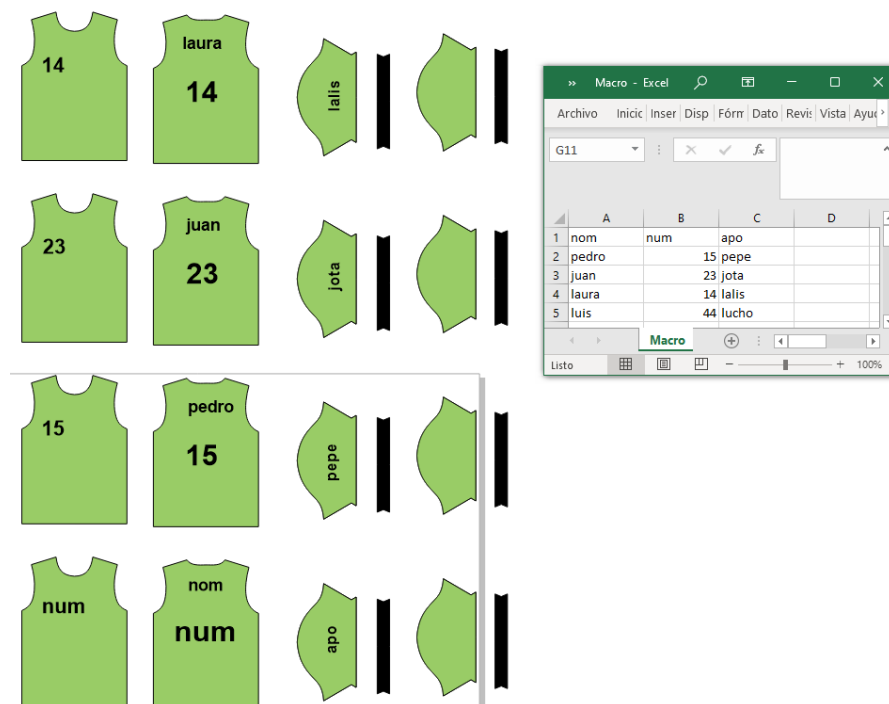
La lógica de funcionamiento de la herramienta se basa en la lectura estructurada de la información contenida en el archivo CSV, en el cual cada columna corresponde a un campo específico de personalización, como nombre, número o atributos adicionales (por ejemplo, apodos). A partir de esta información, la macro identifica los objetos de texto presentes en el diseño base y establece una correspondencia entre el contenido del objeto y la columna de datos correspondiente.

Una vez realizada esta asociación, el programa reemplaza el texto original del objeto por el primer valor de la columna y genera automáticamente copias del mismo para cada uno de los registros restantes, ubicándolos de manera organizada en el espacio de trabajo. Este proceso se realiza de forma simultánea para todos los elementos seleccionados, incluyendo tanto objetos de texto como elementos gráficos asociados, garantizando la consistencia en la estructura de cada prenda personalizada.

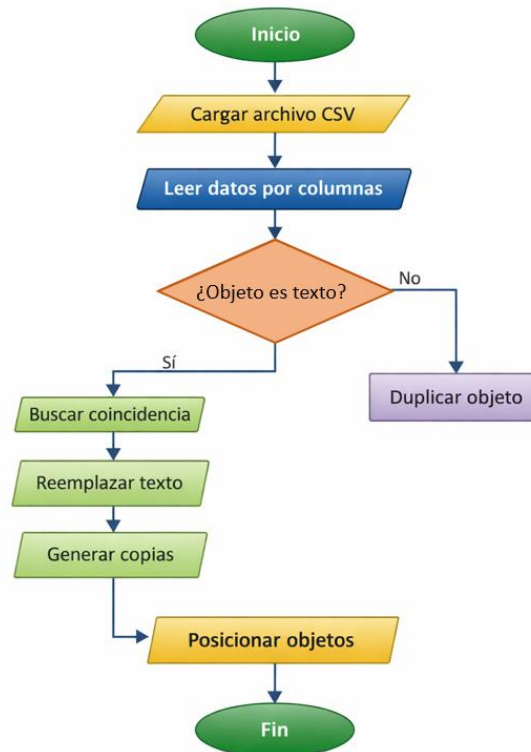
La herramienta permite abordar escenarios de alta complejidad, en los cuales una misma prenda puede incluir múltiples campos variables, como nombre, número en diferentes posiciones y otros elementos adicionales. En estos casos, la automatización elimina la necesidad de realizar múltiples procesos de digitación manual, reduciendo significativamente el tiempo requerido para la generación de los diseños y disminuyendo la probabilidad de errores.

La **Figura 7** presenta un ejemplo del resultado generado por la macro, en el cual se evidencian diferentes campos de personalización dentro de una misma prenda, incluyendo dos posiciones de número, un nombre y un apodo, todos generados automáticamente a partir de la información de entrada.

Figura 7
Resultado transcripción automatizada



Adicionalmente, en la **Figura 8** se presenta el diagrama de flujo del proceso automatizado, el cual describe las etapas principales de la lógica implementada, incluyendo la lectura de datos, la identificación de objetos, la asignación de valores y la generación de copias.

Figura 8*Diagrama de flujo macro de transcripción*

En el apéndice C se puede consultar el contenido del código en Visual Basic.

9.1.2 Monitoreo continuo

El seguimiento de la implementación se realizó mediante dos enfoques complementarios: el control de calidad en la personalización de las prendas y la medición del volumen de producción del área de diseño gráfico.

En primer lugar, se utilizó el indicador de porcentaje de prendas con errores en nombres y números, calculado de manera mensual a partir del sistema de control de calidad establecido en el área de armado. Este sistema registra las incidencias detectadas en las prendas terminadas, clasificándolas según su tipo de error, lo que permite identificar de manera específica aquellas relacionadas con fallas en la personalización. A partir de esta información, es posible evaluar la efectividad de la automatización en la reducción de errores tipográficos.

En segundo lugar, se incorporó el análisis del volumen de producción del área de diseño gráfico, utilizando los registros operativos del sistema ERP. Este indicador permite medir la cantidad de unidades procesadas en un período determinado, reflejando el impacto de la herramienta en la capacidad productiva del área.

La combinación de estos dos indicadores permite evaluar de manera integral el desempeño de la mejora implementada, considerando tanto la reducción de errores como el incremento en la productividad. En este sentido, la automatización no solo contribuye a mejorar la calidad del producto final, sino que también permite optimizar el uso del tiempo de los diseñadores, incrementando el volumen de trabajo procesado sin aumentar la carga operativa.

El monitoreo continuo de estos indicadores permite validar el impacto de la herramienta en el sistema productivo y sustentar su contribución a la eficiencia del proceso de diseño.

9.2 Implementación de la especialización del área de diseño gráfico mediante una línea de producción

9.2.1 Diseño e implementación

Con el fin de reducir la acumulación de trabajo en el área de diseño gráfico y mejorar el desempeño operativo de los diseñadores, se implementó una estructura de trabajo por estaciones, basada en la secuencia natural del proceso de diseño. Esta decisión se apoyó en la forma en que está organizada la orden dentro del sistema productivo de Raptor's Sport S.A.S., donde la orden constituye la unidad básica de trabajo, el consecutivo agrupa prendas con el mismo diseño y logos, y la prenda corresponde a la unidad mínima de producción. Bajo esta lógica, las etapas de color y elaboración de maestros se realizan por consecutivo, mientras que la personalización de nombres y números se ejecuta por prenda.

A partir de esta estructura, el área se reorganizó en tres estaciones de trabajo: color, maestros y nombres y números junto con exportación. Para su operación se asignó inicialmente un diseñador a la estación de color, un diseñador a la estación de maestros y tres diseñadores a la estación de nombres y números. Esta distribución permitió que cada colaborador se concentrara en una tarea específica, facilitando la estandarización del trabajo y favoreciendo una mayor especialización en el contenido técnico de cada fase.

