Process redesign of service contracting through BPMN to reduce cycle time in an industrial company

Torres-Velásquez Julio Winston, Master in Operations and Supply Chain Management[1]
[1]Universidad Tecnológica del Perú, Perú, *c23976@utp.edu.pe*

Abstract*– This study aimed to determine the effect of modeling and redesign using Business Process Model and Notation (BPMN) on the performance of the service contracting process in an industrial company. A single-group quasi-experimental pre-post study was conducted. The unit of analysis comprised 240 completed contracting cases: 120 in the pre-intervention period and 120 in the post-intervention period. The intervention included AS-IS discovery, value and non-value-added activity analysis, control simplification, risk-based approval paths, parallel reviews, and input standardization. The results showed that total cycle time fell from 29.84 ± 9.46 to 17.36 ± 5.99 business days, a 41.82% reduction (95% CI for the difference: -14.50 to -10.46; $p < .001$; $d = -1.58$). Waiting time decreased by 52.22%, rework by 64.42%, documentation errors by 69.48%, and approvals by 27.79%. On-time completion increased from 42.50% to 78.33% (+35.83 percentage points; OR = 4.89), while internal customer satisfaction increased from 2.91 to 4.18. BPMN-based redesign, combined with decision rules and standardization, produced substantial operational improvements; however, the absence of a comparison group limits the control of external factors.

***Keywords*—BPMN, business process redesign, service contracting, cycle time, rework**

Rediseño del proceso de contratación de servicios mediante BPMN para reducir el tiempo de ciclo en una empresa industrial

Torres-Velásquez Julio Winston, Magister en Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento[1]
[1]Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c23976@utp.edu.pe

Resumen*– El objetivo fue determinar el efecto del modelamiento y rediseño mediante Business Process Model and Notation (BPMN) sobre el desempeño del proceso de contratación de servicios de una empresa industrial. Se desarrolló un estudio cuasiexperimental de un solo grupo con medición antes y después. La unidad de análisis estuvo constituida por 240 expedientes concluidos: 120 correspondientes al periodo preintervención y 120 al periodo postintervención. El rediseño incluyó levantamiento AS-IS, análisis de actividades con y sin valor agregado, simplificación de controles, rutas de aprobación por riesgo, ejecución paralela de revisiones y estandarización de entradas. Los resultados mostraron que el tiempo total disminuyó de 29.84 a 17.36 días hábiles, una reducción de 41.82% (IC 95% de la diferencia: -14.50 a -10.46; $p < .001$; $d = -1.58$). El tiempo de espera se redujo 52.22%, los reprocesos 64.42%, los errores documentarios 69.48% y las aprobaciones 27.79%. El cumplimiento del plazo aumentó de 42.50% a 78.33% (+35.83 puntos porcentuales; OR = 4.89), mientras que la satisfacción del cliente interno pasó de 2.91 a 4.18 puntos. Se concluye que el rediseño BPMN, acompañado de reglas de decisión y estandarización, produjo mejoras operacionales sustantivas; no obstante, la ausencia de un grupo de comparación limita el control de factores externos.

Palabras clave—BPMN, rediseño de procesos, contratación de servicios, tiempo de ciclo, reproceso

I. Introducción

La contratación de servicios industriales articula requerimientos técnicos, disponibilidad presupuestal, evaluación comercial, gestión de riesgos, revisión legal y emisión de órdenes o contratos. Esa multiplicidad de actores suele originar esperas, transferencias, devoluciones documentarias y aprobaciones acumulativas que no necesariamente agregan valor al resultado. Cuando tales demoras afectan la contratación de mantenimiento, transporte, ingeniería, alquiler de equipos o servicios especializados, también pueden comprometer la continuidad operativa de las áreas usuarias.

La gestión por procesos propone comprender el desempeño de extremo a extremo y no únicamente la productividad de cada área funcional. En ese enfoque, el tiempo de ciclo comprende el periodo entre el inicio y el cierre de un caso, mientras que el tiempo de espera representa los intervalos durante los cuales el expediente no recibe trabajo efectivo. La evidencia reciente subraya que la espera puede superar al tiempo de procesamiento y que su identificación exige analizar causas como colas, indisponibilidad de recursos, transferencias, lotes y dependencias externas [1].

BPMN proporciona una notación estandarizada y comprensible para usuarios de negocio y perfiles técnicos, permitiendo representar eventos, actividades, decisiones, participantes y flujos. Sin embargo, la utilidad del modelo depende de su corrección, comprensibilidad y capacidad para hacer explícitas las reglas que gobiernan el proceso [2]. Modelar por sí solo no mejora el desempeño: el valor surge cuando el AS-IS se usa para localizar restricciones y cuando el TO-BE incorpora decisiones de eliminación, simplificación, integración, paralelización y automatización. Las heurísticas de rediseño plantean precisamente cambios en la asignación de tareas, el orden, los controles, la tecnología y la interacción con el cliente [3], [4].

En la literatura existen estudios de caso que reportan beneficios relevantes del modelamiento estructurado. La integración BPMN-VSM aplicada a trabajo intensivo en conocimiento mostró reducciones de 44.4% en tiempo de ciclo y 83.0% en lead time [5]. Asimismo, análisis antes-después apoyados en datos de proceso han documentado mejoras medibles después de intervenciones digitales, aunque los autores advierten la necesidad de examinar el ciclo completo de mejora y los posibles factores de contexto [6]. Estas experiencias respaldan la pertinencia de evaluar el efecto del rediseño con indicadores temporales, de calidad y de servicio, no solo con la disminución del número de actividades.

Pese a esos avances, persisten tres vacíos relevantes para los procesos administrativos industriales. Primero, una parte de los estudios evalúa alternativas antes de implementarlas y no contrasta el comportamiento observado después del cambio; la revisión de Tsakalidis y Vergidis evidenció la diversidad de enfoques y la falta de criterios homogéneos para evaluar iniciativas de rediseño [7]. Segundo, los métodos asistidos facilitan la generación y comparación de alternativas, pero la utilidad práctica de una propuesta depende de su traducción en reglas operativas, responsables y controles ejecutables [8]. Tercero, incluso cuando se emplean datos de eventos para valorar buenas prácticas de rediseño, resulta necesario vincular el cambio estructural del modelo con indicadores de tiempo, calidad y servicio [9]. En consecuencia, aún se requieren estudios aplicados que documenten de manera integrada qué se modificó, cómo se midió y qué resultados se observaron en condiciones organizacionales reales.

