

Integración de gestión por procesos mediante simulación de eventos discretos para mejorar la calidad de servicio en una empresa gráfica

Integration of Process Management through Discrete-Event Simulation to Improve Service Quality in a Graphic Company

Marlon Segundo Cedamanos Jordan* 

WG Perú S.A.C., Trujillo, Perú.

* Autor correspondiente: macejo@gmail.com (M. Cedamanos)

DOI: [10.17268/scien.inge.2026.03.04](https://doi.org/10.17268/scien.inge.2026.03.04)

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar cómo la integración de la gestión por procesos, apoyada en la simulación de eventos discretos, contribuye a mejorar la calidad del servicio en una empresa gráfica. La investigación se desarrolló con un enfoque aplicado, empleando herramientas de análisis de procesos, evaluación de la calidad del servicio mediante el instrumento SERVQUAL y modelación del sistema productivo mediante simulación. Inicialmente se realizó un diagnóstico del proceso productivo, identificándose demoras asociadas principalmente a la organización de las actividades y a la concentración de carga operativa en determinadas etapas del proceso. Posteriormente se implementaron mejoras basadas en la gestión por procesos orientadas a reorganizar el flujo de trabajo y mejorar la coordinación entre las actividades productivas. Los resultados proporcionan evidencia a favor de la hipótesis, con una reducción aproximada del 25,0 % en el tiempo promedio de espera de los pedidos y una mejora en la percepción del servicio, donde el 85,0 % de los clientes calificó la calidad del servicio en un nivel alto. Se concluye que la gestión por procesos constituye una alternativa efectiva para fortalecer la calidad del servicio en empresas del sector gráfico.

Palabras clave: gestión por procesos; simulación de eventos discretos; calidad del servicio; SERVQUAL; industria gráfica.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze how the integration of process management, supported by discrete event simulation, contributes to improving service quality in a graphic company. The research was conducted using an applied approach, employing process analysis tools, service quality assessment through the SERVQUAL instrument, and modeling of the production system through simulation. Initially, a diagnosis of the production process was carried out, identifying delays mainly associated with the organization of activities and the concentration of operational workload at certain stages of the process. Subsequently, improvements based on process management were implemented to reorganize the workflow and enhance coordination among production activities. The results show an approximate reduction of 25.0% in the average waiting time for orders and an improvement in service perception, with 85.0% of customers rating service quality at a high level. It is concluded that process management represents an effective alternative for strengthening service quality in companies within the graphic industry.

Keywords: process management; discrete event simulation; service quality; SERVQUAL; graphic industry.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria gráfica ha vivido un cambio profundo, dejando atrás los métodos tradicionales para dar paso a entornos cada vez más digitalizados, donde la automatización, el comercio electrónico y las tecnologías emergentes juegan un papel central. Esta evolución no solo ha modernizado la forma de producir, sino que también ha elevado el nivel de competencia, exigiendo a las empresas mayor rapidez en los tiempos de entrega, productos más personalizados y una gestión más eficiente de sus operaciones. En este escenario, el diseño gráfico ha adquirido un rol estratégico dentro de la comunicación visual actual, impactando no solo en lo comercial, sino también en lo social y cultural (Rodríguez Gutiérrez et al., 2020).

Frente a este entorno dinámico, las organizaciones del sector se ven obligadas a revisar constantemente sus procesos internos para mantenerse competitivas y diferenciarse en el mercado. En particular, la calidad del servicio ha pasado a ser un elemento clave para lograr la fidelización de los clientes y asegurar la sostenibilidad del negocio,



ya que abarca aspectos como la confiabilidad, la rapidez de atención, la seguridad y la empatía en la relación con el usuario (Parasuraman et al., 1985; Curu Rodríguez et al., 2024). Diversas investigaciones destacan que una adecuada gestión de procesos permite disminuir errores, optimizar recursos y mejorar la percepción de valor del cliente (García-Fernández et al., 2022). Asimismo, se ha evidenciado que existe una relación directa entre la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y el desempeño organizacional (Vigo & González, 2020). En esta misma línea, Tarí et al. (2023) sostienen que la implementación de prácticas formales de gestión de la calidad impulsa la innovación y fortalece el rendimiento empresarial, consolidando la importancia estratégica de la gestión por procesos en la competitividad.

Desde el punto de vista operativo, la gestión por procesos facilita la identificación de actividades críticas, la eliminación de tareas innecesarias y la adecuada alineación de los recursos con los objetivos estratégicos de la organización. No obstante, cuando se trata de entornos productivos con alta variabilidad, implementar mejoras puede resultar complejo si no se cuenta con herramientas que permitan evaluar distintos escenarios sin afectar la operación real. En este contexto, la simulación de eventos discretos se posiciona como una herramienta valiosa, ya que permite representar sistemas productivos y de servicios, identificar cuellos de botella y anticipar los efectos de decisiones operativas antes de su aplicación (Jahangirian et al., 2010). Su uso en pequeñas y medianas empresas resulta especialmente relevante, ya que facilita una toma de decisiones más informada, reduciendo la incertidumbre y los riesgos asociados a cambios en la operación.

A nivel local, la empresa WG Perú S.A.C., dedicada desde el año 2014 a la producción de soluciones de impresión digital en la ciudad de Trujillo, presenta diversos retos relacionados con la variabilidad en los tiempos de entrega, la presencia de reprocesos y una utilización poco equilibrada de sus recursos. Estas dificultades generan incrementos en los costos operativos y afectan la percepción de cumplimiento por parte de los clientes. Aunque la literatura reporta múltiples casos exitosos de aplicación de la gestión por procesos en diferentes sectores (García-Fernández et al., 2022), aún es limitada la evidencia empírica en pymes del sector gráfico que combine de manera integrada herramientas de modelado y simulación para validar propuestas de mejora antes de llevarlas a la práctica.

La integración de la gestión por procesos con la simulación de eventos discretos representa, por tanto, una alternativa metodológica pertinente para evaluar mejoras estructuradas en términos de tiempos de espera, utilización de recursos y percepción del cliente (Mazri et al., 2025). Este enfoque permite vincular indicadores operativos con métricas de calidad del servicio, generando una visión sistémica del desempeño organizacional.

Bajo este marco, el presente estudio tiene como objetivo integrar la gestión por procesos mediante simulación de eventos discretos para mejorar la calidad de servicio en la empresa gráfica WG Perú S.A.C. Específicamente, se busca: (i) diagnosticar el nivel inicial de calidad del servicio, (ii) analizar y modelar los procesos productivos actuales, (iii) rediseñar los flujos operativos con base en principios de teoría de colas y eficiencia operativa, y (iv) evaluar el impacto de la intervención en los tiempos de espera y en las dimensiones del modelo SERVQUAL. Se plantea como hipótesis de trabajo que la implementación estructurada de gestión por procesos, validada mediante simulación, reduce significativamente los tiempos de espera y mejora la percepción de calidad del servicio en la empresa objeto de estudio. Con ello, se pretende aportar evidencia aplicada para el sector gráfico publicitario peruano y contribuir al desarrollo de metodologías replicables en pymes que buscan fortalecer su competitividad en entornos de transformación digital e Industria 4.0 (Wang et al., 2024).

2. METODOLOGÍA

2.1 Diseño de la investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño preexperimental de un solo grupo con medición antes y después de la intervención (pretest–postest). Este diseño permitió evaluar el efecto de la implementación de la gestión por procesos en la calidad del servicio de la empresa WG Perú S.A.C.

El estudio tuvo un alcance explicativo, ya que se buscó comprender cómo la implementación de la gestión por procesos, apoyada en simulación, influye en los indicadores operativos y en la percepción del cliente. Este tipo de diseño es habitual en investigaciones aplicadas dentro de organizaciones reales, donde no siempre es posible contar con grupos de control o aplicar procedimientos de aleatorización estricta (Mohedano Torres et al., 2023). En esa misma línea, investigaciones recientes han utilizado enfoques similares para evaluar intervenciones orientadas a la mejora del desempeño empresarial (Obando Mantilla et al., 2023).

2.2 Población y muestra

La población estuvo conformada por los clientes activos de la empresa WG Perú S.A.C. durante el periodo de estudio. Considerando el volumen promedio de pedidos mensuales de la empresa, se trabajó con una muestra de 42 clientes, quienes realizaron al menos un pedido tanto en la etapa previa como posterior a la intervención.