La estación de color se encargó de realizar la conversión del diseño base aprobado por el cliente, originalmente en formato RGB, hacia un modelo de color CMYK ajustado a las condiciones específicas de impresión de la empresa. Este proceso implicó la aplicación de valores cromáticos definidos para cada tipo de color, en función del comportamiento de las impresoras utilizadas, con el fin de garantizar la fidelidad del resultado final en la sublimación. La estación de maestros asumió la adaptación del diseño a las diferentes tallas, mientras que la estación de nombres y números realizó la personalización de cada prenda individual y la posterior exportación de los archivos finales para su envío al área de impresión. Dado que la tarea de color y maestros aplica por consecutivo, mientras que nombres y números aplica por prenda, esta redistribución permitió alinear la carga de trabajo con la unidad real de producción en cada fase.

Durante la implementación se conservó un criterio de flexibilidad funcional. En los momentos en que la estación de nombres y números presentaba una disminución en su carga de trabajo, uno de los diseñadores asignados a esta etapa pasaba a apoyar temporalmente la elaboración de maestros. Esta dinámica permitió corregir desbalances puntuales en el flujo de trabajo, evitando tiempos ociosos en la estación final y contribuyendo a mantener la continuidad del proceso en las etapas intermedias. Adicionalmente, esta práctica favoreció el desarrollo de

habilidades en tareas de mayor complejidad técnica, fortaleciendo la polivalencia del equipo de diseño.

9.2.2 *Monitoreo continuo*

Para el seguimiento de esta mejora se definió como indicador principal el porcentaje de consecutivos con errores en diseño maestro, en coherencia con la problemática identificada en el diagnóstico. Este indicador permite medir la incidencia de fallas en los diseños base que afectan órdenes completas, constituyéndose en el criterio central para evaluar la efectividad de la estructura de especialización implementada.

El cálculo del indicador se realiza a partir del sistema de control de errores establecido en el área de armado, en el cual se registran las incidencias detectadas durante la revisión de las prendas. A partir de esta información, se identifican los errores asociados a diseño maestro y se relacionan con el total de consecutivos procesados en el período, permitiendo obtener una medida representativa del impacto de este tipo de fallas.

De manera complementaria, se realizó el seguimiento del indicador de productividad del equipo de diseño, con el fin de evaluar los efectos de la especialización en términos de eficiencia operativa. Este indicador permite analizar el comportamiento del rendimiento del área, sin constituirse como el criterio principal de evaluación de la mejora.

La combinación de ambos indicadores permite valorar de manera integral el impacto de la implementación, considerando tanto la reducción de errores críticos como las mejoras en la eficiencia del proceso de diseño.

9.2.3 *Diseño e implementación*

Con el objetivo de establecer un sistema de medición objetiva del desempeño en el área de diseño gráfico, se definieron estándares de producción diarios para cada una de las estaciones de

trabajo, teniendo en cuenta los cambios derivados de la implementación de la automatización y la especialización del proceso.

En este sentido, las tareas de color y elaboración de maestros fueron estandarizadas en función del número de consecutivos procesados, dado que su carga de trabajo depende directamente de esta unidad. Por su parte, la tarea de nombres y números fue estandarizada en función de la cantidad de prendas, al tratarse de una actividad que se ejecuta individualmente por cada unidad producida.

A partir de este análisis, se establecieron los siguientes estándares diarios de producción: 60 consecutivos para la estación de color, 55 consecutivos para la estación de maestros y 400 prendas para la estación de nombres y números. Estos valores fueron definidos considerando el desempeño observado en el equipo después de la implementación de las mejoras operativas.

Posteriormente, se desarrolló un modelo de análisis en Power BI, integrando la información proveniente del registro de procesos del sistema ERP con las cantidades de consecutivos y prendas asociadas a cada orden de producción. Mediante el uso de lenguaje DAX, se construyó una medida de productividad que permite calcular el desempeño individual de cada diseñador en función de su aporte diario.

La lógica de esta medida consiste en tomar la cantidad de unidades procesadas por el operario (ya sea en consecutivos o prendas), filtradas según la estación de trabajo, y compararlas con el estándar diario correspondiente. El resultado de esta relación se expresa en términos porcentuales, donde el cumplimiento del estándar equivale a 100 puntos de productividad.

Adicionalmente, el modelo contempla la posibilidad de que un mismo operario participe en más de una estación de trabajo durante una jornada, sumando los puntos de productividad

obtenidos en cada una de ellas. De esta manera, se obtiene un indicador integral que refleja de forma precisa el desempeño real del diseñador, independientemente de la distribución de sus tareas.

Con base en esta información, se diseñaron dashboards individuales para cada diseñador, en los cuales se presenta la evolución temporal del puntaje de productividad diario mediante gráficos de líneas, así como indicadores acumulados mensuales que permiten visualizar el progreso hacia los objetivos establecidos. Estos tableros incluyen además referencias visuales asociadas a los niveles de bonificación, facilitando la comprensión del desempeño y promoviendo la autorregulación del operario.

Figura 9

Ejemplo dashboard personal.



La **Figura 9** presenta un ejemplo del dashboard desarrollado para el seguimiento del desempeño individual de los diseñadores.

Finalmente, se realizó un análisis de viabilidad financiera del esquema de bonificaciones propuesto, con el fin de evaluar su impacto en los costos operativos. Para ello, se compararon diferentes escenarios de productividad mensual, considerando los valores de bonificación y su correspondiente carga prestacional.

Los resultados evidencian que, a medida que aumenta la productividad del operario y se activan los niveles de bonificación, el costo total asociado se incrementa en menor proporción que el volumen de producción generado. Esto se traduce en una disminución del costo unitario por punto de productividad, pasando de un escenario deficitario sin bonificación a uno de alto rendimiento con una reducción aproximada del 21% en el costo relativo.

En la **Tabla 7** se presenta el análisis de viabilidad financiera del esquema de bonificaciones, en el cual se comparan diferentes escenarios de productividad mensual y su impacto en el costo laboral y la eficiencia del sistema.

Tabla 7
Análisis viabilidad bonificaciones salariales

Escenario	Productividad mensual (21 jornadas) (puntos)	Bonificación salarial (\$)	Carga prestacional (\$)	Costo laboral total (\$)	Costo por unidad de productividad (\$/punto)
Déficit	1800	\$ -	\$ -	\$ 2.991.713	\$ 1.662
Estándar	2100	\$ 100.000	\$ 55.000	\$ 3.046.713	\$ 1.451
Superávit	2300	\$ 250.000	\$ 137.500	\$ 3.129.213	\$ 1.361
Superávit	2500	\$ 400.000	\$ 220.000	\$ 3.211.713	\$ 1.285

Se observa que el incremento en la productividad genera una reducción progresiva en el costo por unidad de productividad, evidenciando la eficiencia del esquema.

9.2.4 Monitoreo continuo

El seguimiento de esta mejora se realiza mediante el indicador de puntaje de productividad individual, calculado diariamente para cada diseñador a partir del modelo desarrollado en Power BI. Este indicador permite evaluar el cumplimiento de los estándares definidos y analizar la evolución del desempeño a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, se realiza un seguimiento del puntaje de productividad promedio mensual del equipo de diseño, con el fin de evaluar el impacto global de la implementación del sistema en el rendimiento del área.

El uso de dashboards interactivos permite realizar análisis detallados por diseñador, estación de trabajo y período de tiempo, facilitando la identificación de variaciones en el desempeño y la toma de decisiones relacionadas con la asignación de tareas, necesidades de capacitación o ajustes en los estándares establecidos.

Asimismo, el sistema de bonificaciones se encuentra directamente vinculado a estos indicadores, lo que refuerza su uso como herramienta de gestión y promueve una cultura de mejora continua orientada a resultados.

9.3 Implementación del sistema de validación de pagos en el ERP

9.3.1 Diseño e implementación

Con el objetivo de reducir los tiempos asociados a la validación de pagos y mejorar la trazabilidad de la información financiera vinculada a las órdenes de producción, se diseñó una modificación en la estructura de la base de datos del sistema ERP, orientada a centralizar y organizar la información de pagos dentro de la plataforma.