La contratación de servicios constituye un escenario particularmente exigente para cubrir ese vacío porque combina variabilidad técnica, decisiones comerciales, exigencias de

seguridad, revisión legal y distintos niveles de autorización. Una reducción aparente del diagrama podría trasladar trabajo hacia correos, hojas de cálculo o coordinaciones informales; del mismo modo, una disminución del promedio podría ocultar expedientes que continúan fuera del plazo. Por ello, esta investigación relacionó la arquitectura del proceso con resultados transaccionales y perceptuales, de modo que la mejora fuera verificable desde varias dimensiones y no solo desde la representación BPMN. Este enfoque coincide con la literatura que entiende la mejora como un ciclo de gobierno y medición [10], [11], explora alternativas en varias dimensiones del proceso [12], exige justificar las decisiones críticas del rediseño [13] y advierte que los beneficios dependen de sostener los cambios en la operación [14].

El modelamiento de procesos cumple una doble función: representa la operación y proporciona una base para analizarla. Las revisiones del campo muestran que la elección de la técnica debe responder al propósito del modelo, al nivel de detalle y al tipo de decisión que se desea apoyar [15]. En proyectos organizacionales, la calidad del resultado también depende de la metodología, la competencia de los modeladores, la participación de usuarios y el respaldo directivo [16]. BPMN aporta un lenguaje común para esa coordinación, aunque sus beneficios pueden limitarse cuando el diagrama se vuelve excesivamente complejo o se utiliza como producto documental sin conexión con la ejecución [17].

La comprensibilidad es especialmente relevante cuando el modelo articula áreas técnicas, comerciales, financieras y legales. Un marco de directrices para BPMN recomienda controlar el tamaño, la conectividad y la organización visual del diagrama, además de emplear patrones consistentes [18]. La evidencia sintetizada sobre comprensión confirma que intervienen factores del modelo, de la notación, de la tarea y de la experiencia del lector [19]. Incluso el nombre de las actividades influye: las etiquetas construidas con verbos y objetos específicos facilitan interpretar qué acción se realiza y sobre qué elemento del proceso [20].

La permanencia del rediseño exige capacidades que trascienden la elaboración del TO-BE. Los modelos de madurez de BPM permiten evaluar prácticas de gobierno, métodos, tecnología, personas y cultura antes de escalar la mejora [21]. A su vez, la minería de procesos ofrece la posibilidad de contrastar el modelo con eventos reales y detectar desviaciones, cuellos de botella y variantes [22]. La evaluación estructurada de los enfoques de mejora ayuda a seleccionar métodos según el problema y la evidencia disponible [23], mientras que la literatura sobre contexto advierte que no existe una configuración única de BPM válida para todas las organizaciones [24]. Las revisiones de modelos de madurez refuerzan esta idea y recomiendan vincular el nivel de capacidad con resultados operacionales verificables [25].

El problema de investigación se formula así: ¿en qué medida el modelamiento y rediseño mediante BPMN reduce los tiempos, los errores, los reprocesos y las actividades sin valor agregado del proceso de contratación de servicios, e incrementa el cumplimiento del plazo y la satisfacción del cliente interno en una empresa industrial?

El objetivo general fue determinar el efecto del rediseño del proceso de contratación de servicios mediante BPMN sobre su desempeño operacional. Los objetivos específicos fueron: (a) comparar el tiempo total y el tiempo de espera antes y después; (b) estimar el cambio en reprocesos y errores documentarios; (c) cuantificar la variación de aprobaciones, transferencias y actividades sin valor agregado; (d) comparar el porcentaje de solicitudes atendidas dentro del plazo; y (e) evaluar el cambio en la satisfacción del cliente interno.

La contribución del estudio es triple. Primero, aplica un protocolo cuasiexperimental a un proceso administrativo industrial y conserva una ventana de estabilización entre las mediciones. Segundo, integra indicadores estructurales del modelo BPMN con resultados transaccionales y perceptuales, lo cual permite examinar no solo si el flujo contiene menos actividades, sino si los expedientes avanzan con menor espera, menos errores y mayor cumplimiento. Tercero, define de manera operativa cada métrica y documenta los componentes de la intervención, facilitando su réplica y adaptación a otros procesos de compras y contratación.

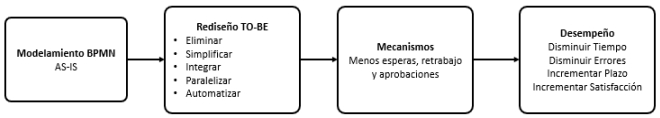


Fig. 1. Modelo conceptual del efecto del rediseño BPMN

II. Fundamentos Teóricos

A. Gestión por procesos y BPMN

Un proceso es un conjunto de actividades relacionadas que transforma entradas en resultados para un cliente. Su gestión comprende identificación, descubrimiento, análisis, rediseño, implementación y seguimiento; por ello, el desempeño sostenible depende tanto de las decisiones de diseño como del gobierno y de la medición posterior [10], [11]. Los modelos apoyan la comprensión compartida, hacen visibles las responsabilidades y permiten discutir alternativas antes de modificar la operación. La utilidad del modelo depende de su corrección sintáctica, claridad semántica y adecuación pragmática para los usuarios.

BPMN estandariza símbolos para eventos, tareas, compuertas, secuencias, mensajes, pools y lanes. En procesos de contratación, los lanes permiten distinguir el trabajo del área usuaria, Compras, Finanzas, Legal y niveles aprobadores. Las compuertas hacen explícitas las reglas que determinan si un expediente requiere revisión legal, concurso, aprobación gerencial o tratamiento excepcional. Para preservar la comprensión, se recomienda limitar el tamaño del modelo, minimizar rutas de retorno innecesarias y utilizar una estructura tan simple como lo permita la realidad del proceso [2].

La distinción entre AS-IS y TO-BE cumple una función analítica. El AS-IS no se limita a reproducir un procedimiento formal, sino que registra el flujo realmente ejecutado, incluidos retornos, esperas y coordinaciones entre roles. El TO-BE

expresa la respuesta de diseño frente a los problemas identificados y convierte los criterios de mejora en una secuencia operable. Comparar ambos modelos permite reconocer cambios estructurales; sin embargo, esa comparación debe complementarse con datos de ejecución para evitar asumir que una reducción de símbolos equivale automáticamente a una mejora del proceso.

En este estudio, el modelo se empleó como vínculo entre diagnóstico, intervención y medición. Cada modificación del TO-BE se asoció con un mecanismo esperado: los campos obligatorios con menos devoluciones; la segmentación con menor sobrecontrol; la paralelización con menos espera; y la matriz de facultades con menos aprobaciones y transferencias. Esta trazabilidad hizo posible interpretar los resultados sin atribuirlos genéricamente al uso de BPMN, sino a decisiones específicas representadas y posteriormente implementadas.

B. Rediseño y actividades sin valor agregado

El rediseño busca alterar deliberadamente la configuración de un proceso para mejorar tiempo, costo, calidad o flexibilidad. Entre las heurísticas más relevantes se encuentran eliminar actividades redundantes, integrar tareas, ejecutar en paralelo actividades independientes, aplicar controles en el origen, diferenciar rutas según el tipo de caso, empoderar roles y utilizar tecnología para reducir transferencias [3]. Enfoques recientes amplían esta lógica al proponer espacios de diseño que obligan a explorar alternativas sobre actividades, secuencia, participantes, información, tecnología y control [12], así como decisiones críticas que deben justificarse antes de implementar el cambio [13].