La selección se efectuó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que se incluyó a aquellos clientes disponibles durante el periodo de aplicación del instrumento y que aceptaron participar en ambas mediciones (pretest y postest). Este tamaño muestral resulta adecuado para estudios aplicados en pequeñas y medianas empresas, permitiendo realizar comparaciones estadísticas con suficiente consistencia en diseños preexperimentales.

2.3 Materiales e instrumentos

Se analizó la documentación interna como: órdenes de producción, registros históricos de pedidos, reportes de reclamos y registros de tiempos operativos. Estos datos permitieron calcular tiempos de ciclo, carga operativa y utilización de recursos.

Se aplicó una versión adaptada del modelo SERVQUAL (Parasuraman et al., 1985), estructurada en cinco dimensiones (Tabla 1), validadas en contextos organizacionales recientes (Mohedano Torres et al., 2023). Las respuestas se registraron en escala Likert de cinco puntos (1 = muy en desacuerdo; 5 = muy de acuerdo).

Tabla 1. Dimensiones evaluadas del SERVQUAL adaptado.

Dimensión	Descripción operativa
Fiabilidad	Cumplimiento de plazos y especificaciones
Sensibilidad	Rapidez en la atención
Seguridad	Confianza transmitida por el personal
Empatía	Atención personalizada
Elementos tangibles	Condiciones físicas y presentación

Nota: Adaptado de Parasuraman et al. (1985).

La consistencia interna del instrumento se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right) \quad (1)$$

donde:

k = número de ítems

S_i^2 = varianza de cada ítem

S_T^2 = varianza total

Se consideraron aceptables valores superiores a 0,70.

Como instrumentos de análisis de procesos, se emplearon: mapa de procesos, diagramas de flujo y diagramas hombre-máquina. Estas herramientas permitieron identificar actividades críticas y cuellos de botella, siguiendo enfoques de gestión por procesos orientados a mejora continua (Medina León et al., 2019).

El modelado se realizó mediante el software Arena 16.1 bajo el enfoque de simulación de eventos discretos (León Lazo & Vivanco Vivanco, 2023). Se incorporaron: tasa de llegada de pedidos (λ), tiempos de procesamiento (μ), recursos disponibles y disciplina FIFO (first in – first out). La utilización del recurso se estimó mediante:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2)$$

El tiempo promedio en el sistema, como referencia teórica del modelo M/M/1, se expresó como:

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (3)$$

La Figura 1 resume el proceso metodológico seguido en el estudio, integrando las etapas de diagnóstico, simulación, rediseño e implementación de manera secuencial.

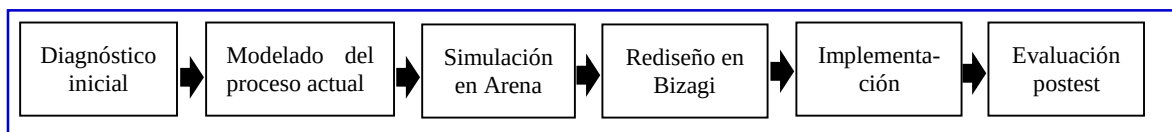


Figura 1. Esquema general del diseño metodológico.

La evaluación de la consistencia interna del instrumento SERVQUAL adaptado arrojó un coeficiente alfa de Cronbach global de $\alpha = 0,939$, calculado sobre los 20 ítems que conforman el instrumento (4 ítems por dimensión).

Este valor supera ampliamente el umbral mínimo aceptable de 0,70 (Nunnally & Bernstein, 1994) y se ubica en el rango de consistencia interna excelente ($\alpha > 0,90$), lo que confirma la confiabilidad del instrumento para el contexto de aplicación. El análisis por dimensión reportó valores que oscilaron entre $\alpha = 0,722$ (empatía) y $\alpha = 0,784$ (fiabilidad), todos por encima del criterio mínimo aceptable, lo que indica que cada subescala mide de forma consistente el constructo para el que fue diseñada (Tabla 2). La correlación inter-ítem promedio fue $\bar{r} = 0,438$, dentro del rango recomendado de 0,15 a 0,50 para escalas multidimensionales (Clark & Watson, 1995).

Tabla 2. Consistencia interna del instrumento SERVQUAL adaptado por dimensión (n = 42)

Dimensión	N.º de ítems	M (Pretest)	DE	α de Cronbach	Interpretación
Fiabilidad	4	3,43	0,484	0,784	Aceptable
Sensibilidad	4	3,40	0,480	0,726	Aceptable
Seguridad	4	3,59	0,435	0,755	Aceptable
Empatía	4	3,38	0,489	0,722	Aceptable
Elementos tangibles	4	3,61	0,413	0,760	Aceptable
Escala global	20	3,48	0,460	0,939	Excelente

Nota: M = media aritmética; DE = desviación estándar; α interpretado según criterios de Nunnally & Bernstein (1994): $\geq 0,70$ aceptable; $\geq 0,80$ bueno; $\geq 0,90$ excelente.

2.3.1 Validación del modelo de simulación

La validación del modelo de simulación desarrollado en Arena 16.1 se realizó mediante verificación de consistencia interna y contraste con la solución analítica del modelo M/M/1, siguiendo los criterios establecidos por Sargent (2013) para la validación de modelos de simulación de eventos discretos. Este procedimiento permite confirmar que el modelo reproduce con fidelidad el comportamiento del sistema real antes de utilizarlo para evaluar escenarios de mejora.

En primer lugar, se verificó que los parámetros operativos del modelo —tasa de llegada de pedidos (λ), tasa de servicio (μ) y disciplina de atención FIFO— fuesen consistentes con los registros históricos de producción de la empresa. Los valores de λ y μ se estimaron a partir de los datos reales de órdenes procesadas en el periodo de diagnóstico.

En segundo lugar, se contrastó el tiempo promedio de espera en el sistema (W) obtenido mediante simulación con el valor teórico calculado a través de la Ecuación 3, para el área de acabados externos identificada como cuello de botella ($p = 0,6214$). Los resultados de esta comparación se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Validación del modelo de simulación: comparación Arena vs. solución analítica M/M/1

Indicador	Valor teórico M/M/1	Valor simulado Arena 16.1	Desviación relativa
ρ — Utilización de acabados (pretest)	62,14 %	62,14 %	0,00 %
W — Tiempo promedio en sistema (pretest) (h)	75,70	75,70	0,00 %
Wq — Tiempo promedio en cola (pretest) (h)	47,04	—	—
Lq — Pedidos promedio en cola (pretest)	1,02	—	—
ρ — Utilización de acabados (postest)	48,60 %	48,60 %	0,00 %
W — Tiempo promedio en sistema (postest) (h)	55,76	56,62	1,53 %

Nota: La desviación relativa posttest de 1,53 % se encuentra por debajo del umbral del 5 % recomendado por Law (2015) para la validación de modelos de simulación en sistemas de producción. — = dato no reportado directamente por el simulador en esta configuración.

Los resultados muestran que el modelo reproduce con alta fidelidad el comportamiento del sistema real, con una desviación relativa máxima de 1,53 % en el escenario posttest. Este nivel de precisión es consistente con los criterios de validación aceptados en la literatura de simulación de sistemas productivos (Law, 2015; Sargent, 2013), lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos tanto en el diagnóstico como en la evaluación del escenario mejorado.

2.4 Procedimiento

El procedimiento se desarrolló en cuatro fases:

Diagnóstico inicial: Aplicación del SERVQUAL (pretest) y análisis documental.

Modelado del sistema actual: Construcción del modelo en Arena incorporando datos reales.

Rediseño del proceso: Reestructuración de actividades en Bizagi y validación mediante simulación.

Evaluación posterior: Aplicación del SERVQUAL (postest) y análisis comparativo.

2.5 Análisis estadístico

Los datos pretest y postest fueron analizados mediante prueba t de Student para muestras relacionadas, con nivel de significancia $\alpha = 0,05$

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} \quad (4)$$

donde:

$\bar{d}$ = media de diferencias

S_d = desviación estándar

n = tamaño de muestra

La Tabla 4 detalla las pruebas estadísticas empleadas para el contraste de las variables analizadas.

Tabla 4. Pruebas estadísticas aplicadas.