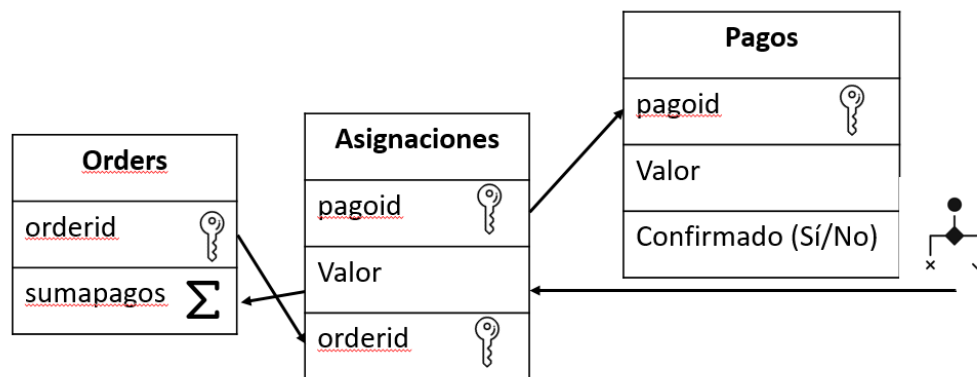
La implementación contempló la creación de dos nuevas estructuras principales. La primera corresponde a la tabla de pagos, en la cual se registran los datos básicos de cada transacción realizada por el cliente. Esta tabla incluye un identificador único del pago, el valor registrado, la fecha de creación, el cliente asociado, un campo de confirmación de tipo booleano y un archivo adjunto correspondiente al comprobante de pago. Este último permite soportar visualmente la transacción y facilita su validación por parte del personal administrativo.

La segunda estructura corresponde a la tabla de aplicaciones (o usos), la cual permite asociar un mismo pago a una o varias órdenes de producción. Esta tabla contiene el identificador del pago, el valor asignado, el identificador de la orden y la fecha de registro. Su implementación responde a la necesidad operativa de gestionar pagos que los clientes desean distribuir entre múltiples órdenes, permitiendo una asignación flexible y precisa de los recursos financieros.

Adicionalmente, se incorporó una nueva variable en la tabla de órdenes, denominada pagos realizados, la cual consolida el valor total de los pagos asociados a cada orden. Este cálculo se realiza considerando únicamente aquellas aplicaciones cuyo pago correspondiente ha sido previamente confirmado, garantizando la confiabilidad de la información utilizada en la toma de decisiones.

Figura 10

Esquema de interacción entre las tablas de pagos, aplicaciones y órdenes en el sistema ERP



Con el fin de representar de manera estructurada la interacción entre las entidades involucradas en el proceso, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta el esquema de relación entre las tablas de órdenes, pagos y aplicaciones. En este se evidencia la forma en que los pagos registrados se vinculan con una o varias órdenes mediante la tabla

intermedia, así como el mecanismo de consolidación de valores que permite determinar el total de pagos realizados por cada orden.

En el entorno de usuario, se desarrolló una sección destinada a la gestión de pagos pendientes de confirmación, accesible para el personal administrativo. En esta interfaz, los usuarios pueden visualizar los pagos registrados, consultar sus comprobantes y ejecutar acciones de confirmación o rechazo mediante controles específicos, lo que actualiza el estado del pago en el sistema.

De manera complementaria, se habilitó la visualización del valor de pagos realizados dentro de la tabla de órdenes para los roles encargados de la validación del inicio de producción y del despacho final. Esto permite verificar de forma inmediata el estado financiero de cada orden, eliminando la necesidad de consultar fuentes externas de información.

El proceso operativo definido se inicia con el registro del pago por parte del área comercial, donde el vendedor ingresa el valor, selecciona el cliente y adjunta el comprobante. Posteriormente, se pueden realizar las asignaciones del pago a una o varias órdenes según corresponda. De manera paralela, el personal administrativo valida el pago mediante su confirmación en el sistema. Una vez confirmado, el valor correspondiente se refleja automáticamente en la orden, permitiendo su uso en las etapas de validación de inicio de producción y despacho.

Es importante señalar que la implementación técnica de los cambios en la base de datos fue realizada por el proveedor del sistema ERP de la empresa, mientras que desde el desarrollo del presente proyecto se definieron los requerimientos funcionales, la estructura lógica de la solución y los lineamientos para su integración en el proceso operativo.

9.3.2 *Monitoreo continuo*

El seguimiento de esta mejora se realiza mediante el indicador de duración promedio de la fase de validación de pagos, calculado a partir de la información registrada en el sistema ERP.

Para su medición, se desarrolló un modelo de análisis en Power BI que permite identificar, para cada orden de producción, la fecha de inicio y la fecha de finalización del proceso de validación. A partir de estas variables, se calcula la duración de la fase como la diferencia entre ambas fechas.

Posteriormente, las órdenes se agrupan por períodos mensuales y se calcula el promedio de duración de la fase de validación, permitiendo evaluar la evolución del indicador a lo largo del tiempo.

Este enfoque permite medir de manera objetiva el impacto de la implementación, evidenciando la reducción en los tiempos de validación como resultado de la centralización de la información y la eliminación de procesos manuales. Asimismo, facilita la identificación de posibles desviaciones y la toma de decisiones orientadas a la mejora continua del proceso.

9.4 Implementación de la política de flexibilidad operativa y gestión de capacidad productiva

9.4.1 *Diseño e implementación*

Con el objetivo de optimizar la utilización de la capacidad instalada y mejorar la respuesta del sistema productivo ante variaciones en la demanda, se implementó una política de flexibilidad operativa basada en la combinación de una capacidad base ajustada y el uso controlado de horas extra como mecanismo de expansión temporal.

A partir del análisis del comportamiento histórico de la demanda, se identificó un pico de producción de 12.500 prendas mensuales. Con el fin de establecer un margen de seguridad, se definió una capacidad máxima objetivo de 13.000 prendas mensuales. Considerando que la operación puede incrementarse hasta en un 30% mediante el uso de horas extra, se estableció una capacidad base de 10.000 prendas mensuales, sobre la cual se dimensiona la planta de personal.

Con base en este criterio, se definió la estructura de operarios por área, considerando la capacidad individual y las condiciones particulares de cada proceso. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta la distribución de capacidad instalada en función del número de operarios y su rendimiento estimado.

Tabla 8

Capacidad instalada por área del sistema productivo

Área	Operarios	Capacidad por operario (prendas/día)	Capacidad diaria (prendas)	Capacidad mensual (prendas)
Diseño	2,5	200	500	10.500
Impresión	0,5	1.800	900	18.900
Sublimación	0,5	1.440	720	15.120
Corte	1	540	540	11.340
Armado	1,5	290	435	9.135
Costura	9,5	49	465,5	9.775,5
Empaque	3	171	513	10.773

En las áreas de impresión y sublimación, la asignación de 0,5 operarios corresponde a la dedicación parcial de estos recursos, dado que comparten su jornada laboral con una línea de productos independiente. Por su parte, los valores fraccionados en otras áreas se gestionan mediante operarios con capacidad de rotación, lo que permite ajustar la asignación de recursos según las necesidades del sistema.

Adicionalmente, la reducción progresiva de la planta de personal hasta alcanzar la capacidad base definida se gestionó mediante una política de no reemplazo. Bajo este enfoque, las

vacantes generadas por renunciaciones o desvinculaciones justificadas no fueron cubiertas, permitiendo ajustar gradualmente el tamaño del equipo sin recurrir a despidos.

En cuanto a la gestión de la capacidad variable, se estableció una política formal para la autorización de horas extra. Estas deben ser solicitadas previamente por los jefes inmediatos, quienes evalúan la necesidad con base en el estado de las colas de trabajo. Sin esta autorización, los operarios no están facultados para extender su jornada laboral. Para el registro de estas horas, se implementó inicialmente un formato físico en el cual el operario consigna la fecha y cantidad de horas trabajadas, el cual debe ser validado mediante la firma del jefe inmediato. Se plantea como mejora futura la integración de este registro en el sistema ERP.

Adicionalmente, se implementó un esquema de flexibilidad funcional mediante la definición de una matriz de rotación de operarios entre estaciones de trabajo, basada en la similitud de habilidades requeridas. Esta estrategia permite atender desbalances en las colas de producción y reducir tiempos ociosos.