Para este estudio, una actividad con valor agregado es aquella que transforma información o decisión necesaria para contratar el servicio y que el cliente interno reconocería como esencial. Una actividad de valor de negocio es obligatoria por regulación o control, aunque no transforme directamente el expediente. Una actividad sin valor agregado consume tiempo sin modificar el resultado requerido y puede eliminarse sin elevar el riesgo, por ejemplo, la transcripción duplicada, la aprobación repetida del mismo atributo o la devolución por campos que pudieron validarse al registrar la solicitud.

La clasificación de valor fue importante porque las actividades administrativas no siempre transforman un producto físico. En este contexto, la transformación se expresó como información validada, una decisión autorizada o un expediente habilitado para avanzar. Por tanto, no se consideró desperdicio todo control o revisión: los requisitos legales, presupuestales y de seguridad se mantuvieron como valor de negocio. La eliminación se concentró en duplicidades, esperas evitables, transferencias innecesarias y validaciones que podían realizarse una sola vez en el origen.

C. Desempeño operacional del proceso

El desempeño se operacionalizó en tres dimensiones. La dimensión temporal incluyó tiempo total, tiempo activo y tiempo de espera. La dimensión de calidad incluyó errores documentarios y reprocesos. La dimensión de servicio incluyó cumplimiento del plazo y satisfacción del cliente interno. Se añadieron medidas de complejidad estructural: número de actividades, actividades sin valor agregado, aprobaciones y transferencias. Esta combinación evita concluir que el rediseño fue exitoso únicamente porque el diagrama contiene menos elementos.

D. Hipótesis

H_1: El tiempo total del proceso es significativamente menor después del rediseño BPMN.

H_2: El tiempo de espera es significativamente menor después del rediseño BPMN.

H_3: El número de reprocesos y errores documentarios por expediente es significativamente menor después del rediseño.

H_4: El número de aprobaciones, transferencias y actividades sin valor agregado disminuyen después del rediseño.

H_5: El porcentaje de solicitudes atendidas dentro del plazo es significativamente mayor después del rediseño.

H_6: La satisfacción del cliente interno es significativamente mayor después del rediseño.

III. Metodología

A. Diseño de investigación

Se desarrolló una investigación cuantitativa, aplicada y explicativa, con diseño cuasiexperimental de un solo grupo y medición antes-después. La intervención fue el rediseño BPMN del proceso de contratación de servicios.

El periodo preintervención comprendió enero-junio de 2025; julio y agosto se reservaron para pilotaje y estabilización; y el periodo postintervención comprendió septiembre de 2025-febrero de 2026. La separación evitó clasificar como postintervención expedientes gestionados durante la transición y redujo el riesgo de mezclar prácticas anteriores con el flujo ya implementado.

B. Contexto y unidad de análisis

La investigación se realizó en una empresa industrial en la costa norte del Perú. El proceso comprende la contratación de mantenimiento, transporte, consultoría e ingeniería, alquiler de equipos y otros servicios operacionales. Participan áreas usuarias, Compras de Servicios, Presupuestos, Seguridad, Legal y gerencias aprobadoras. La unidad de análisis fue cada expediente concluido desde el registro válido de la solicitud hasta la emisión y comunicación de la orden de compra o contrato.

El registro válido se definió como el momento en que la solicitud contaba con la información mínima exigida para iniciar la atención. El cierre correspondió a la comunicación formal de la orden de compra o del contrato. Esta delimitación evitó incorporar al tiempo del proceso lapsos previos en los que aún no existía un requerimiento habilitado y permitió aplicar el mismo criterio temporal a los dos periodos. Las suspensiones atribuibles al solicitante se descontaron conforme a la definición de la Tabla II.

C. Población, muestra y criterios

Se identificaron 279 expedientes en los dos periodos. Se excluyeron 18 atenciones de emergencia con ruta abreviada, 11 solicitudes canceladas o suspendidas por el usuario durante más de diez días hábiles y 10 registros sin marcas de tiempo completas. La muestra analítica quedó constituida por 240 expedientes: 120 antes y 120 después. Se usó un censo de casos elegibles, no una selección probabilística. Para satisfacción se empleó un panel pareado de 52 clientes internos que habían solicitado al menos un servicio en ambos periodos.

La composición por familia fue comparable: mantenimiento industrial representó 43 casos antes y 42 después; transporte, 26 y 27; consultoría/ingeniería, 21 y 22; alquiler de equipos, 17 y 16; y otros servicios, 13 en cada periodo. Esta distribución minimizó la posibilidad de que el resultado se explicara por un cambio sustantivo en la mezcla de solicitudes.

La aplicación de criterios de elegibilidad respondió a la necesidad de comparar rutas equivalentes. Las emergencias siguieron un circuito abreviado y, por tanto, no representaban el flujo intervenido; las solicitudes canceladas no alcanzaron el resultado final; y los registros sin marcas completas impedían calcular tiempos con el mismo nivel de precisión. El censo de los 240 casos elegibles evitó una selección posterior basada en el desempeño observado. Para la satisfacción, el panel de 52 usuarios permitió comparar a las mismas personas y controlar la variabilidad derivada de composiciones distintas entre mediciones.

D. Intervención BPMN

La intervención se ejecutó en cinco fases. En descubrimiento, se revisaron procedimientos, formularios y registros y se realizaron talleres con representantes de los participantes. En modelamiento, se construyó y validó el AS-IS. En análisis, cada actividad se clasificó como valor agregado, valor de negocio o sin valor agregado y se cuantificaron devoluciones, colas y transferencias. En rediseño, se elaboró el TO-BE usando heurísticas de eliminación, simplificación, integración, paralelización y automatización. Finalmente, el diseño se pilotó el diseño, se capacitó a los participantes y se estabilizó el proceso antes de iniciar la medición posterior.

El levantamiento combinó evidencia documental y conocimiento de los participantes. Los procedimientos y formularios permitieron identificar el flujo prescrito, mientras que los registros y talleres mostraron cómo se gestionaban realmente las excepciones, devoluciones y aprobaciones. El AS-IS fue validado con representantes de los roles involucrados antes de realizar el análisis de valor; de esta manera, las decisiones de rediseño se apoyaron en una representación compartida y no en la percepción aislada de un área.

Durante el rediseño se verificó que la eliminación de una actividad no trasladara el mismo trabajo a otro punto del flujo ni debilitara controles obligatorios. La paralelización se aplicó únicamente cuando las revisiones podían ejecutarse con la misma versión de información y no existía dependencia técnica. De forma análoga, las rutas por riesgo conservaron los niveles requeridos para expedientes de mayor monto, criticidad, duración o exposición legal y de seguridad. El pilotaje permitió ajustar reglas y responsabilidades antes de la medición postintervención.