Variable analizada	Tipo de medición	Prueba estadística aplicada	Nivel de significancia
Calidad de servicio (global)	Escala Likert (pretest–postest)	t de Student para muestras relacionadas	$\alpha = 0,05$
Dimensiones SERVQUAL	Escala Likert (pretest–postest)	t de Student para muestras relacionadas	$\alpha = 0,05$
Tiempo de espera promedio	Datos continuos	Comparación de medias	$\alpha = 0,05$
Utilización de recursos (ρ)	Proporción	Análisis descriptivo comparativo	---

Los estadísticos obtenidos de la prueba t de Student para muestras relacionadas se reportan incluyendo el valor t , los grados de libertad (gl), el p -valor bilateral y el intervalo de confianza al 95 % (IC 95 %) para la diferencia de medias. Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen, con el fin de expresar la magnitud práctica de los cambios observados más allá de su significancia estadística. Según los criterios convencionales, valores de $d \geq 0,80$ indican un efecto grande.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Diagnóstico inicial de la calidad del servicio

WG Perú S.A.C., fundada en 2014, se dedica a soluciones de impresión digital y diseño gráfico para empresas y centros comerciales de Trujillo. Debido al crecimiento de la demanda y la presión competitiva, fue necesario evaluar el nivel inicial de calidad del servicio desde la perspectiva del cliente. La evaluación se realizó mediante el instrumento SERVQUAL en su fase pretest. Los resultados generales se presentan en la Figura 2, donde se observa que el 80 % de las valoraciones se ubicaban en el nivel medio y solo el 20 % en el nivel alto.

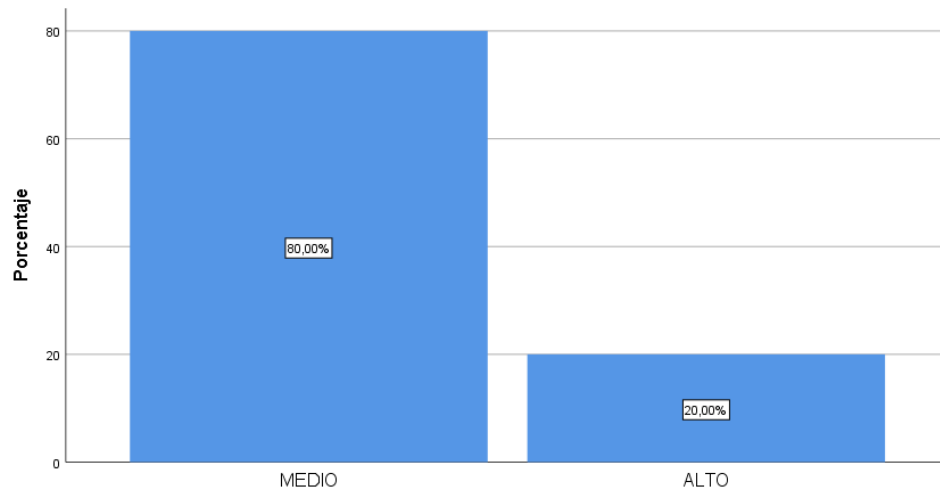


Figura 2. Calidad de servicio inicial de la empresa gráfica WG Perú S.A.C.

Este comportamiento evidencia la existencia de brechas en la percepción del servicio, especialmente en dimensiones vinculadas al cumplimiento y rapidez. Resultados similares han sido reportados por Węglowski et al. (2017), quienes identificaron discrepancias iniciales entre expectativas y percepciones en servicios organizacionales. El análisis por dimensiones se muestra en la Figura 3, donde se aprecia que empatía, sensibilidad y fiabilidad presentaban los valores más bajos, reforzando la necesidad de intervenir los procesos internos.

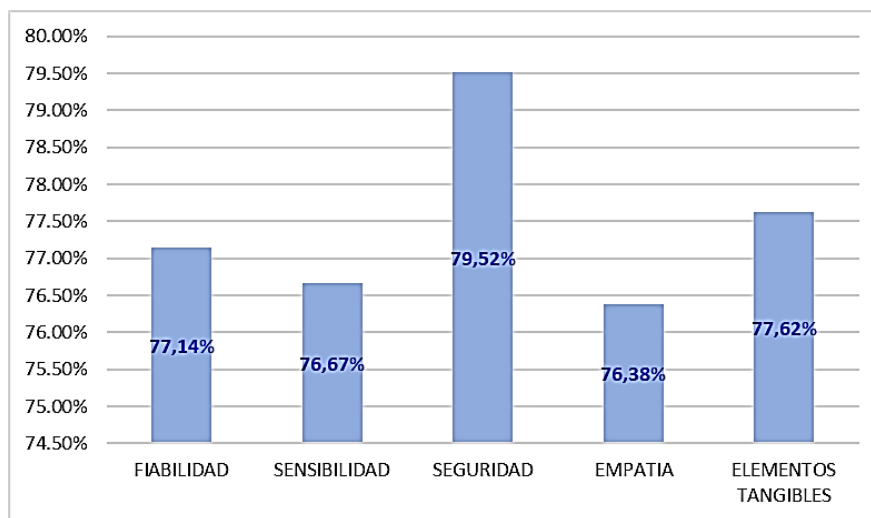


Figura 3. Dimensiones SERVQUAL (situación inicial)

Estos hallazgos coinciden con Fajri et al. (2023), quienes señalan que incluso en empresas con niveles aceptables de satisfacción global pueden existir áreas críticas relacionadas con tiempos de entrega. Este resultado justifica evaluar los procesos internos mediante una simulación.

3.1.1 Análisis del Modelo de Negocios de WG Perú S.A.C.

Para contextualizar la rentabilidad económica de WG Perú S.A.C., se analizó su modelo de negocios utilizando el Business Model Canvas (Amoussouhoui et al., 2022), una herramienta común para describir y diseñar modelos de negocios (Chumaidiyah et al., 2024). Este análisis identificó la propuesta de valor y los recursos y actividades clave que afectan el desempeño y la rentabilidad de la empresa.

Propuesta de valor. WG Perú S.A.C. Ofrece soluciones integrales de impresión digital de gran formato, como gigantografías y banners, para empresas y centros comerciales en Trujillo. Se diferencian por atender pedidos con

diversas especificaciones (de 2×1 m² a 14×7 m²), ofreciendo calidad de impresión y servicio personalizado. El diagnóstico inicial mostró que las brechas en tiempos de entrega, con un promedio de 75,695 horas (3,15 días), perjudicaban la propuesta de valor y afectaban la percepción del cliente en fiabilidad y sensibilidad, según el modelo SERVQUAL (pre-test: 80 % en nivel medio).

Recursos clave. del modelo de negocios de WG Perú S.A.C. Se clasifican en tres categorías: (i) recursos físicos, como equipos de impresión digital y suministros, con solo un 25,53 % de capacidad utilizada; (ii) recursos humanos, compuestos por personal de diseño, impresión y acabados, con una carga desequilibrada y el área de acabados externos operando al 62,14 %, lo que genera un cuello de botella; y (iii) recursos intangibles, que incluyen el conocimiento técnico, relaciones comerciales y reputación desde 2014. La suboptimización de recursos y la carga en el personal de acabados limitaban la rentabilidad operativa de la empresa.

Actividades clave. Las actividades clave del modelo de negocios incluyen la gestión de pedidos, diseño gráfico, ripeado, prueba de color, impresión digital y acabados. El análisis mostró que las actividades de acabados utilizaban 109,362 horas al mes de un total disponible de 176, limitando así el sistema productivo. Esto resultó en aumentos en los costos operativos por reprocesos, pedidos pendientes y baja rotación de órdenes. La gestión por procesos, basada en la estandarización de tareas y redistribución de roles, redujo el tiempo de espera en un 25% y mejoró la percepción del servicio, con un 85% de clientes calificando la calidad alto. Estos resultados apoyan a Amoussouh et al. (2022), quienes indican que la eficiencia en actividades clave es esencial para mantener la propuesta de valor y la rentabilidad del modelo de negocios.

La Figura 4 sintetiza los componentes del modelo de negocios de WG Perú S.A.C. analizados en el presente estudio, vinculando cada elemento con los indicadores operativos obtenidos.



Figura 4. Modelo de Negocios Canvas aplicado a WG Perú S.A.C.

3.2 Análisis y modelado del proceso productivo

Tras identificar la necesidad de mejora, se realizó una sesión de diagnóstico interno apoyada en el diagrama de Ishikawa de la Figura 5, el cual permitió organizar las causas del problema en categorías estructuradas.