Figura 11

Matriz de rotación de operarios entre estaciones de trabajo

Origen / Destino	Diseño	Impresión	Sublimación	Corte	Armado	Costura	Empaque
Diseño							
Impresión							
Sublimación							
Corte							
Armado							
Costura							
Empaque							

9.4.2 Monitoreo continuo

El seguimiento de esta mejora se realizó a través del indicador de productividad de mano de obra directa (HMOD), el cual permite evaluar la relación entre el volumen de producción y las horas de trabajo utilizadas en el sistema.

Adicionalmente, se realizó un control cualitativo del desempeño de los operarios en estaciones distintas a su asignación principal, con el fin de verificar la efectividad de la estrategia de rotación. En los casos en que se identificaron brechas en el desempeño, se programaron capacitaciones específicas para fortalecer las competencias requeridas.

Durante el periodo de implementación, se observó una adaptación progresiva del personal a las nuevas dinámicas de trabajo, favorecida por la definición de rotaciones entre estaciones con habilidades similares. Esto permitió una transición eficiente hacia el modelo de flexibilidad funcional.

Asimismo, se evidenció un incremento gradual en la productividad del sistema, asociado tanto a la mejora en la utilización de la capacidad instalada como a la reducción progresiva de la planta de personal mediante la política de no reemplazo. Este comportamiento confirma la efectividad de la estrategia implementada en términos de eficiencia operativa.

9.5 Implementación del sistema de planificación y control de la producción mediante dashboard en Power BI

9.5.1 Diseño e implementación

Con el objetivo de mejorar la visibilidad del estado del sistema productivo y facilitar la toma de decisiones operativas en función de las fechas de entrega, se desarrolló un dashboard en Power BI que integra la información de órdenes de producción, estaciones de trabajo y volúmenes de producción.

El diseño del dashboard se estructuró en dos componentes principales: un módulo de seguimiento operativo basado en colas de trabajo y un módulo de análisis de indicadores de desempeño.

El primer componente corresponde a la visualización del estado del flujo productivo mediante gráficos de barras que representan las colas de trabajo en cada estación. Se implementaron dos gráficos principales: uno que muestra la cantidad de prendas en proceso por estación y otro que presenta la cantidad de órdenes en cada etapa. De esta manera, es posible analizar tanto la carga operativa en términos de volumen como la distribución de órdenes dentro del sistema.

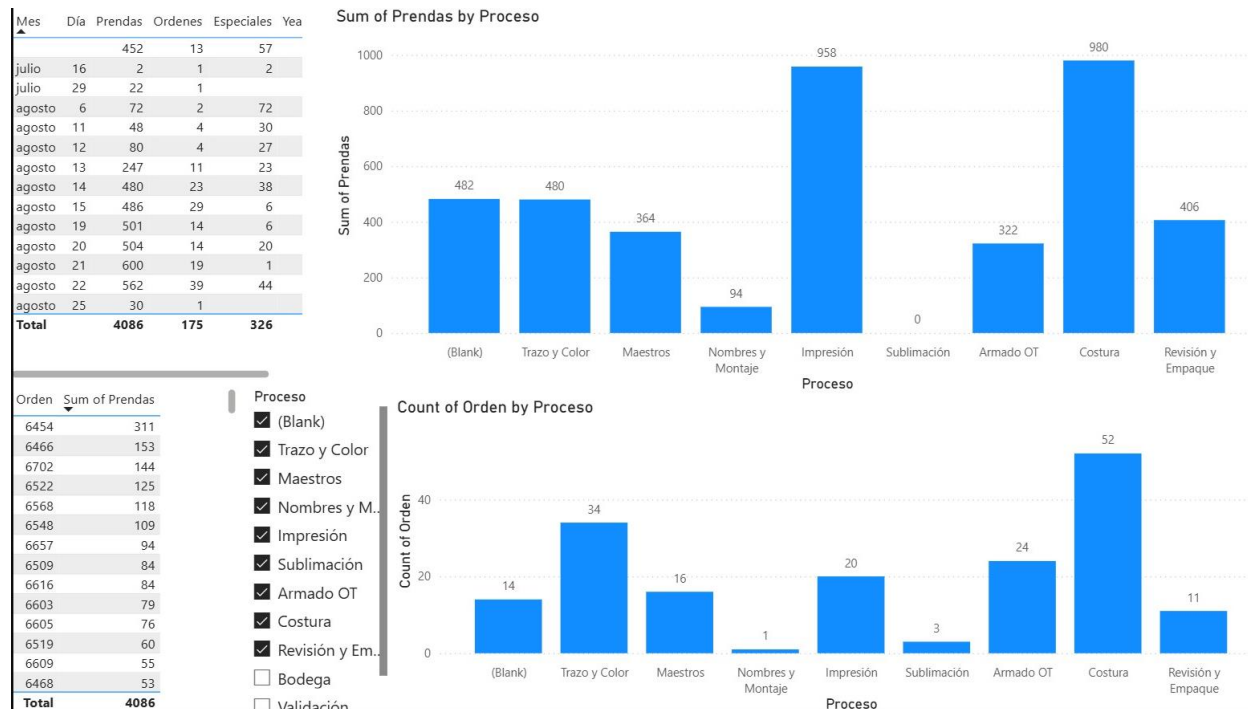
Adicionalmente, se incorporaron dos tablas complementarias. La primera presenta la acumulación de prendas por fecha, permitiendo identificar la carga de trabajo asociada a los compromisos de entrega. La segunda corresponde a un listado detallado de órdenes, incluyendo la cantidad de prendas por cada una, lo que facilita el análisis a nivel operativo.

La herramienta aprovecha la capacidad de interactividad propia de Power BI, permitiendo realizar análisis dinámicos mediante filtros cruzados. Al seleccionar una estación en los gráficos de barras, las tablas se actualizan automáticamente mostrando únicamente la información correspondiente a la cola de trabajo de dicha estación. De igual forma, al seleccionar una fecha específica, los gráficos y tablas se ajustan para reflejar únicamente las órdenes asociadas a ese período. Adicionalmente, es posible realizar filtrados combinados por estación y fecha, permitiendo un análisis detallado y específico del estado del sistema.

El modelo de datos que soporta este dashboard fue construido mediante consultas en lenguaje DAX, integrando la información del registro de procesos del ERP con las variables de órdenes, cantidades de prendas y estación actual de cada orden. Esto permite contar con información actualizada y consistente para el análisis del flujo productivo.

La **Figura 12** presenta el dashboard desarrollado para el seguimiento del estado de las colas de trabajo y la planificación de la producción.

Figura 12
Dashboard estado de la producción



El segundo componente del sistema corresponde al dashboard de indicadores de desempeño, el cual permite analizar el comportamiento del sistema productivo en diferentes dimensiones.

Para la medición del volumen de producción, se utilizó la tabla previamente desarrollada a partir del registro de procesos, permitiendo visualizar la evolución del volumen procesado a lo largo del tiempo. Este indicador puede ser filtrado por estación de trabajo, operario y rangos de fecha, facilitando el análisis detallado del desempeño del sistema.

Por su parte, el indicador de cumplimiento de la promesa de entrega se construyó a partir de la comparación entre la fecha de entrega comprometida y la fecha real en que la orden fue enviada a bodega. A partir de esta comparación, se generó una variable de tipo booleano que identifica si la orden fue entregada dentro del plazo establecido. Posteriormente, esta información

se agrupa de manera mensual para calcular el porcentaje de órdenes cumplidas, permitiendo evaluar el desempeño del sistema en términos de confiabilidad en la entrega.

En conjunto, estos dashboards permiten integrar la información operativa y estratégica del sistema productivo, facilitando tanto la gestión diaria de las órdenes como el análisis del desempeño a lo largo del tiempo.

9.5.2 Monitoreo continuo

El seguimiento de esta mejora se realiza mediante el análisis continuo de los indicadores de cumplimiento de la promesa de entrega y volumen de producción, así como a través del uso del dashboard operativo para la gestión de las colas de trabajo.

El uso de herramientas interactivas permite identificar de manera oportuna posibles retrasos en el flujo productivo, facilitando la toma de decisiones como la reasignación de recursos, la activación de horas extra o la priorización de órdenes críticas.