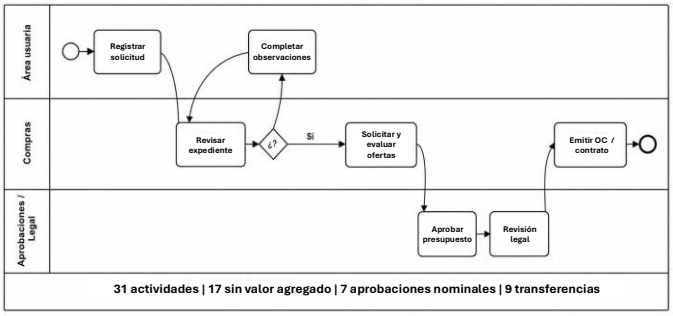


Fig. 2. Representación BPMN simplificada del proceso AS-IS

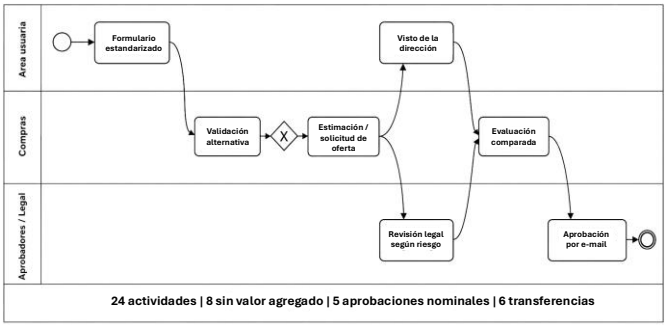


Fig. 3. Representación BPMN simplificada del proceso TO-BE

E. Cambios implementados

La Tabla I presenta los seis componentes implementados y el mecanismo mediante el cual se esperaba modificar el desempeño. La intervención se concibió como un conjunto articulado: la estandarización mejoró la calidad de entrada; la segmentación ajustó el nivel de control; la paralelización modificó la secuencia; la matriz de facultades redujo duplicidades; la evaluación consolidada evitó transcripciones; y las alertas hicieron visibles los periodos de inactividad.

TABLA I
COMPONENTES DE LA INTERVENCIÓN

Componente	Cambio operacional	Mecanismo esperado
Entrada estandarizada	Formulario único con campos obligatorios, catálogo de familias y validaciones de formato.	Menos devoluciones por información incompleta.
Segmentación por riesgo	Ruta diferenciada según monto, criticidad, duración y exposición legal/SSOMA.	Evita aplicar el máximo nivel de control a todos los expedientes.
Paralelización	Validación técnica y revisión legal simultáneas cuando no existe dependencia.	Reduce esperas secuenciales.
Aprobación por umbral	Matriz de facultades con un responsable por nivel y eliminación de vistos buenos duplicados.	Disminuye aprobaciones y transferencias.
Evaluación consolidada	Una sola matriz técnica-económica con trazabilidad de criterios.	Reduce transcripción y discrepancias.
Alertas y SLA	Avisos automáticos a las 24, 48 y 72 horas de inactividad.	Hace visibles las colas y responsabilidades.

Nota. Elaboración propia a partir del diagnóstico del proceso.

La tabla I muestra que el rediseño no se limitó a eliminar pasos. Cuatro componentes modificaron la lógica de ejecución y dos reforzaron la información y el seguimiento. Esta combinación fue necesaria porque las devoluciones por expediente incompleto y la reiteración de revisiones generaban efectos encadenados: un error de entrada producía retorno, nueva transferencia, espera adicional y, en ciertos casos, repetición de una aprobación. Intervenir únicamente en una actividad habría dejado intacta la causa que reaparecía en otras etapas.

La segmentación por riesgo constituyó el cambio de control más relevante. En el AS-IS, expedientes con diferente complejidad recorrían niveles similares de revisión; en el TO-BE, los criterios de monto, criticidad, duración y exposición definieron la ruta aplicable. Con ello, la reducción de aprobaciones no implicó suprimir la gobernanza, sino ubicarla donde el riesgo justificaba el esfuerzo. Las alertas completaron el diseño al convertir la inactividad en una condición observable y asignable a un responsable.

F. Variables e indicadores

La operacionalización se diseñó para distinguir estructura, ejecución y percepción. Los indicadores temporales respondieron cuánto demora el expediente y dónde se concentra ese tiempo; los indicadores de calidad registraron correcciones posteriores al ingreso; las aprobaciones representaron la carga de control; el cumplimiento trasladó el desempeño a un umbral de servicio; y la satisfacción captó la evaluación del usuario. La Tabla II detalla las definiciones y las fuentes empleadas.

TABLA II
OPERACIONALIZACIÓN DE LOS INDICADORES

Indicador	Definición operacional	Fuente	Escala
Tiempo total	Días hábiles entre registro válido y comunicación de OC/contrato, descontando suspensión atribuible al solicitante.	ERP/workflow	Días
Tiempo de espera	Suma de intervalos sin actividad efectiva entre hitos habilitados del expediente.	Log de eventos	Días
Tiempo activo	Suma de duraciones en que un rol ejecuta una actividad del expediente.	Log/registro	Días
Reprocesos	Cantidad de retornos a una actividad ya completada por corrección o nueva validación.	Ficha de observación	Conteo
Errores	Campos faltantes, inconsistentes o no conformes detectados después del registro válido.	Lista de control	Conteo
Aprobaciones	Eventos formales de aprobación registrados por expediente.	Workflow	Conteo
Dentro del plazo	Expediente finalizado en ≤ 20 días hábiles.	ERP/workflow	%
Satisfacción	Promedio de seis ítems Likert de 1 a 5 sobre claridad, trazabilidad, rapidez y resultado.	Encuesta	Puntaje
Actividades sin valor	Actividades eliminables que no transforman el expediente ni responden a control obligatorio.	Matriz AVA	n y %

Nota. OC = orden de compra; AVA = análisis de valor agregado.

La relación entre tiempo total, tiempo activo y tiempo de espera permitió interpretar el mecanismo de cambio. El tiempo total se descompuso en trabajo efectivo e intervalos sin actividad; por tanto, una reducción podía originarse en tareas más ágiles, en menos colas o en ambos componentes. Esta separación evitó atribuir a productividad individual una mejora que podía provenir de cambios en secuencia, transferencia o disponibilidad de los responsables.

Los indicadores de reproceso y error se mantuvieron diferenciados. Un error documentario fue una no conformidad detectada después del registro válido, mientras que un reproceso fue el retorno a una actividad ya completada. Un expediente podía contener un error corregido dentro de la misma actividad sin generar un retorno completo, o un reproceso originado por una nueva validación. La medición separada permitió evaluar tanto la calidad de la información como el impacto que esa calidad ejercía sobre el flujo.