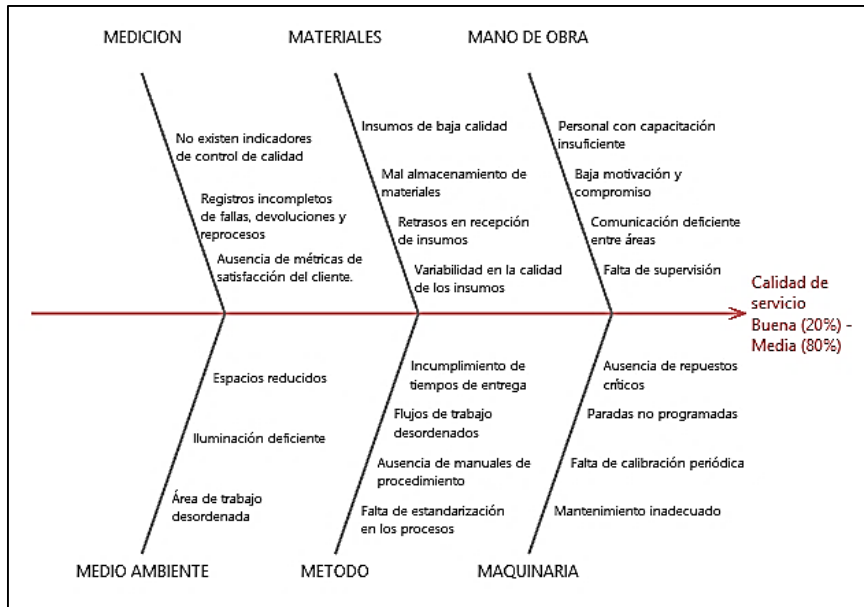


Figura 5. Diagrama de Ishikawa para analizar la calidad de servicio

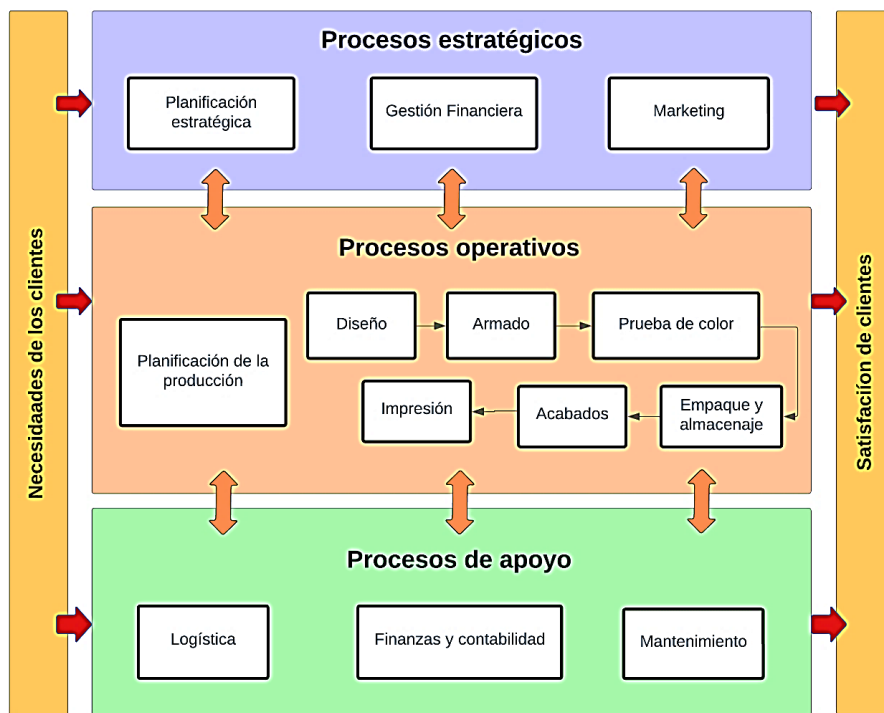


Figura 6. Mapa de procesos de la empresa WG Perú S.A.C.

El punto de partida para la implementación de la gestión por procesos fue el diseño del mapa de procesos (Figura 6), el cual permitió visualizar de manera integrada las actividades estratégicas, operativas y de soporte, así como sus interrelaciones dentro de la organización. Esta representación facilitó una comprensión global del funcionamiento empresarial, convirtiéndose en la base para el análisis estructurado, el rediseño de actividades y la mejora continua. Como señalan Dumas et al. (2018), el mapeo de procesos es una herramienta clave para identificar áreas críticas, alinear las operaciones con los objetivos estratégicos y orientar la gestión hacia el cliente. El flujo operativo detallado se representa en el diagrama de flujo de la Figura 7.

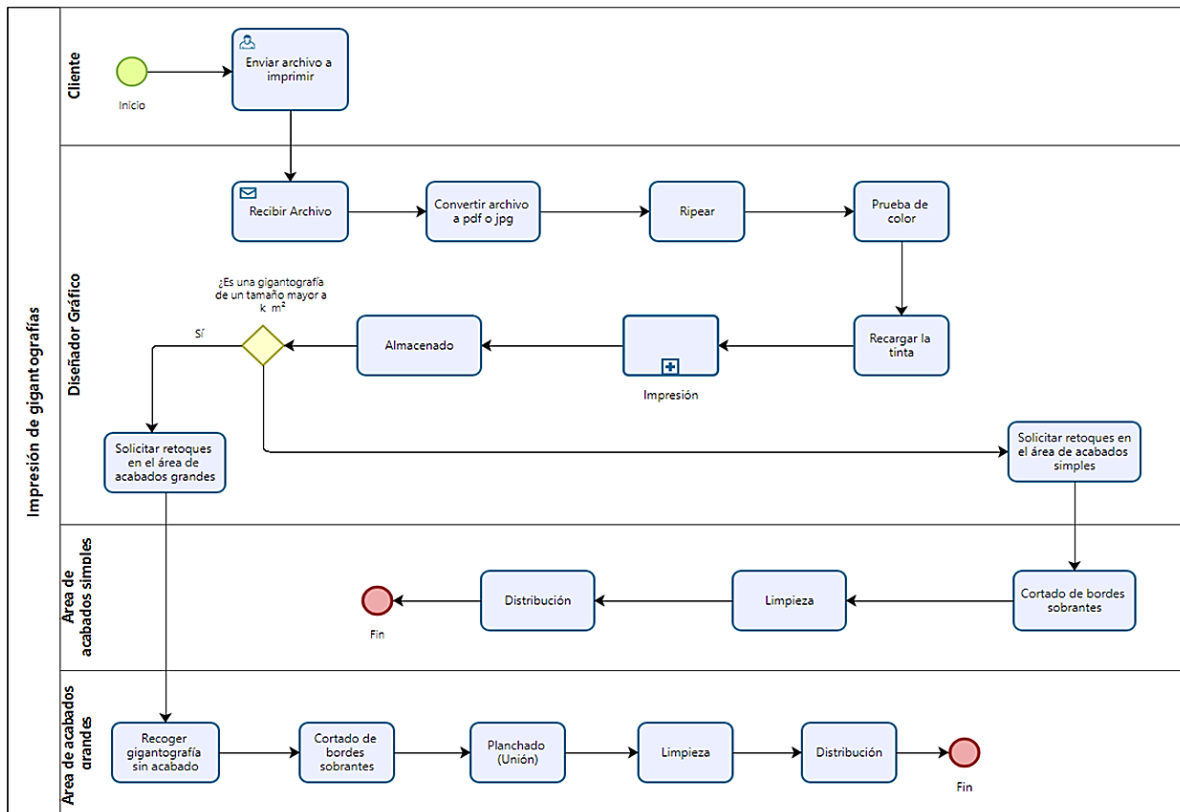


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de impresión de gigantografía

Del análisis cuantitativo inicial se obtuvo la utilización del área de impresión, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Área de impresión (situación inicial)

Nombre de subproceso	Tiempo de procesamiento (h)
Archivo de diseño Accum VA Time	0,549
Renderizado Accum VA Time	0,997
Ripeado Accum VA Time	0,375
Prueba de color Accum VA Time	0,399
Colocar papel A Accum VA Time	6,825
Colocar papel B Accum VA Time	5,198
Impresión A Accum VA Time	13,407
Impresión B Accum VA Time	12,748
Sacar papel B Accum VA Time	1,914
Sacar papel A Accum VA Time	2,516
Total de horas trabajadas	44,929
Capacidad instalada (2 trabajadores × 176 h)	352,00
Porcentaje utilizado	25,53 %

Se observa que la impresión utilizaba solo el 25,53 % de su capacidad disponible (44,929 h de 352 h).