Asimismo, el análisis histórico de los indicadores permite identificar tendencias en el comportamiento del sistema, evaluar el impacto de las mejoras implementadas y ajustar las estrategias de planificación de la producción.

De esta manera, el dashboard no solo actúa como una herramienta de visualización, sino como un elemento central en la gestión del sistema productivo, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa y el cumplimiento de los compromisos con los clientes.

10 Evaluación de las mejoras implementadas

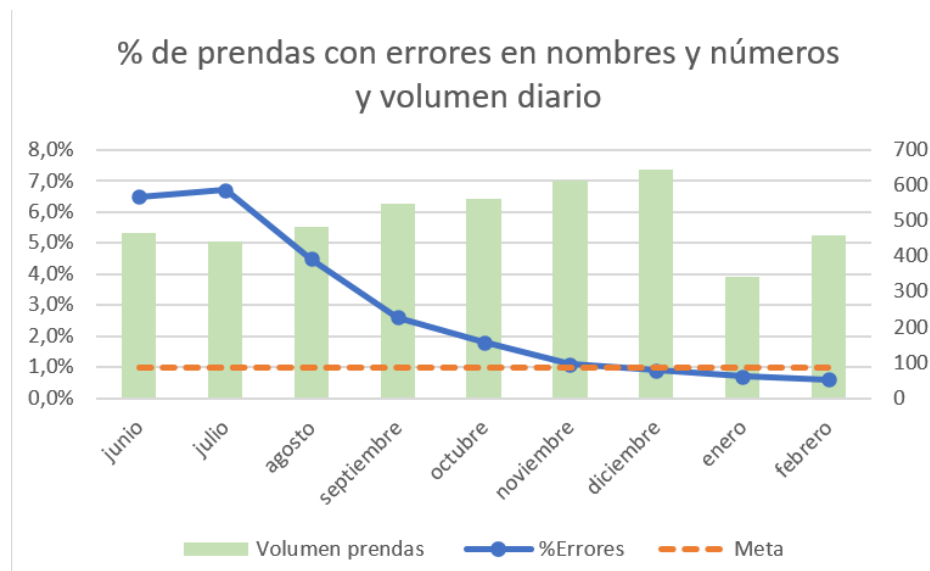
Con el fin de evaluar el impacto de las mejoras implementadas en el sistema productivo de la empresa, se definieron indicadores de desempeño asociados a cada una de las propuestas planteadas en el capítulo 7. Estos indicadores permiten medir de manera objetiva los cambios en términos de calidad, productividad, tiempos de proceso y cumplimiento de la promesa de entrega.

La **Tabla 9** presenta el conjunto de indicadores utilizados para el seguimiento del proyecto, junto con su definición y las metas establecidas para cada uno. Estos fueron calculados a partir de la información registrada en el sistema ERP y analizados para un periodo de ocho meses, el cual incluye dos meses previos a la implementación de las mejoras y seis meses posteriores.

Tabla 9

Indicadores de seguimiento de las propuestas de mejora

Propuesta de mejora	Indicador de seguimiento	Definición del indicador	Meta
Automatización de la transcripción de datos desde archivos en Excel hacia CoreIDRAW	Porcentaje de prendas con errores en nombres y números	Relación entre el número de prendas con errores en nombres y números y el total de prendas producidas en el período	$\leq 1\%$
Implementación de una política de especialización del área de diseño gráfico mediante la estructuración de una línea de producción por etapas	Porcentaje de consecutivos con errores en diseño maestro	Relación entre el número de consecutivos con errores en diseño maestro y el total de consecutivos procesados	$\leq 2\%$
Implementación de un sistema de control de desempeño individual acompañado de un esquema de bonificaciones basado en productividad	Puntaje promedio de productividad del equipo de diseño	Promedio mensual del puntaje diario de productividad individual de los diseñadores	≥ 100 puntos
Unificación y centralización de la información de pagos dentro del sistema ERP	Duración promedio de las órdenes en la fase de validación	Promedio del tiempo transcurrido entre el inicio y finalización de la fase de validación de pagos, agrupado por mes	$\leq 0,5$ días
Implementación de una política de flexibilidad funcional entre estaciones compatibles y gestión de horas extra según demanda	Productividad de la mano de obra directa (HMOD)	Relación entre el total de prendas producidas y las horas de mano de obra directa empleadas	≥ 3 prendas/hora
Implementación de un sistema de planificación de la producción basado en el progreso real de las órdenes y sus fechas de entrega	Cumplimiento de la promesa de entrega	Relación entre el número de órdenes finalizadas en fecha o antes de la promesa y el total de órdenes procesadas	$\geq 90\%$

Figura 13*Evolución del porcentaje de errores y volumen de producción*

A partir de los resultados presentados, se evidencia una disminución significativa y sostenida en el porcentaje de errores asociados a nombres y números posterior a la implementación de la automatización. Mientras que en los meses previos (junio y julio) el indicador se encontraba en niveles cercanos al 6,5%, a partir de agosto se observa una reducción progresiva que alcanza valores inferiores al 1% en los meses de diciembre, enero y febrero, cumpliendo e incluso superando la meta establecida.

Esta tendencia refleja el impacto directo de la automatización en la eliminación de errores derivados de la digitación manual, principal causa identificada en el diagnóstico. La reducción progresiva del indicador sugiere además un proceso de adaptación del equipo al uso de la herramienta, consolidándose su efectividad a medida que se integra en la operación diaria.

En cuanto al volumen de producción, se observa un incremento general en los meses posteriores a la implementación, pasando de un promedio cercano a 450 prendas diarias en el periodo previo a valores superiores a 600 prendas en los meses de noviembre y diciembre. Este

comportamiento evidencia una mejora en la capacidad operativa del área de diseño, atribuible a la reducción del tiempo requerido para la transcripción de datos.

Cabe resaltar que en los meses de enero y febrero se presenta una disminución en el volumen de producción, fenómeno asociado al comportamiento estacional de la demanda y a la reducción temporal de la capacidad operativa debido a periodos de vacaciones del personal. Sin embargo, a pesar de esta disminución en la producción, el porcentaje de errores continúa reduciéndose, lo que refuerza la efectividad de la automatización como herramienta de control de calidad independiente del volumen procesado.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que la implementación de la automatización no solo contribuyó a la reducción significativa de errores en la personalización de las prendas, sino que también tuvo un impacto positivo en la productividad del área de diseño, cumpliendo con los objetivos planteados en la propuesta de mejora.

10.2 Resultados de la especialización del área de diseño gráfico

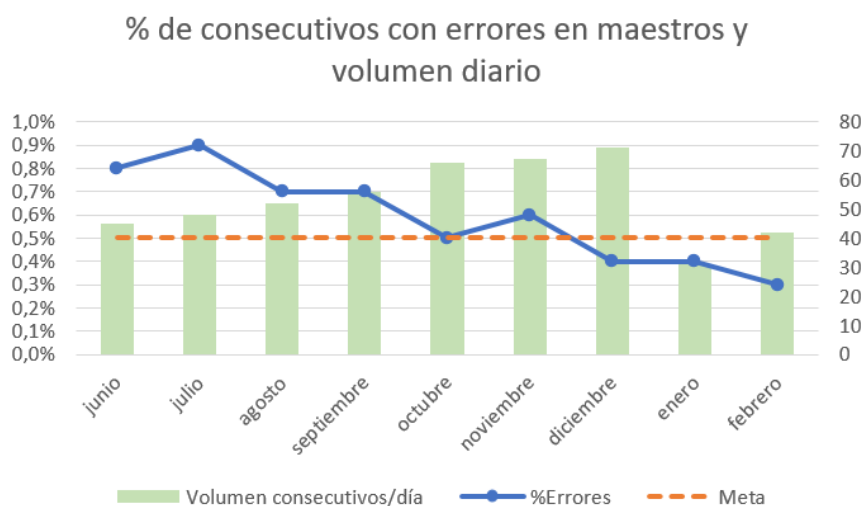
La implementación de la política de especialización del área de diseño gráfico fue evaluada mediante el indicador de porcentaje de consecutivos con errores en diseño maestro, definido como la relación entre el número de consecutivos con errores en los diseños base y el total de consecutivos procesados en el período.