G. Validez, confiabilidad y procedimiento de medición

La ficha de extracción y la encuesta fueron evaluadas por cinco especialistas en gestión por procesos, compras y metodología. El juicio de expertos obtuvo un coeficiente V de Aiken global de 0.94 y valores por ítem entre 0.88 y 1.00. La encuesta se pilotó con 18 usuarios no incluidos en el panel final. La consistencia interna fue $\alpha = 0.884$ en la medición previa y $\alpha = 0.901$ en la posterior, valores que respaldaron la consistencia interna del instrumento.

Dos analistas independientes clasificaron las actividades del AS-IS; las discrepancias se resolvieron con el dueño del proceso. La concordancia obtenida fue $\kappa = .86$. Los hitos de inicio, fin y aprobación provinieron del log del sistema; los intervalos de trabajo manual se contrastaron con registros de envío y recepción. Se aplicó la misma definición de indicador en ambos periodos.

La extracción se realizó con un identificador único por expediente y una estructura común para los dos periodos. Se verificó la secuencia cronológica de hitos, la presencia de marcas de inicio y cierre y la correspondencia entre eventos de aprobación y responsables. Cuando una duración dependía de evidencia manual, se contrastaron las fechas de envío y recepción. Estas verificaciones redujeron el riesgo de clasificar como espera un intervalo de trabajo efectivo o de contabilizar dos veces un mismo retorno.

H. Análisis estadístico

Se calcularon media, desviación estándar, mediana, frecuencias y porcentajes. Para tiempos se utilizó la prueba t de Welch para grupos independientes y se informó d de Cohen. Los conteos de reprocesos, errores y aprobaciones se compararon con U de Mann-Whitney y correlación biserial por rangos. El cumplimiento del plazo se analizó con prueba z para dos proporciones, diferencia de riesgos y odds ratio. La satisfacción del panel se comparó mediante t de Student pareada y d_z. Se usó $\alpha = .05$, pruebas bilaterales e intervalos de confianza de 95%.

La elección de las pruebas respondió a la naturaleza de los datos y al diseño. Los tiempos de los expedientes pre y post correspondieron a grupos independientes, por lo que se utilizó Welch para no asumir igualdad estricta de varianzas. Los conteos presentaron una escala discreta y se analizaron con una

prueba no paramétrica. En cambio, la satisfacción se midió sobre los mismos 52 usuarios y requirió una comparación pareada. Además del valor p, se informaron tamaños de efecto para distinguir significación estadística y magnitud práctica.

IV. Resultados

A. Diagnóstico estructural AS-IS y diseño TO-BE

El modelo AS-IS contenía 31 actividades, de las cuales 17 fueron clasificadas como sin valor agregado (54.84%). Se identificaron siete aprobaciones nominales, nueve transferencias entre roles y dos bucles dominantes: devolución por expediente incompleto y reiteración de la revisión legal después de cambios comerciales. El TO-BE redujo el proceso a 24 actividades y ocho actividades sin valor agregado (33.33%). Asimismo, disminuyó las aprobaciones nominales a cinco y las transferencias a seis.

El diagnóstico evidencia que la complejidad no provenía únicamente del número total de actividades, sino de la proporción de pasos que no transformaban el expediente. Más de la mitad del AS-IS correspondía a actividades sin valor agregado. Los dos bucles identificados explicaban parte de esta carga: cada devolución por información incompleta reactivaba tareas previamente ejecutadas, mientras que los cambios comerciales podían obligar a revisar nuevamente aspectos legales ya evaluados. El TO-BE actuó sobre ambos mecanismos mediante validación temprana, consolidación y reglas de revisión.

Tabla III
Cambio estructural del proceso

Elemento	AS-IS	TO-BE	Cambio	Variación
Actividades totales	31	24	-7	-22.58%
Actividades sin valor agregado	17	8	-9	-52.94%
Participación sin valor agregado	54.84%	33.33%	-21.51 pp	-39.23% relativo
Aprobaciones nominales	7	5	-2	-28.57%
Transferencias entre roles	9	6	-3	-33.33%

Nota. pp = puntos porcentuales. La variación estructural se refiere al modelo, no a expedientes individuales.

Como muestra la Tabla III, la reducción de siete actividades totales estuvo acompañada por la eliminación de nueve actividades sin valor agregado. Esta diferencia indica que el TO-BE no fue una simple compresión uniforme del flujo: algunas tareas se integraron o redefinieron y el recorte se concentró en trabajo prescindible. La participación sin valor agregado descendió 21.51 puntos porcentuales, de 54.84% a 33.33%, por lo que la estructura resultante dedicó una proporción mayor de sus actividades a transformación o control necesario.

Las aprobaciones nominales disminuyeron 28.57% y las transferencias entre roles 33.33%. Ambos resultados son coherentes porque cada aprobación adicional suele implicar al menos una transferencia, una cola y una comunicación. Al pasar de siete a cinco aprobaciones nominales y de nueve a seis transferencias, el modelo redujo puntos de espera potencial sin eliminar los controles definidos por monto y riesgo. La lectura conjunta de estos indicadores respalda que el cambio estructural se orientó a simplificar coordinación y no solamente a redibujar actividades.

B. Efecto sobre tiempos, calidad y aprobaciones

La Tabla IV contrasta el desempeño de los 120 expedientes de cada periodo y del panel de 52 clientes internos. Para cada indicador se presenta el nivel previo, el nivel posterior, el cambio, la prueba aplicada y una medida de efecto. Esta estructura permite valorar simultáneamente dirección, significación y relevancia práctica de la intervención.

Tabla IV
Comparación antes-después de los indicadores

Indicador	Antes	Después	Cambio	Prueba	Efecto
Tiempo total (días)	29.84	17.36	-12.48 (-41.82%)	t=-12.21; p < .001	d=-1.58
Tiempo de espera (días)	18.67	8.92	-9.75 (-52.22%)	t=-11.94; p < .001	d=-1.54
Tiempo activo (días)	11.17	8.44	-2.73 (-24.44%)	t=-4.48; p < .001	d=-0.58
Reprocesos / expediente	1.73	0.62	-1.12 (-64.42%)	U=2904; p < .001	r_rb=-0.60
Errores / expediente	1.28	0.39	-0.89 (-69.48%)	U=3102; p < .001	r_rb=-0.57
Aprobaciones / expediente	6.87	4.96	-1.91 (-27.79%)	U=135; p < .001	r_rb=-0.98
Dentro del plazo	42.50% (51/120)	78.33% (94/120)	+35.83 pp	z=5.68; p < .001	OR=4.89
Satisfacción (1-5)	2.91	4.18	+1.27	t=16.25; p < .001	d_z=2.25

Nota. n = 120 expedientes por periodo, excepto satisfacción (n = 52 pares). Los p son bilaterales. r_rb = correlación biserial por rangos; OR = odds ratio.