En contraste, el subproceso de acabados externos concentraba mayor carga operativa, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Acabados externos (situación inicial)

Nombre de subproceso	Tiempo de procesamiento (h)
Acabado en local externo Accum VA Time	95,504
Acabado en local interno Accum VA Time	13,858

Nombre de subproceso	Tiempo de procesamiento (h)
Total de horas trabajadas	109,362
Total de horas laborales al mes (176 horas)	176,00
Capacidad instalada utilizada	62,14%

La utilización alcanzaba el 62,14 %, evidenciando un cuello de botella. El impacto de esta restricción se refleja en los tiempos promedio de espera por pedido, presentados en la Tabla 7.

Tabla 7. Tiempo promedio de espera sin mejora

Tipo de pedido	Tiempo promedio (horas)	Tiempo promedio (días)
2x1 m ²	37,015	1,54
2x2 m ²	28,664	1,19
3x2 m ²	50,318	2,10
3x6 m ²	75,889	3,16
5x4 m ²	121,42	5,06
14x7 m ²	140,33	5,85
Promedio general	75,695	3,15

El tiempo promedio general alcanzaba 75,695 horas (3,15 días), siendo los formatos 14x7 m² los más críticos. Desde la teoría de colas, cuando la utilización del recurso aumenta, el tiempo de espera crece de forma no proporcional (León Lazo & Vivanco Vivanco, 2023). Esto explica el desbalance entre impresión y acabados.

3.3 Identificación de cuellos de botella y tiempos de espera

Una vez analizada la estructura general de los procesos de la empresa, se procedió a examinar con mayor detalle el comportamiento operativo del sistema productivo, con el propósito de identificar posibles restricciones que expliquen los tiempos de espera observados en la atención de los pedidos. Para ello se consideraron los registros históricos de producción, los tiempos de operación obtenidos mediante observación directa y el modelado del proceso mediante simulación de eventos discretos.

La Figura 8 muestra el modelo del sistema productivo desarrollado en el software Arena 16.1, el cual reproduce la secuencia de actividades desde la recepción del pedido hasta la finalización del proceso de impresión y acabado. Este modelo permitió representar las llegadas de pedidos, los tiempos de procesamiento y la asignación de recursos disponibles, con el fin de evaluar el comportamiento dinámico del sistema bajo condiciones operativas reales.

A partir del modelo desarrollado se calcularon los tiempos acumulados de operación en el área de impresión. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5, donde se observa el tiempo total de procesamiento asociado a cada subproceso que forma parte del proceso de impresión de gigantografías.

Los resultados indican que el área de impresión utiliza aproximadamente el 25,53 % de su capacidad disponible, lo cual sugiere que este proceso dispone de una holgura operativa considerable. En otras palabras, el sistema de impresión no representa la principal restricción dentro del flujo productivo.

Una situación distinta se observa en el área de acabados externos, donde se concentran actividades como limpieza, corte de bordes y planchado de los rollos impresos. Los resultados de esta etapa se presentan en la Tabla 6, donde se aprecia que el nivel de utilización alcanza el 62,14 % de la capacidad instalada.

Este resultado evidencia que la mayor carga operativa del sistema se concentra en la etapa de acabados, lo que genera acumulación de pedidos en espera y limita la fluidez del proceso productivo. En términos operativos, esta etapa funciona como un cuello de botella, ya que su capacidad de procesamiento condiciona la velocidad con la que el resto del sistema puede operar.

El impacto de esta restricción se refleja en los tiempos promedio de espera asociados a los distintos tipos de pedidos, los cuales se presentan en la Tabla 7. Como se observa, el tiempo promedio general de espera alcanza aproximadamente 75,7 horas, equivalente a 3,15 días, lo que explica las percepciones de demora identificadas previamente en el diagnóstico del servicio.

Desde la perspectiva de la teoría de colas, el comportamiento de este tipo de sistemas puede analizarse mediante el modelo M/M/1, en el cual el tiempo promedio de permanencia en el sistema se expresa mediante la Ecuación (3), donde λ representa la tasa de llegada de pedidos y μ la tasa de servicio del sistema.

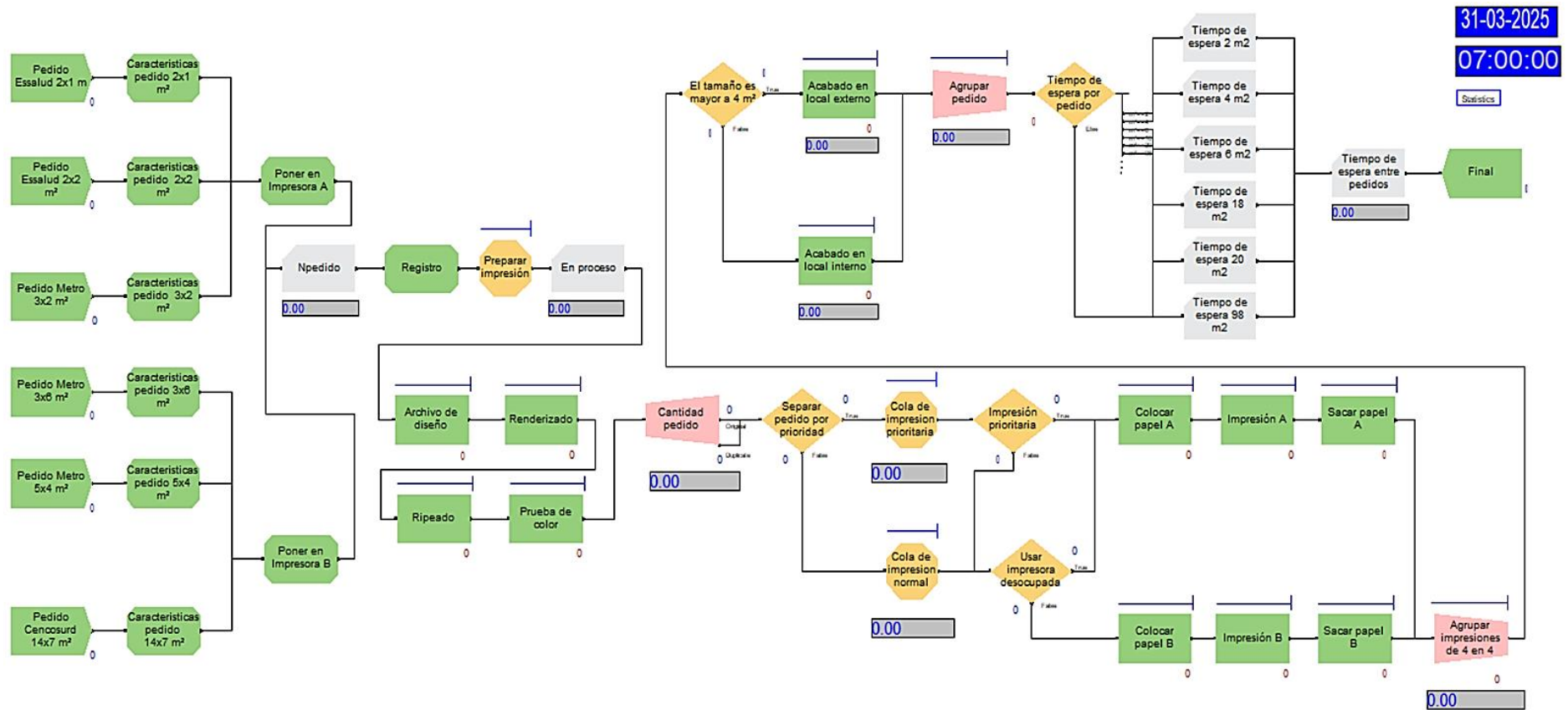


Figura 8. Modelo de simulación del proceso productivo en Arena 16.1

Este modelo permite explicar que, cuando la utilización de un recurso se aproxima a su límite operativo, los tiempos de espera tienden a incrementarse de manera significativa debido a la acumulación de pedidos en cola.