Dado que este tipo de error afecta simultáneamente múltiples prendas dentro de una orden, se estableció una meta más exigente del 0,5%, con el fin de minimizar su impacto en el sistema productivo.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para un periodo de ocho meses, incluyendo dos meses previos a la implementación (junio y julio) y seis meses posteriores.

Tabla 11*Evolución del porcentaje de errores en diseño maestro y volumen diario de consecutivos*

Mes	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
% Errores	0,8%	0,9%	0,7%	0,7%	0,5%	0,6%	0,4%	0,4%	0,3%
Volumen (consecutivos/día)	45	48	52	56	66	67	71	31	42
Meta	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%

Figura 14*Evolución del porcentaje de errores en diseño maestro y volumen diario de consecutivos*

A partir de los resultados obtenidos, se observa una tendencia general a la disminución en el porcentaje de errores en diseño maestro posterior a la implementación de la estructura de especialización. Mientras que en los meses previos el indicador se encontraba entre 0,8% y 0,9%, en los meses posteriores se evidencia una reducción progresiva que permite alcanzar e incluso mejorar la meta establecida del 0,5% a partir del mes de octubre, manteniéndose en niveles inferiores en los meses siguientes.

Este comportamiento evidencia el impacto positivo de la segmentación del proceso de diseño en etapas específicas, permitiendo que cada diseñador desarrolle mayor especialización en su tarea y facilitando la detección de errores mediante la verificación cruzada entre estaciones de trabajo. En particular, la transición de un modelo en el que un solo diseñador ejecutaba todas las

tareas a uno basado en flujo secuencial contribuyó a reducir la probabilidad de que errores en el diseño maestro avanzaran a etapas posteriores del proceso.

En cuanto al volumen de producción, se observa un incremento sostenido en el número de consecutivos procesados diariamente, pasando de valores cercanos a 45 consecutivos en el periodo previo a niveles superiores a 65 consecutivos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Este incremento sugiere una mejora en la eficiencia del proceso de diseño, asociada a la especialización de tareas y a la reducción de tiempos de ejecución por curva de aprendizaje.

Al igual que en la mejora anterior, en los meses de enero y febrero se presenta una disminución en el volumen de producción, atribuida a factores estacionales y a la reducción temporal de la capacidad operativa. Sin embargo, el porcentaje de errores se mantiene en niveles bajos durante este periodo, lo que indica que la mejora en la calidad del proceso se sostiene independientemente de la variación en la carga de trabajo.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la implementación de la estructura de especialización en el área de diseño gráfico contribuyó de manera efectiva a la reducción de errores críticos en diseño maestro, al tiempo que generó mejoras en la eficiencia operativa del proceso.

10.3 Resultados del sistema de control de desempeño y bonificaciones

La implementación del sistema de control de desempeño individual y el esquema de bonificaciones fue evaluada mediante el indicador de puntaje promedio de productividad del equipo de diseño, definido como el promedio mensual del puntaje diario individual de los diseñadores.

Este indicador permite medir el nivel de cumplimiento de los estándares de producción establecidos para cada estación de trabajo, donde un valor de 100 puntos representa el cumplimiento del estándar diario esperado.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para un periodo de ocho meses, incluyendo dos meses previos a la implementación (junio y julio) y seis meses posteriores.

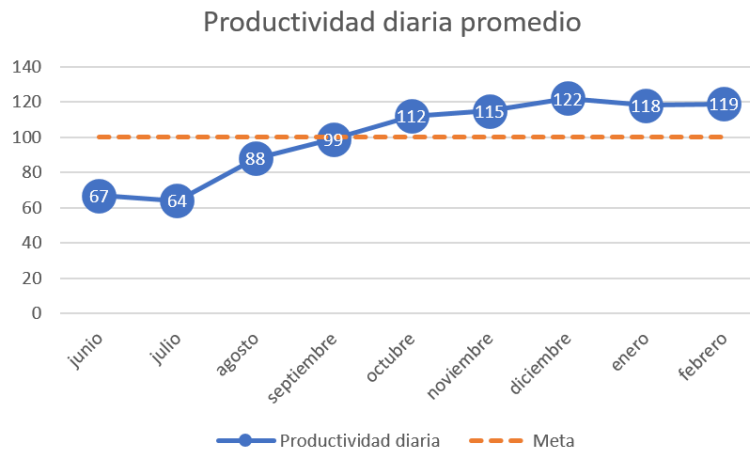
Tabla 12

Evolución del puntaje promedio de productividad del equipo de diseño

Mes	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Productividad diaria (puntos)	67	64	88	99	112	115	122	118	119
Meta	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Figura 15

Evolución del puntaje promedio de productividad del equipo de diseño



A partir de los resultados obtenidos, se evidencia un incremento significativo en el puntaje de productividad del equipo de diseño posterior a la implementación del sistema de control y bonificaciones. Mientras que en los meses previos el indicador se encontraba en niveles de 64 a 67 puntos, reflejando un desempeño inferior al estándar, a partir del mes de agosto se observa una mejora progresiva que permite alcanzar y posteriormente superar la meta establecida de 100 puntos.

En particular, a partir del mes de octubre el equipo logra consolidar un desempeño superior al estándar, alcanzando valores entre 112 y 122 puntos, lo que indica no solo el cumplimiento de los niveles esperados de producción, sino un excedente en la capacidad operativa del área.

Este comportamiento evidencia el impacto del sistema de medición y del esquema de incentivos en la motivación y desempeño de los diseñadores, promoviendo una mayor orientación a resultados y un control más preciso del cumplimiento de los estándares individuales. Asimismo, el acceso a información detallada mediante dashboards permitió a los operarios realizar un seguimiento continuo de su desempeño, facilitando procesos de autorregulación.

Adicionalmente, el incremento sostenido en el puntaje de productividad sugiere un efecto combinado entre la implementación del sistema de bonificaciones y las mejoras previas en la organización del trabajo, como la especialización por estaciones, lo cual contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución de las tareas.

En los meses de enero y febrero, a pesar de la reducción en la capacidad operativa asociada a factores estacionales, el indicador se mantiene en niveles superiores a la meta, lo que evidencia la estabilidad del sistema implementado y su capacidad para sostener altos niveles de desempeño incluso en condiciones de menor disponibilidad de recursos.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la implementación del sistema de control de desempeño y bonificaciones tuvo un impacto positivo en la productividad del equipo de diseño, logrando no solo el cumplimiento de los estándares establecidos, sino también una mejora significativa en la eficiencia operativa del área.

10.4 Resultados del sistema de validación de pagos

La implementación del sistema de validación de pagos en el ERP fue evaluada mediante el indicador de duración promedio de las órdenes en la fase de validación, definido como el tiempo promedio transcurrido entre el inicio y la finalización de esta etapa dentro del flujo del proceso.

Este indicador permite medir la eficiencia del proceso administrativo asociado a la confirmación de pagos, el cual constituye un requisito previo para el inicio de la producción y la autorización del despacho de las órdenes.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para un periodo de ocho meses, incluyendo dos meses previos a la implementación (junio y julio) y seis meses posteriores.

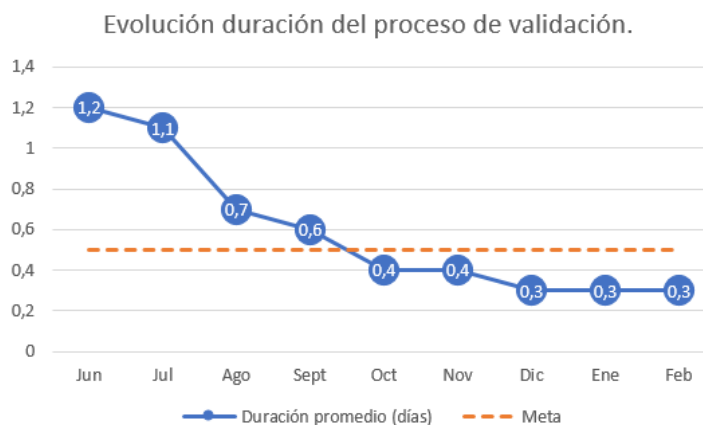
Tabla 13

Evolución de la duración promedio en la fase de validación de pagos (días)

Mes	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Duración promedio (días)	1,2	1,1	0,7	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Meta	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Figura 16

Evolución de la duración promedio en la fase de validación de pagos (días)



A partir de los resultados obtenidos, se evidencia una reducción significativa en la duración promedio de la fase de validación de pagos posterior a la implementación del sistema en el ERP. Mientras que en los meses previos el indicador se encontraba en niveles de 1,1 a 1,2 días, a partir de agosto se observa una disminución progresiva que permite alcanzar la meta establecida de 0,5 días en el mes de octubre y mantenerse por debajo de este valor en los meses posteriores.