Los tres componentes temporales fueron consistentes entre sí. Antes de la intervención, los 18.67 días de espera y 11.17 días activos sumaron 29.84 días; después, 8.92 días de espera y 8.44 días activos sumaron 17.36 días. La reducción del ciclo, por tanto, no respondió a una modificación en la forma de cálculo, sino a descensos observados en ambos componentes. La espera aportó 9.75 días de los 12.48 eliminados y el tiempo activo los 2.73 restantes.

Los tamaños de efecto refuerzan la lectura operacional. El tiempo total y la espera registraron d = -1.58 y d = -1.54, respectivamente, magnitudes superiores a la observada en el tiempo activo (d = -0.58). En consecuencia, la intervención produjo su mayor impacto al reorganizar el flujo entre roles y reducir inactividad. Para reprocesos y errores, las correlaciones biseriales de -0.60 y -0.57 confirmaron cambios relevantes en la distribución de los conteos. En aprobaciones, el valor r_rb = -0.98 fue coherente con la aplicación generalizada de la nueva matriz de facultades.

El tiempo total disminuyó en 12.48 días hábiles, de 29.84 a 17.36, equivalente a 41.82%. El intervalo de confianza de la diferencia fue de -14.50 a -10.46 días y no incluyó el valor nulo; además, el tamaño del efecto fue grande (d = -1.58). La mejora combinó una reducción del nivel promedio con menor dispersión, pues la desviación estándar pasó de 9.46 a 5.99 días. Por tanto, no solo se atendieron los casos con mayor rapidez,

sino con un comportamiento temporal más homogéneo. H_1 fue respaldada.

El tiempo de espera se redujo 52.22%: de 18.67 a 8.92 días. La reducción de 9.75 días representó 78.13% de la disminución total del ciclo, mientras que los 2.73 días de mejora en tiempo activo explicaron el 21.87% restante. Esta composición señala que el principal mecanismo fue la eliminación de colas y secuencias innecesarias, no solo la aceleración del trabajo activo. H_2 fue respaldada.

Los reprocesos disminuyeron de 1.73 a 0.62 por expediente (-64.42%) y los errores de 1.28 a 0.39 (-69.48%). Ambos cambios fueron significativos ($p < .001$), con efectos biseriales de -0.60 y -0.57. La proximidad de las dos reducciones es consistente con el mecanismo de validación en el origen: al impedir el avance de entradas incompletas o inconsistentes, se redujo tanto la no conformidad como la necesidad de retornar a tareas ya cerradas. Estos resultados respaldaron H_3. El número observado de aprobaciones por expediente pasó de 6.87 a 4.96, una reducción de 27.79%. Junto con la disminución estructural de actividades y transferencias, este hallazgo respaldó H_4.

C. Cumplimiento y satisfacción

La proporción de expedientes concluidos en veinte días hábiles o menos aumentó de 42.50% a 78.33%. En términos absolutos, los casos dentro del plazo pasaron de 51 a 94 sobre 120; es decir, 43 expedientes adicionales alcanzaron el SLA en un periodo de igual tamaño. La diferencia fue de 35.83 puntos porcentuales y la posibilidad de cumplir el plazo fue 4.89 veces mayor después de la intervención. H_5 fue respaldada. En los 52 clientes internos evaluados en ambos momentos, la satisfacción aumentó de 2.91 a 4.18. El incremento medio fue de 1.27 puntos y el efecto pareado $d_z = 2.25$ evidenció un cambio de alta magnitud. H_6 fue respaldada.

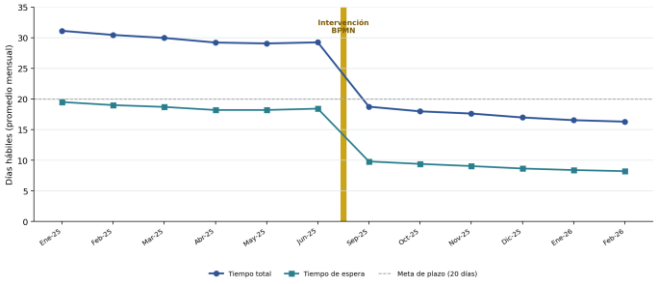


Fig. 4. Evolución mensual del tiempo total y del tiempo de espera.

La Fig. 4 permite examinar si la diferencia entre periodos se explica por un único mes atípico. Durante la etapa previa, el tiempo total y la espera mostraron una trayectoria relativamente estable y permanecieron por encima de la meta de veinte días en el caso del tiempo total. Tras la intervención se observa un cambio de nivel inmediato en ambas series, seguido de una reducción gradual durante los meses posteriores. Este patrón es compatible con la implementación del TO-BE y con un proceso de aprendizaje durante la estabilización.

La separación entre las curvas también cambió. Antes del rediseño, la espera representaba la mayor parte del ciclo; después, su caída fue más pronunciada que la del tiempo total. La evolución mensual respalda la interpretación obtenida con los promedios: las reglas de entrada, la ejecución paralela y las rutas por riesgo actuaron principalmente sobre intervalos sin actividad. Aunque la gráfica no sustituye el contraste estadístico ni controla factores externos, aporta evidencia temporal de que la mejora se mantuvo durante todo el periodo postintervención.

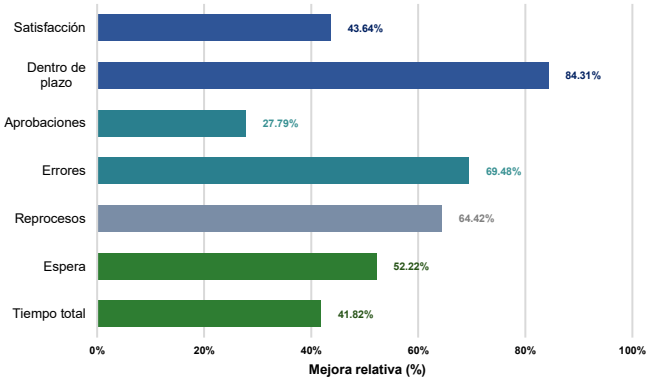


Fig. 5. Magnitud relativa de las mejoras observadas

La Fig. 5 facilita la comparación relativa entre indicadores con escalas distintas. Los mayores descensos correspondieron a errores (69.48%), reprocesos (64.42%) y espera (52.22%), mientras que el tiempo total se redujo 41.82%. La jerarquía sugiere una secuencia lógica: primero mejoró la calidad de entrada y disminuyeron los retornos; luego se redujeron las colas asociadas con esas correcciones; finalmente, la suma de esos efectos se reflejó en el tiempo total.