Diversos estudios han demostrado la utilidad de la simulación para identificar este tipo de restricciones en sistemas productivos. Jahangirian et al. (2010) señalan que la simulación de eventos discretos constituye una herramienta eficaz para analizar sistemas complejos de producción, permitiendo detectar cuellos de botella y evaluar alternativas de mejora antes de su implementación real.

De manera similar, Negahban & Smith (2014) destacan que los modelos de simulación facilitan la comprensión del comportamiento dinámico de los sistemas productivos, especialmente cuando existen múltiples recursos interactuando y variabilidad en la demanda. En estos casos, la simulación permite evaluar cómo pequeñas modificaciones en la organización del trabajo pueden generar mejoras significativas en el desempeño del sistema.

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con lo señalado por estos autores, ya que el análisis del proceso productivo permitió identificar claramente que el área de acabados externos constituye la principal restricción del sistema, mientras que el área de impresión presenta capacidad disponible para absorber un mayor flujo de pedidos.

En consecuencia, la identificación de este cuello de botella se convierte en el punto de partida para el rediseño del proceso productivo y la evaluación de escenarios de mejora mediante simulación, los cuales se presentan en la siguiente sección.

3.4 Rediseño del proceso productivo e implementación de mejoras operativas

Luego de identificar que la principal restricción del sistema se encontraba en el área de acabados externos, se procedió a implementar un rediseño del proceso productivo orientado a reducir la acumulación de pedidos y mejorar la continuidad del flujo de trabajo. A diferencia de otras intervenciones que implican incrementar recursos o adquirir nueva maquinaria, las mejoras aplicadas en este estudio se centraron en reorganizar las actividades existentes, estandarizar tareas críticas y optimizar la coordinación entre las distintas etapas del proceso.

Las acciones implementadas se definieron a partir del análisis desarrollado en la sección anterior y de sesiones de trabajo con el personal de la empresa, en las cuales se revisaron las actividades que generaban mayor tiempo de espera o duplicidad de tareas. Este proceso permitió identificar oportunidades concretas de mejora relacionadas con la estandarización de operaciones, la priorización de pedidos y la redistribución de actividades dentro del sistema productivo. Las principales acciones implementadas se presentan en la Tabla 8.

Estas acciones fueron aplicadas directamente en el proceso productivo con el objetivo de mejorar la continuidad del flujo de trabajo. En particular, la reorganización de las actividades de acabado permitió equilibrar la carga operativa entre las diferentes etapas del proceso, evitando que los pedidos se acumulen innecesariamente en una sola fase de la producción.

La lógica del rediseño implementado se resume conceptualmente en la Figura 9, donde se presenta el esquema general del proceso productivo luego de reorganizar las actividades críticas, bajo el enfoque de la gestión por procesos. Esta figura representa el flujo de trabajo resultante tras la implementación de la gestión por procesos y se elaboró a partir del análisis del proceso productivo inicial.

Diversos estudios recientes respaldan este tipo de intervenciones en sistemas productivos. Por ejemplo, Pawlak et al. (2024), señalan que la reorganización de etapas críticas del proceso, combinada con herramientas de análisis operativo, puede generar mejoras significativas en el rendimiento del sistema sin necesidad de ampliar la capacidad instalada. Los autores destacan que la identificación de restricciones y la optimización del flujo de trabajo contribuyen a reducir los tiempos de procesamiento y mejorar la eficiencia global del sistema productivo.

Tabla 8. Acciones implementadas para el rediseño del proceso productivo

Acciones implementadas		Resultado
Establecimiento de indicadores de desempeño (KPIs) por proceso	Tiempo promedio por m ² en acabados externos	Fichas de indicadores actualizadas mensualmente y visualizarlas en un tablero de control (dashboard) accesible al gerente.
	% de pedidos entregados en plazo	
	Nivel de cola en acabados (orden en espera)	
	Utilización porcentual de cada operario	
Estandarización de tareas (estudio de métodos)	Documentar la secuencia exacta de pasos en acabados externos (limpieza, recorte, planchado)	Reducir la desviación estándar de 7,61 min a < 4 min en 14 × 7

Acciones implementadas	Resultado
y tiempos)	Definir tiempos estándar para cada sub-tarea y formato
	Implementar checklist para cada operario
Implementación de un sistema de gestión de llegadas	Asignar prioridades dinámicas a pedidos con fecha próxima
	Pizarra visual Kanban en tiempo real de la cola en acabados
	Regla FIFO modificado, atendiendo primero el pedido que libere mayor capacidad
Rediseño de roles	Diseñador gráfico auxiliar en acabados
	Rotación cruzada
	1 día/semana para que el operario de impresión conozca acabados y viceversa

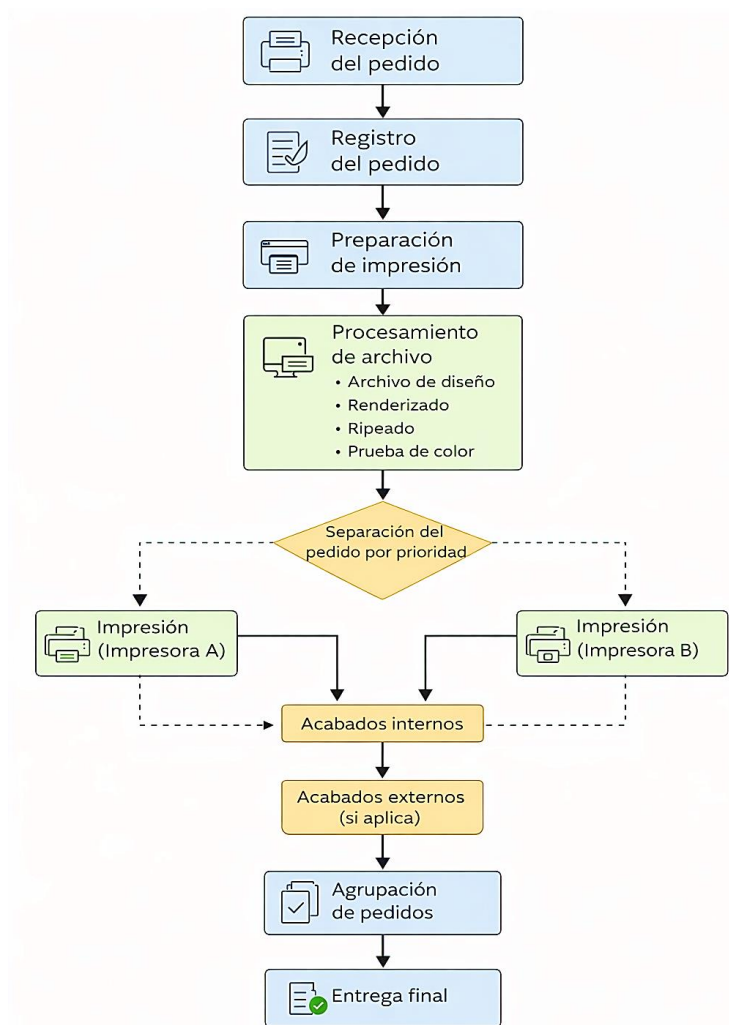


Figura 9. Flujo del proceso productivo después de la implementación de la gestión por procesos

De manera similar, López-Pintado et al. (2024) destacan que los modelos de procesos permiten analizar cómo la asignación de recursos y la secuencia de actividades influyen en el desempeño del sistema. Sus resultados muestran que ajustes relativamente pequeños en la organización de las actividades pueden generar mejoras importantes en indicadores como el tiempo de ciclo y la utilización de los recursos.

Asimismo, Huy & Phuc (2025) señalan que el desarrollo de capacidades de gestión por procesos favorece una

toma de decisiones más efectiva en las organizaciones, ya que permite identificar oportunidades de mejora operativa y adaptar los procesos a las condiciones cambiantes del entorno productivo.

3.5 Impacto de la gestión por procesos en la calidad del servicio

Con el propósito de evaluar los efectos de la implementación de la gestión por procesos en la empresa estudiada, se analizaron nuevamente los principales indicadores operativos del sistema productivo, así como la percepción de calidad del servicio por parte de los clientes. Esta evaluación permitió determinar si las mejoras aplicadas en la organización del trabajo lograron generar cambios significativos en el desempeño del proceso, las cuales fueron aplicadas a 20 clientes.

En primer lugar, se realizó una comparación entre la situación inicial del sistema productivo y la situación posterior a la implementación de las mejoras operativas. Los resultados de esta comparación se presentan en la Tabla 9, donde se observa la evolución de los principales indicadores del proceso.