Esta mejora refleja el impacto de la centralización de la información de pagos y la eliminación de procesos manuales de verificación, los cuales anteriormente generaban retrasos debido a la dispersión de la información y la dependencia de validaciones externas al sistema.

Asimismo, la incorporación de mecanismos de confirmación directa dentro del ERP permitió reducir los tiempos de respuesta del personal administrativo, facilitando la validación oportuna de los pagos y mejorando la trazabilidad del proceso.

Es importante resaltar que la estabilización del indicador en valores cercanos a 0,3 días evidencia no solo el cumplimiento de la meta establecida, sino también una optimización adicional del proceso, alcanzando niveles de desempeño superiores a los inicialmente proyectados.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la implementación del sistema de validación de pagos contribuyó de manera efectiva a la reducción de los tiempos administrativos, mejorando la eficiencia del flujo de trabajo y facilitando el cumplimiento oportuno de las etapas posteriores del proceso productivo.

10.5 Resultados de la política de flexibilidad operativa y gestión de capacidad

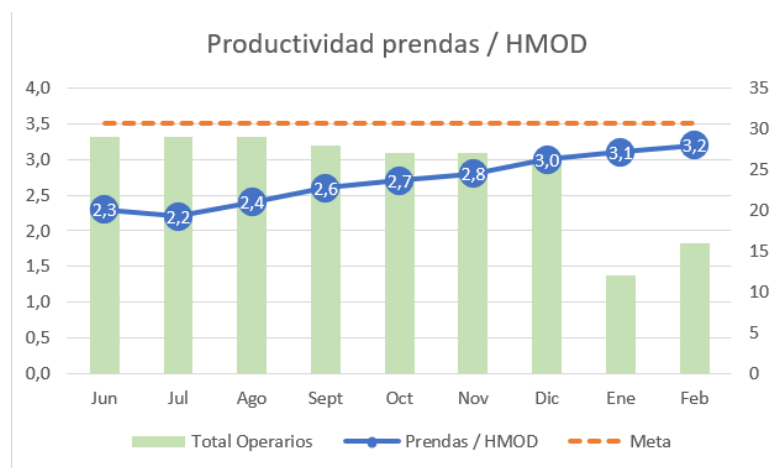
La implementación de la política de flexibilidad operativa fue evaluada mediante el indicador de productividad de la mano de obra directa (HMOD), definido como la relación entre el número de prendas producidas y las horas de mano de obra directa empleadas en el proceso.

Adicionalmente, se incorporó como variable de análisis el número total de operarios, con el fin de evaluar el efecto de la reducción progresiva de la capacidad base sobre la eficiencia del sistema productivo.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para un periodo de ocho meses, incluyendo dos meses previos a la implementación (junio y julio) y seis meses posteriores.

Tabla 14*Evolución de la productividad por HMOD y número de operarios*

Mes	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Productividad (prendas/HMOD)	2,3	2,2	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2
Total operarios	29	29	29	28	27	27	26	12	16
Meta	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Figura 17*Evolución de la productividad por HMOD y número de operarios*

A partir de los resultados obtenidos, se observa un incremento progresivo en la productividad de la mano de obra directa posterior a la implementación de la política de flexibilidad operativa. Mientras que en los meses previos el indicador se encontraba en niveles de 2,2 a 2,3 prendas por hora, en los meses posteriores se evidencia una mejora sostenida que alcanza valores superiores a 3,0 prendas por hora a partir del mes de diciembre.

Este comportamiento se encuentra directamente relacionado con la reducción progresiva del número de operarios, la cual fue gestionada mediante la política de no reemplazo. La disminución de la capacidad base permitió reducir los tiempos ociosos identificados en el diagnóstico, mejorando la utilización efectiva de los recursos disponibles.

Asimismo, la implementación de mecanismos de flexibilidad funcional, mediante la rotación de operarios entre estaciones compatibles, contribuyó a equilibrar las cargas de trabajo y

a reducir los desbalances en las colas de producción. De igual forma, el uso controlado de horas extra permitió incrementar temporalmente la capacidad del sistema en momentos de alta demanda, sin afectar la eficiencia estructural del proceso.

En los meses de enero y febrero se observa una reducción significativa en el número de operarios, asociada a periodos de vacaciones, lo cual genera una disminución en la capacidad disponible. Sin embargo, la productividad por HMOD continúa incrementándose, alcanzando valores de hasta 3,2 prendas por hora, lo que evidencia una alta eficiencia en el uso de los recursos disponibles incluso en condiciones de capacidad limitada.

Si bien la meta establecida de 3,5 prendas por hora no se alcanza en el periodo analizado, la tendencia creciente del indicador y la reducción sostenida de la brecha respecto a la meta evidencian la efectividad de la estrategia implementada y su potencial de consolidación en el mediano plazo.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la implementación de la política de flexibilidad operativa contribuyó a mejorar la eficiencia en el uso de la mano de obra, reduciendo tiempos ociosos y optimizando la capacidad instalada del sistema productivo.

10.6 Resultados del cumplimiento de la promesa de entrega

La implementación del sistema de planificación de la producción basado en el progreso real de las órdenes y sus fechas de entrega fue evaluada mediante el indicador de cumplimiento de la promesa de entrega, definido como la relación entre el número de órdenes finalizadas en la fecha comprometida o antes de esta y el total de órdenes procesadas en el período.

Este indicador representa una medida integral del desempeño del sistema productivo, ya que refleja el efecto combinado de las mejoras implementadas en calidad, productividad, tiempos de proceso y gestión de la capacidad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para un periodo de ocho meses, incluyendo dos meses previos a la implementación (junio y julio) y seis meses posteriores.

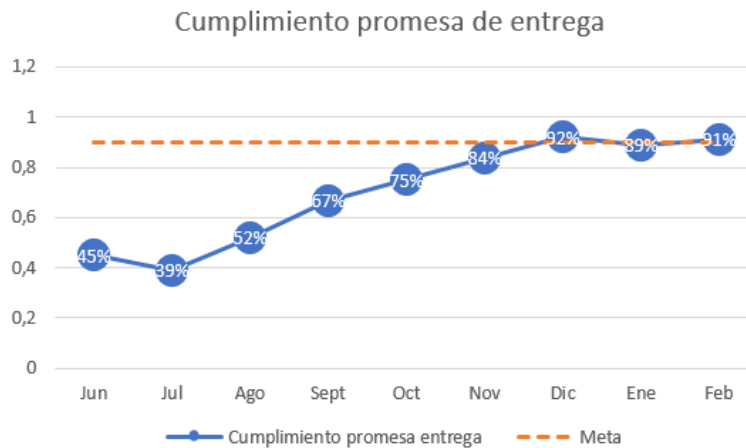
Tabla 15

Evolución del cumplimiento de la promesa de entrega

Mes	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Cumplimiento (%)	45%	39%	52%	67%	75%	84%	92%	89%	91%
Meta	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

Figura 18

Evolución del cumplimiento de la promesa de entrega



A partir de los resultados obtenidos, se evidencia una mejora significativa en el cumplimiento de la promesa de entrega posterior a la implementación del sistema de planificación y control de la producción. Mientras que en los meses previos el indicador se encontraba en niveles de 39% a 45%, reflejando un bajo nivel de confiabilidad en los tiempos de entrega, en los meses posteriores se observa un incremento progresivo que permite alcanzar la meta establecida del 90% en el mes de diciembre.