Para los indicadores que aumentaron, la figura expresa mejora relativa. El cumplimiento creció 84.31% respecto de su nivel inicial, aunque la diferencia absoluta informada en la Tabla IV fue 35.83 puntos porcentuales. La satisfacción aumentó 43.64% respecto de 2.91 y alcanzó 4.18 puntos. Diferenciar cambio relativo y cambio absoluto evita interpretaciones equívocas y muestra que el avance del SLA fue especialmente relevante porque casi duplicó la proporción inicial de expedientes atendidos dentro del plazo.

D. Síntesis de contrastación

TABLA V
DECISIÓN SOBRE LAS HIPÓTESIS

Hipótesis	Predicción	Evidencia resumida	Decisión
H_1	Tiempo total menor	-41.82%; $p < .001$; $d = -1.58$	Respaldada
H_2	Tiempo de espera menor	-52.22%; $p < .001$; $d = -1.54$	Respaldada
H_3	Reprocesos y errores menores	-64.42% y -69.48%; $p < .001$	Respaldada
H_4	Menor complejidad estructural	NVA: 17 a 8; aprobaciones: 6.87 a 4.96	Respaldada
H_5	Mayor cumplimiento del plazo	+35.83 pp; $p < .001$; OR = 4.89	Respaldada
H_6	Mayor satisfacción	+1.27 puntos; $p < .001$; $d_z = 2.25$	Respaldada

Nota. NVA = actividades sin valor agregado; pp = puntos porcentuales; OR = odds ratio; d = d de Cohen para grupos independientes.

La Tabla V sintetiza la contrastación y muestra convergencia entre los seis resultados. Las hipótesis temporales se respaldaron con pruebas paramétricas y efectos grandes; las de calidad y complejidad, con reducciones en conteos y en elementos del modelo; y las de servicio, con una mayor proporción dentro del plazo y un incremento pareado de satisfacción. Esta convergencia reduce el riesgo de concluir éxito a partir de un único indicador favorable. El proceso posterior fue más corto, menos variable, menos propenso a errores y mejor evaluado por los usuarios.

V. Discusión

La reducción de 41.82% del tiempo total es cercana a la mejora de 44.4% reportada al integrar BPMN y VSM en un proceso intensivo en conocimiento [5]. La coincidencia no prueba generalización, pero muestra que una magnitud de ese orden es plausible cuando el rediseño elimina colas y actividades redundantes. El análisis pre y post de servicios digitales presentado por Trottier et al. también evidenció reducciones del tiempo global y de las cargas de los participantes, destacando el valor de observar el proceso completo [6].

Los mecanismos seleccionados guardan relación con las heurísticas de diferenciación de casos, reducción de contactos, paralelización, empoderamiento y uso de tecnología [3], [4]. La simplificación de los diagramas y la explicitación de reglas se alinearon con las recomendaciones de comprensibilidad de Mendling et al. [2]. Además, la exploración de actividades, secuencia, participantes, información y control coincide con el espacio de diseño propuesto por Groß et al. [12] y con la necesidad de justificar las decisiones críticas antes de implementar [13]. Finalmente, el énfasis en una implementación estructurada concuerda con la evidencia que advierte que documentar procesos no garantiza la sostenibilidad de la mejora si faltan gobierno, medición y seguimiento [10], [11], [14].

Desde la perspectiva del modelamiento, los hallazgos respaldan la función analítica atribuida a los modelos de proceso [15]: el AS-IS permitió localizar transferencias, retornos y controles duplicados, mientras que el TO-BE convirtió esas observaciones en reglas ejecutables. También coinciden con los factores de éxito identificados por Bandara et al. [16], pues la intervención combinó metodología, conocimiento de los modeladores, participación de los usuarios y validación por los responsables. La advertencia de Recker sobre las oportunidades y restricciones de BPMN [17] resulta pertinente: la notación facilitó un lenguaje compartido, pero la mejora provino de las decisiones implementadas y no de la representación por sí sola.

La reducción de 31 a 24 actividades y de dos a cero bucles de retorno debe interpretarse junto con la comprensibilidad del modelo. Las directrices propuestas para BPMN recomiendan disminuir complejidad innecesaria y organizar visualmente las rutas de decisión [18], mientras que la revisión de Dikici et al. muestra que la comprensión depende tanto de propiedades estructurales como de las características de los usuarios y de la tarea [19]. En el presente caso, la validación con representantes de los roles y el uso de etiquetas de acción específicas siguieron la recomendación de expresar las actividades con formulaciones claras y consistentes [20]. Estas decisiones favorecieron que el TO-BE pudiera ser entendido y aplicado por participantes de distintas áreas.

La presente investigación también responde a la brecha señalada por la revisión de enfoques de evaluación de rediseño [7]. En lugar de valorar únicamente un TO-BE antes de su puesta en práctica, se midieron expedientes concluidos durante seis meses posteriores a la estabilización. Del mismo modo, el estudio complementa los enfoques asistidos de generación de alternativas [8] con evidencia de ejecución. La evaluación basada en datos propuesta por Cho et al. [9] resulta especialmente pertinente: una buena práctica de rediseño adquiere valor cuando su efecto puede rastrearse en el comportamiento observado del proceso.

Los resultados también deben situarse en la capacidad organizacional para sostener el rediseño. Los modelos de madurez de BPM señalan que la mejora estable requiere gobierno, métodos, tecnología, personas y cultura articulados [21], [25]. La trazabilidad recomendada en este estudio permitiría avanzar hacia minería de procesos, contrastando el flujo diseñado con eventos de ejecución y detectando variantes no previstas [22]. Asimismo, la intervención siguió una secuencia estructurada de diagnóstico, selección, implementación y evaluación, coherente con los criterios utilizados para valorar enfoques de mejora de procesos [23]. Finalmente, el carácter de caso único confirma la importancia del contexto: las rutas por riesgo, los umbrales de aprobación y la distribución de responsabilidades deben adaptarse a las condiciones de cada organización y no replicarse mecánicamente [24].

Frente a estudios centrados en una sola dimensión, la combinación de indicadores permitió identificar consistencia y matices. La reducción estructural fue menor que la caída de errores y reprocesos, lo cual indica que el efecto no dependió solo del número de actividades. A su vez, el tiempo activo se redujo menos que la espera, confirmando que la coordinación interfuncional ofrecía un potencial de mejora superior al de acelerar tareas individuales. Estos resultados respaldan una lectura sistémica del proceso de contratación.

VI. Conclusiones

La investigación cuasiexperimental permitió evaluar el rediseño BPMN con indicadores estructurales, transaccionales y perceptuales, evitando reducir la valoración al número de actividades del diagrama. La comparación de 120 expedientes antes y 120 después mostró que el TO-BE se tradujo en cambios observables del desempeño.

Después de la intervención, el tiempo total descendió de 29.84 a 17.36 días hábiles, equivalente a una reducción de 41.82% y a un efecto grande (d = -1.58). El nuevo promedio se

ubicó por debajo del SLA de veinte días y presentó menor dispersión.