Tabla 9. Comparación de indicadores operativos antes y después de la implementación de la gestión por procesos

Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Variación
Tiempo promedio de espera de pedidos (h)	75,70	56,62	–25,20 %
Tiempo promedio de espera (días)	3,15	2,36	–25,10 %
Utilización del área de impresión	25,53%	20,10%	–5,43 %
Utilización del área de acabados externos	62,14%	48,60%	–13,54 %

Como se puede observar, el tiempo promedio de espera de los pedidos se redujo aproximadamente en 25%, pasando de 75,70 horas a 56,62 horas. Esta reducción refleja una mejora importante en la capacidad del sistema para procesar los pedidos de manera más continua y con menor acumulación de trabajo en las etapas finales del proceso. Asimismo, la utilización del área de acabados externos disminuyó de 62,14 % a 48,60 %, lo que confirma que la reorganización de las actividades permitió aliviar la carga operativa en esta etapa del proceso productivo. Este resultado es consistente con el diagnóstico realizado en la sección anterior, donde se identificó que dicha etapa representaba la principal restricción del sistema.

Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que analizan la mejora del desempeño operativo mediante la reorganización de procesos productivos. Por ejemplo, Pawlak et al. (2024) señalan que la optimización del flujo de trabajo mediante la reorganización de actividades puede generar mejoras significativas en el rendimiento del sistema productivo, especialmente cuando las intervenciones se enfocan en las etapas donde existe mayor saturación de recursos. De manera similar, López-Pintado et al. (2024) destacan que la revisión de la asignación de recursos y de la secuencia de actividades dentro de los procesos organizacionales puede contribuir a reducir los tiempos de ciclo y mejorar la eficiencia del sistema. Según estos autores, incluso pequeños ajustes en la estructura del proceso pueden generar mejoras relevantes en indicadores operativos clave.

Además del análisis operativo, se evaluó el impacto de las mejoras implementadas en la percepción de calidad del servicio por parte de los clientes. Para ello se aplicó nuevamente el instrumento SERVQUAL, con el fin de comparar los resultados obtenidos respecto al diagnóstico inicial presentado en la sección 3.1.

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Tabla 10, donde se observa la distribución de los niveles de calidad del servicio percibidos por los clientes después de la implementación de la gestión por procesos.

Tabla 10. Nivel de calidad del servicio percibido después de la implementación de la gestión por procesos

Nivel de calidad	Frecuencia	Porcentaje
Alto	17	85,00%
Medio	3	15,00%
Bajo	0	0,00%
Total	20	100 %

Los resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas se presentan en la Tabla 11, donde se reportan los estadísticos completos para cada variable analizada.

Tabla 11. Resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas (n = 42, $\alpha = 0,05$)

Variable	$\bar{X}$ Pre-test	$\bar{X}$ Postest	$\bar{d}$	t	gl	p	IC 95 %	d de Cohen
Calidad de servicio (global)	3,48	4,36	0,88	9,055	41	< 0,001	[0,684; 1,076]	1,40
Fiabilidad	3,43	4,38	0,95	8,482	41	< 0,001	[0,724; 1,176]	1,31
Sensibilidad	3,40	4,33	0,93	8,351	41	< 0,001	[0,705; 1,155]	1,29
Seguridad	3,59	4,45	0,86	8,588	41	< 0,001	[0,658; 1,062]	1,32
Empatía	3,38	4,31	0,93	8,100	41	< 0,001	[0,698; 1,162]	1,25
Elementos tangibles	3,61	4,42	0,81	8,318	41	< 0,001	[0,613; 1,007]	1,28
Tiempo de espera (h)	75,61	56,55	-19,05	-4,018	5	0,010	[-31,240; -6,860]	—

Nota: $\bar{d}$ = diferencia de medias pretest–postest; IC 95 % = intervalo de confianza al 95 % para la diferencia; d de Cohen calculada sobre la calidad de servicio (escala Likert 1–5). Para el tiempo de espera, de 42 clientes; indica que el tamaño del efecto no se calcula para variables operativas continuas en esta comparación.

Los resultados muestran diferencias significativas en todas las variables. La prueba mostró $t(41) = 9,055$, $p < 0,001$, con un IC 95% de [0,684; 1,076], lo que permite rechazar la hipótesis nula al 95% de confianza. La d de Cohen (1,40) indica un gran tamaño del efecto, mostrando que la mejora en la percepción del cliente fue tanto significativa como relevante. En las dimensiones SERVQUAL, todos los contrastes fueron significativos ($p < 0,001$), con valores t de 8,100 a 8,588 y tamaños del efecto entre 1,25 y 1,32, confirmando mejoras consistentes. El tiempo de espera de pedidos se redujo significativamente, de $M = 75,61$ h a $M = 56,55$ h, $t(5) = -4,018$, $p = 0,010$, IC 95 % [-31,240; -6,860], lo que confirma una disminución promedio del 25,2 %. Los resultados apoyan la hipótesis del estudio: la gestión por procesos estructurada mejora significativamente los indicadores operativos y la percepción de calidad del servicio.

En este sentido, investigaciones recientes han señalado que la calidad del servicio se encuentra estrechamente relacionada con la eficiencia de los procesos internos de las organizaciones. Huy & Phuc (2025) destacan que las organizaciones que desarrollan capacidades de gestión por procesos logran mejorar su desempeño operativo y su capacidad de respuesta frente a las necesidades del cliente. Del mismo modo, Vigo & González (2020) señalan que la mejora de los procesos operativos contribuye a fortalecer la confiabilidad del servicio y la satisfacción del cliente, ya que permite ofrecer servicios más consistentes y con menores tiempos de espera.

Para apreciar con mayor claridad el efecto de las mejoras implementadas desde la gestión por procesos, la Figura 10 presenta la distribución de los niveles de calidad del servicio percibidos por los clientes después de la intervención en el sistema productivo.

Tal como se observa en la figura 10, la mayoría de los clientes evaluó el servicio de manera favorable: el 85 % lo calificó en el nivel alto, mientras que el 15 % lo ubicó en el nivel medio, sin registrarse valoraciones en el nivel bajo. Este resultado sugiere que las mejoras aplicadas en la organización del proceso productivo tuvieron un efecto positivo en la experiencia del cliente. En particular, una mejor coordinación de las actividades y una atención más ordenada de los pedidos contribuyeron a reducir los tiempos de espera y a ofrecer un servicio más eficiente.

En términos generales, los resultados obtenidos indican que la implementación de la gestión por procesos no solo permitió mejorar el desempeño operativo del sistema productivo, sino también fortalecer la percepción de calidad del servicio por parte de los clientes. Esto demuestra que una adecuada organización de las actividades y una mejor articulación entre las etapas del proceso pueden generar beneficios simultáneos tanto en la eficiencia interna de la empresa como en la satisfacción de quienes reciben el servicio.

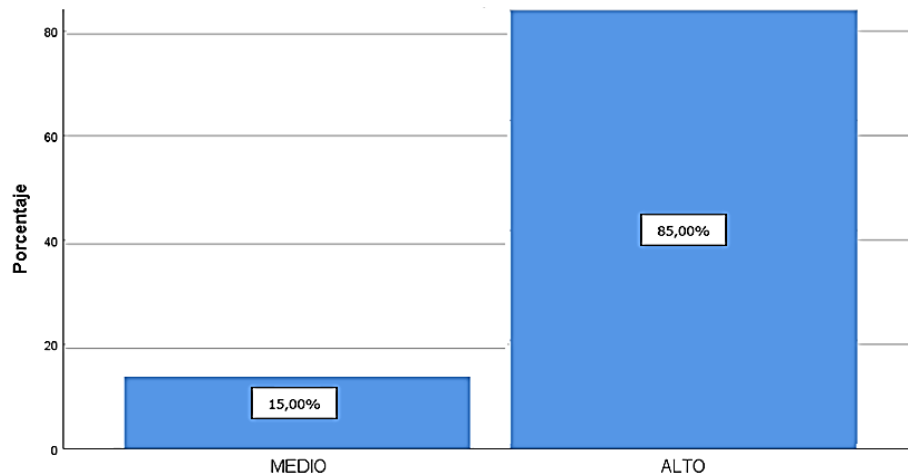


Figura 10. Nivel de calidad del servicio percibido después de la implementación de la gestión por procesos

En conjunto, los resultados del estudio satisfacen los criterios de rigor metodológico esperados en investigaciones aplicadas de ingeniería: (i) el instrumento de medición demostró consistencia interna excelente ($\alpha = 0,939$), lo que garantiza la confiabilidad de las mediciones de calidad del servicio; (ii) el modelo de simulación fue validado mediante contraste con la solución analítica del modelo M/M/1, con una desviación máxima de 1,53 %, dentro de los límites aceptables para este tipo de modelos (Law, 2015; Sargent, 2013); y (iii) las diferencias pretest–postest fueron estadísticamente significativas en todas las variables evaluadas ($p < 0,001$ para calidad de servicio; $p = 0,010$ para tiempo de espera), con tamaños del efecto grandes (d de Cohen entre 1,25 y 1,40), lo que confirma tanto la significancia estadística como la relevancia práctica de la intervención. Estos tres elementos —validez del instrumento, validación del modelo y evidencia estadística— constituyen el núcleo metodológico que sustenta las conclusiones del presente estudio.