Este comportamiento refleja el impacto acumulado de las diferentes mejoras implementadas a lo largo del sistema productivo. En particular, la reducción de errores en diseño, el incremento en la productividad del área de diseño, la disminución de los tiempos de validación

de pagos y la optimización en la gestión de la capacidad contribuyeron a mejorar la fluidez del proceso y reducir los retrasos en la ejecución de las órdenes.

Adicionalmente, la implementación del dashboard de planificación permitió visualizar de manera oportuna el estado de las colas de trabajo y las fechas de entrega asociadas, facilitando la toma de decisiones operativas como la reasignación de recursos y la priorización de órdenes críticas.

En los meses de enero y febrero, aunque se presenta una ligera variación en el indicador, este se mantiene en niveles cercanos o superiores a la meta, a pesar de la reducción temporal en la capacidad operativa asociada a factores estacionales. Esto evidencia la estabilidad del sistema implementado y su capacidad para sostener un alto nivel de cumplimiento bajo diferentes condiciones de operación.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la implementación del sistema de planificación de la producción, en articulación con las demás mejoras desarrolladas en el proyecto, permitió transformar el desempeño del sistema productivo, logrando un incremento sustancial en la confiabilidad de las entregas y alcanzando niveles de cumplimiento alineados con las metas establecidas.

11 Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió implementar un plan de mejoramiento en el proceso de producción de uniformes deportivos de la empresa Raptor's Sport S.A.S., logrando una transformación significativa en el desempeño del sistema productivo. A través de la integración de herramientas tecnológicas, metodologías de gestión y estrategias de optimización operativa, se evidenció una mejora sustancial en indicadores clave como la reducción de errores, el incremento en la productividad, la disminución de tiempos administrativos y el aumento en el cumplimiento

de la promesa de entrega, alcanzando niveles superiores al 90%. Estos resultados demuestran el cumplimiento del objetivo general planteado y evidencian la efectividad del enfoque integral adoptado en el proyecto.

Se logró realizar un diagnóstico detallado del proceso de producción, identificando problemáticas críticas como la alta incidencia de errores en la personalización de prendas, fallas en diseños maestros, baja productividad en el área de diseño, retrasos en la validación de pagos, tiempos ociosos en diferentes estaciones de trabajo y un bajo nivel de cumplimiento en las fechas de entrega. Este diagnóstico permitió comprender de manera integral el funcionamiento del sistema productivo y establecer una base sólida para la formulación de las mejoras.

Se diseñó un plan de mejora estructurado que integró soluciones tecnológicas y organizacionales orientadas a la optimización del proceso. Entre las principales propuestas se incluyeron la automatización de la transcripción de datos, la implementación de una estructura de trabajo especializada en el área de diseño, el desarrollo de un sistema de control de desempeño con incentivos, la centralización de la información de pagos en el ERP, la adopción de políticas de flexibilidad operativa y la creación de dashboards para la planificación y control de la producción. Estas soluciones fueron diseñadas con base en el análisis de datos y en la identificación de las causas raíz de los problemas detectados.

Se logró implementar de manera efectiva las mejoras aprobadas por la gerencia general, evidenciando su aplicabilidad en un entorno productivo real. La ejecución de estas iniciativas permitió no solo validar la viabilidad de las propuestas, sino también generar resultados medibles en el desempeño del sistema, destacando especialmente la reducción del porcentaje de errores en el área de diseño junto a un aumento fuerte de la productividad del proceso en general y un aumento crítico del cumplimiento a la promesa de entrega.

Se formularon indicadores de gestión que permitieron realizar el seguimiento y control de cada una de las mejoras implementadas. Estos indicadores fueron definidos de manera coherente con las problemáticas identificadas y se integraron en herramientas de análisis desarrolladas en Power BI, lo que permitió realizar un monitoreo continuo del desempeño del sistema y facilitar la toma de decisiones basada en datos.

Finalmente, se llevó a cabo la socialización del plan de mejora con las áreas involucradas en el proceso productivo, lo que permitió su adecuada adopción y contribuyó a la sostenibilidad de las soluciones implementadas. La integración de los operarios y del personal administrativo en el uso de nuevas herramientas y metodologías facilitó la transición hacia un modelo de trabajo más eficiente, promoviendo una cultura organizacional orientada a la mejora continua y al cumplimiento de objetivos.

12 Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en la implementación del plan de mejoramiento, se proponen las siguientes recomendaciones con el fin de fortalecer la sostenibilidad de las mejoras alcanzadas y promover la evolución continua del sistema productivo de la empresa.

En primer lugar, se recomienda continuar con la identificación y automatización de actividades dentro del proceso de diseño gráfico que aún dependan de intervención manual. La experiencia obtenida con el desarrollo de macros para la transcripción de datos evidenció un alto potencial de este tipo de herramientas para reducir errores y aumentar la productividad. En este sentido, se sugiere explorar nuevas oportunidades de automatización en tareas repetitivas, mediante el uso de herramientas como macros o scripts adaptados a las necesidades del proceso.

En segundo lugar, se recomienda ampliar el uso de herramientas de análisis de datos, como las implementadas en PowerBI, hacia otras áreas de la empresa, especialmente el área comercial. La integración y análisis de la información proveniente del ERP puede facilitar la toma de decisiones estratégicas relacionadas con comportamiento de la demanda, segmentación de clientes, tiempos de respuesta y rentabilidad por tipo de producto. Esto permitiría alinear la gestión comercial con las capacidades operativas del sistema productivo, generando una mayor coherencia organizacional.

Adicionalmente, se sugiere continuar con la identificación e integración de fuentes de información que actualmente no se encuentran sistematizadas dentro del ERP. La consolidación de datos en un único sistema permite mejorar la trazabilidad, reducir la dependencia de registros manuales y fortalecer los procesos de análisis y control. En este sentido, se recomienda avanzar hacia una mayor digitalización de los procesos, priorizando aquellos que tienen impacto directo en la toma de decisiones y en el seguimiento del desempeño.

Por otra parte, se recomienda incorporar los principios de flexibilidad operativa dentro de los perfiles de contratación de nuevos empleados. Dado que la implementación de la rotación entre estaciones de trabajo y la gestión dinámica de la capacidad demostraron ser efectivas, resulta conveniente seleccionar y capacitar personal con habilidades versátiles que faciliten su adaptación a diferentes funciones dentro del proceso productivo. Esto permitirá mantener y fortalecer la capacidad de respuesta del sistema ante variaciones en la demanda.

Finalmente, se recomienda dar continuidad al seguimiento de los indicadores de desempeño definidos en el proyecto, con el fin de consolidar una cultura organizacional basada en la mejora continua y la toma de decisiones fundamentada en datos. La revisión periódica de estos

indicadores permitirá identificar nuevas oportunidades de optimización y asegurar la sostenibilidad de los resultados alcanzados en el mediano y largo plazo.

Referencias Bibliográficas

Anaya, A. M. C. (2024). Distribución de planta en el sector textil de Valledupar [Trabajo de grado, Universidad de Santander – UDES]. Repositorio UDES. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/9e1a357c-3838-4d9b-a120-9e585657332d/content>

Galsworth, G. D. (2005). *Visual workplace: Visual thinking*. Visual-Learn Enterprise Press.

Groover, M. P. (2013). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (4th ed.). Pearson.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.

Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2011). *Factory physics* (3rd ed.). Waveland Press.

López Tabares, A., & Rudas Arango, R. S. (2024). Plan de mejora del proceso de servicios de producción de la empresa Supertex S.A. en la ciudad de Yumbo–Valle [Trabajo de grado, Institución Universitaria Antonio José Camacho]. Repositorio UNIAJC. <https://repositorio.uniajc.edu.co/server/api/core/bitstreams/98b8cbbb-7a3f-4c3d-9b39-f4e965b25bbf/content>

Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2015). *Production and operations analysis* (7th ed.). Waveland Press.

Polanco Pulido, P. J. (2024). Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia del proceso de teñido en una fábrica textil colombiana [Trabajo de grado, Universidad El Bosque]. Repositorio Universidad El Bosque. <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/edd422ee-79ba-48b5-95d5-c52ac53bad5d/content>