El tiempo de espera explicó 78.13% de la reducción total del ciclo y disminuyó 52.22%, lo que identifica a las colas, transferencias y secuencias como el principal foco de mejora. El tiempo activo también descendió, pero con una contribución menor al cambio global.

La estandarización de entradas y el control en el origen se asociaron con reducciones de 64.42% en reprocesos y 69.48% en errores documentarios. Al mismo tiempo, las aprobaciones por expediente disminuyeron 27.79%, manteniéndose rutas diferenciadas por nivel de riesgo.

El cumplimiento del plazo aumentó 35.83 puntos porcentuales y la satisfacción subió 1.27 puntos sobre cinco. En conjunto, los resultados muestran que la simplificación estructural, la calidad de entrada y la reducción de espera se tradujeron en una mejor experiencia del cliente interno. La sostenibilidad del desempeño deberá confirmarse mediante seguimiento continuo y estudios con diseños de mayor control.

REFERENCIAS

[1] M. A. Ali, F. Milani, and M. Dumas, "Data-driven identification and analysis of waiting times in business processes," *Business & Information Systems Engineering*, vol. 67, pp. 191–208, 2025, doi: 10.1007/s12599-024-00868-5.

[2] J. Mendling, H. A. Reijers, and W. M. P. van der Aalst, "Seven process modeling guidelines (7PMG)," *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 2, pp. 127–136, 2010, doi: 10.1016/j.infsof.2009.08.004.

[3] H. A. Reijers and S. Limam Mansar, "Best practices in business process redesign: An overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics," *Omega*, vol. 33, no. 4, pp. 283–306, 2005, doi: 10.1016/j.omega.2004.04.012.

[4] S. Limam Mansar and H. A. Reijers, "Best practices in business process redesign: Use and impact," *Business Process Management Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 193–213, 2007, doi: 10.1108/14637150710740455.

[5] F. P. Santhiapillai and R. M. C. Ratnayake, "BPMN-VSM-based knowledge-work process analysis and improvement in police services: A case study," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 73, no. 7, pp. 2116–2135, 2024, doi: 10.1108/IJPPM-12-2022-0604.

[6] J. Trottier, W. Van Woensel, X. Wang, K. Mallur, N. El-Gharib, and D. Amyot, "Using process mining with pre- and post-intervention analysis to improve digital service delivery: A governmental case study," in *Process Mining Workshops*, Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 533, pp. 572–585, 2025, doi: 10.1007/978-3-031-82225-4_42.

[7] G. Tsakalidis and K. Vergidis, "Business process redesign: A systematic review of evaluation approaches prior to implementation," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 79–98, 2024, doi: 10.31181/dmame712024889.

[8] T. Fehrer, D. A. Fischer, S. J. J. Leemans, M. Röglinger, and M. T. Wynn, "An assisted approach to business process redesign," *Decision Support Systems*, vol. 156, art. no. 113749, 2022, doi: 10.1016/j.dss.2022.113749.

[9] M. Cho, M. Song, M. Comuzzi, and S. Yoo, "Evaluating the effect of best practices for business process redesign: An evidence-based approach based on process mining techniques," *Decision Support Systems*, vol. 104, pp. 92–103, 2017, doi: 10.1016/j.dss.2017.10.004.

[10] P. Trkman, "The critical success factors of business process management," *International Journal of Information Management*, vol. 30, no. 2, pp. 125–134, 2010, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2009.07.003.

[11] J. vom Brocke, T. Schmiedel, J. Recker, P. Trkman, W. Mertens, and S. Viaene, "Ten principles of good business process management," *Business Process Management Journal*, vol. 20, no. 4, pp. 530–548, 2014, doi: 10.1108/BPMJ-06-2013-0074.

[12] S. Groß, K. Stelzl, T. Grisold, J. Mendling, M. Röglinger, and J. vom Brocke, "The business process design space for exploring process redesign alternatives," *Business Process Management Journal*, vol. 27, no. 8, pp. 25–56, 2021, doi: 10.1108/BPMJ-03-2020-0116.

[13] G. Tsakalidis and K. Vergidis, "A roadmap to critical redesign choices that increase the robustness of business process redesign initiatives," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 7, no. 3, art. no. 178, 2021, doi: 10.3390/joitmc7030178.

[14] B. Dave, "Business process management—A construction case study," *Construction Innovation*, vol. 17, no. 1, pp. 50–67, 2017, doi: 10.1108/CI-10-2015-0055.

[15] R. S. Aguilar-Savén, "Business process modelling: Review and framework," *International Journal of Production Economics*, vol. 90, no. 2, pp. 129–149, 2004, doi: 10.1016/S0925-5273(03)00102-6.

[16] W. Bandara, G. G. Gable, and M. Rosemann, "Factors and measures of business process modelling: Model building through a multiple case study," *European Journal of Information Systems*, vol. 14, no. 4, pp. 347–360, 2005, doi: 10.1057/palgrave.ejis.3000546.

[17] J. Recker, "Opportunities and constraints: The current struggle with BPMN," *Business Process Management Journal*, vol. 16, no. 1, pp. 181–201, 2010, doi: 10.1108/14637151011018001.

[18] F. Corradini, A. Ferrari, F. Fornari, S. Gnesi, A. Polini, B. Re, and G. O. Spagnolo, "A guidelines framework for understandable BPMN models," *Data & Knowledge Engineering*, vol. 113, pp. 129–154, 2018, doi: 10.1016/j.datak.2017.11.003.

[19] A. Dikici, O. Turetken, and O. Demirors, "Factors influencing the understandability of process models: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. 93, pp. 112–129, 2018, doi: 10.1016/j.infsof.2017.09.001.

[20] J. Mendling, H. A. Reijers, and J. Recker, "Activity labeling in process modeling: Empirical insights and recommendations," *Information Systems*, vol. 35, no. 4, pp. 467–482, 2010, doi: 10.1016/j.is.2009.03.009.

[21] M. Röglinger, J. Pöppelbuß, and J. Becker, "Maturity models in business process management," *Business Process Management Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 328–346, 2012, doi: 10.1108/14637151211225225.

[22] W. M. P. van der Aalst, "Process mining: Overview and opportunities," *ACM Transactions on Management Information Systems*, vol. 3, no. 2, art. no. 7, pp. 1–17, 2012, doi: 10.1145/2229156.2229157.

[23] G. Zellner, "A structured evaluation of business process improvement approaches," *Business Process Management Journal*, vol. 17, no. 2, pp. 203–237, 2011, doi: 10.1108/14637151111122329.

[24] J. vom Brocke, S. Zelt, and T. Schmiedel, "On the role of context in business process management," *International Journal of Information Management*, vol. 36, no. 3, pp. 486–495, 2016, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2015.10.002.

[25] A. Tarhan, O. Turetken, and H. A. Reijers, "Business process maturity models: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. 75, pp. 122–134, 2016, doi: 10.1016/j.infsof.2016.01.010.