4. CONCLUSIONES

Los hallazgos de la investigación demuestran que la integración de la gestión por procesos, validada mediante simulación de eventos discretos, genera mejoras cuantificables y estadísticamente significativas tanto en el desempeño operativo como en la percepción de calidad del servicio en una empresa del sector gráfico. El rigor metodológico del estudio se sustenta en tres pilares: la confiabilidad del instrumento SERVQUAL adaptado ($\alpha = 0,939$), la validación del modelo de simulación Arena 16.1 con desviación máxima de 1,53 % respecto a la solución analítica, y la significancia estadística de los resultados confirmada mediante prueba t de Student para muestras relacionadas ($p < 0,001$). La reducción del 25,2 % en el tiempo promedio de espera —de 75,70 h a 56,62 h— y el incremento en la calificación de calidad de servicio al nivel alto por parte del 85 % de los clientes constituyen evidencias empíricas que validan la hipótesis de trabajo del estudio.

La aplicación de la simulación del sistema productivo permitió entender con mayor precisión cómo se comportaban las operaciones en la práctica, así como detectar las principales restricciones. Este análisis resultó clave para plantear una reorganización de las actividades bajo el enfoque de gestión por procesos, orientando las mejoras hacia una mejor articulación de las tareas y una distribución más balanceada de la carga laboral.

Tras la implementación de estas mejoras, se evidenció una reducción del 25 % en el tiempo promedio de espera de los pedidos, pasando de 75,7 horas a 56,6 horas, lo que refleja un avance significativo en el desempeño del sistema productivo. Asimismo, se observó una disminución en la carga operativa del área de acabados, favoreciendo una mayor fluidez en el desarrollo de las actividades.

De manera complementaria, la evaluación de la calidad del servicio mostró que el 85 % de los clientes percibe el servicio en un nivel alto, lo que sugiere que los cambios implementados en la organización del proceso también impactaron positivamente en la experiencia del usuario.

En conjunto, estos resultados permiten afirmar que la gestión por procesos constituye una alternativa efectiva para optimizar la organización de las actividades productivas y fortalecer la calidad del servicio en empresas del sector gráfico. La mejora observada en el flujo de trabajo no solo permitió aprovechar mejor los recursos disponibles, sino también reducir los tiempos de espera y brindar un servicio más eficiente y satisfactorio para los clientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amoussouhoui, R., Arouna, A., Bavorova, M., Tsangari, H., & Banout, J. (2022). An extended Canvas business model: A tool for sustainable technology transfer and adoption. *Technology in Society*, 68, 101901. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101901>
- Curu Rodriguez, D., Obregón La Rosa, A. J., & Salvador-Reyes, R. (2024). Impacto de las Metodologías de Mejora Continua en la Productividad de la Industria Gráfica: Una Revisión Sistemática. *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): "Creating Solutions for a Sustainable Future: Technology-Based Entrepreneurship."* <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.780>
- Chumaidiyah, E., Maulani Fauzi, P., & Abdulbasah Kamil, A. (2024). Enhancement of SME feasibility through the integration of BMC, functional organization, and SCM. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2315678. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2315678>
- Clark, L. A., & Watson, D. (1995). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychological Assessment*, 7(3), 309–319. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.309>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Fajri, N., Busri, N. K., & Riskawati, R. (2023). The Customer Satisfaction Measurement Using SERVQUAL Method: Case Study in Printing Company. *Jurnal Manajemen*, 14(1), 46. <https://doi.org/10.32832/jm-uiika.v14i1.9412>
- García-Fernández, M., Claver-Cortés, E., & Tarí, J. J. (2022). Relationships between quality management, innovation and performance: A literature systematic review. *European Research on Management and Business Economics*, 28(1), 100172. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2021.100172>
- Huy, P. Q., & Phuc, V. K. (2025). Unveiling how business process management capabilities foster dynamic decision-making for effectiveness of sustainable digital transformation. *Business Process Management Journal*, 31(8), 67–103. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2024-0467>
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. K., & Young, T. (2010). Simulation in manufacturing and business: A review. *European Journal of Operational Research*, 203(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.06.004>
- Law, A. M. (2015). *Simulation modeling and analysis* (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- León Lazo, L. S. L., & Vivanco Vivanco, L. P. (2023). Modelo para la mejora del servicio de atención al cliente mediante la teoría de colas: caso de estudio de una agencia bancaria. *Interfases*, (017), 146–168. <https://doi.org/10.26439/interfases2023.n017.6299>
- López-Pintado, O., Dumas, M., & Berx, J. (2024). Discovery, simulation, and optimization of business processes with differentiated resources. *Information Systems*, 120, 102289. <https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102289>
- Mazri, A. F., Cheng, J. K., & Liu, Y. (2025). Application of Discrete Event Simulation for Enhancing Queuing System at Lotus Alor Setar. *International Journal of Industrial Management*, 19(4), 197–209. <https://doi.org/10.15282/ijim.19.4.2025.11959>
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández-Nariño, A., & Comas Rodríguez, R. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(2), 328–342. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
- Mohedano Torres, E. de J., Echeverría Ríos, O. M., Martínez Hernández, M., & Lezama León, M. H. (2023). Modelo SERVQUAL para medir la calidad en el servicio en operadores logísticos. *Revista CEA*, 9(19), e2234. <https://doi.org/10.22430/24223182.2234>
- Negahban, A., & Smith, J. S. (2014). Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(2), 241–261. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.12.007>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Obando Mantilla, J. W., Godoy Villasante, M. J., & González Vásquez, J. A. (2023). Implementación de estrategias comerciales retail y su relación con los patrones de consumo en las tiendas por departamento en un contexto de covid-19. *Industrial Data*, 26(1), 203–216. <https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.24313>

- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41–50. <https://doi.org/10.1177/002224298504900403>
- Pawlak, S., Małysa, T., & Fornalczyk, A. (2024). Analysis of Production Process Parameters Using Computer Simulation at the Planning Stage. *Applied Sciences*, 14(23), 10863. <https://doi.org/10.3390/app142310863>
- Rodríguez Gutiérrez, S., Alba, C. T., & Hernández Torres, E. L. (2020). Análisis prospectivo del diseño gráfico en México. *Zincografía*, 109–120. <https://doi.org/10.32870/zcr.v0i8.78>
- Sargent, R. G. (2013). Verification and validation of simulation models. *Journal of Simulation*, 7(1), 12–24. <https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>
- Tarí, J. J., Claver-Cortés, E., & García-Fernández, M. (2023). How quality management can enhance performance? A model of relationships mediated by innovation. *Production Planning & Control*, 34(7), 587–603. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1946328>
- Vigo, J., & González, J. (2020). Relationship between quality of service and customer satisfaction in a clinical analysis laboratory of Pacasmayo. *Revista Ciencia y Tecnología*, 16(3), 57–66. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2020.03.06>
- Wang, S., Gao, M., & Zhang, H. (2024). Strengthening SMEs competitiveness and performance via industrial internet: Technological, organizational, and environmental pathways. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1366. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03903-8>
- Węglowski, P., Mazur, I., Jończyk, J. A., Czapla, M., & Karniej, P. (2017). A New Application of the SERVQUAL Method for the Evaluation of the Quality of Medical Services. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 51(1), 101–111. <https://doi.org/10.1515/slgr-2017-0036>