

INFORME ACADÉMICO DE PRÁCTICA EMPRESARIAL

Sistema de automatización de alertas para la mejora de tiempos. Área de compras indirecta

Presentado por

Julián Eduardo Castro Robayo

Presentado a

Alexander Cortes

MODALIDAD DE GRADO PRÁCTICA EMPRESARIAL

Administración de Empresas

COLEGIO ADMINISTRATIVO Y DE CIENCIAS ECONOMICAS

Institución Universitaria Colegios De Colombia

Bogotá D.C., Junio de 2025

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su guía y fortaleza en el desarrollo de mi carrera profesional.

A Yazaki Ciemel S.A.S., por abrir sus puertas y permitirme aplicar mis conocimientos en un entorno tan exigente y dinámico como la industria automotriz. Agradezco especialmente al área de Compras Indirectas por su colaboración y disposición para adoptar nuevas tecnologías.

A mi asesor empresarial, Alexander Cortes, por su mentoría técnica y su visión para la optimización de procesos.

A mis profesores de la Universidad por la formación integral que hizo posible este proyecto.

1. INTRODUCCIÓN

La industria automotriz se rige por el principio de **Justo a Tiempo (Just-in-Time - JIT)**, donde la minimización de *Lead Time* y la sincronización perfecta de la cadena de suministro son vitales. Yazaki Ciemel S.A.S., como un actor clave en la fabricación de mazos de cables y componentes eléctricos, no es ajeno a esta exigencia.

Dentro de su estructura operativa, el área de Compras Indirectas desempeña un papel de soporte crítico, asegurando que los insumos y servicios no productivos (mantenimiento, *MRO*, servicios, etc.) lleguen a tiempo para mantener la continuidad de la línea de producción. Sin embargo, el proceso de aprobación de órdenes de compra indirectas a menudo se convierte en un cuello de botella, caracterizado por demoras debido a la falta de visibilidad y las revisiones manuales.

El presente informe documenta la práctica empresarial realizada por Julian Eduardo Castro Robayo en Yazaki Ciemel, cuyo eje central fue la implementación de un **Sistema de Automatización de Alertas basado en la tecnología de Automatización Robótica de Procesos (RPA)**. El proyecto abordó directamente la ineficiencia generada por la dependencia de la revisión humana en las etapas de aprobación del flujo de trabajo, buscando reducir drásticamente el *Lead Time* del ciclo de Compra a Pago (P2P).

La estructura del informe se desarrolla conforme a los estándares académicos. En el Capítulo 3 se detalla la problemática del *Lead Time* excesivo; en el Capítulo 5 se construye el Marco Teórico, con especial énfasis en RPA y la metodología *Lean*; el

Capítulo 7 presenta la ingeniería de la solución automatizada, y finalmente, se miden los resultados clave, demostrando el impacto directo de la tecnología en la eficiencia de los procesos internos de la compañía.

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1. Descripción de la Empresa Yazaki Ciemel S.A.S.

Yazaki Ciemel S.A.S. es la filial colombiana del Grupo Yazaki, líder mundial en el suministro de componentes de sistemas de energía y datos para la industria automotriz. Fundada en Japón, la compañía se ha posicionado como un proveedor Tier 1 para grandes fabricantes de vehículos a nivel global.

Sector de Operación: Industria Automotriz - Fabricación de componentes esenciales (mazos de cables, cajas de fusibles, y conectores). **Contexto de la Planta:** La operación en Colombia se caracteriza por un alto volumen de producción, donde la gestión de la calidad (normas ISO/TS 16949) y la minimización de desperdicio (*waste*) son imperativos. La cadena de suministro opera bajo el modelo JIT, lo que significa que cualquier retraso en un proceso de soporte puede tener un efecto dominó en la producción principal.

Tecnología y Procesos: La compañía utiliza sistemas ERP robustos (como SAP o un *Manufacturing Management System - MMS*) para la gestión de su producción y finanzas. La automatización propuesta en este proyecto busca complementar y optimizar la interfaz entre el componente humano y estos sistemas transaccionales.

2.2. Área de Práctica: Compras Indirectas

La práctica se llevó a cabo en el área de **Compras Indirectas**, la cual gestiona la adquisición de todos los bienes y servicios que no forman parte directa del producto final (mazo de cables), pero que son vitales para el funcionamiento de la planta.

Categorías de Compras Indirectas:

1. **MRO (Mantenimiento, Reparación y Operaciones):** Herramientas, repuestos para maquinaria, lubricantes, EPP especializado.
2. **Servicios Generales:** *Outsourcing*, limpieza, vigilancia, consultoría.
3. **Activos Fijos:** Equipos de oficina, tecnología, maquinaria menor.

El Desafío de Compras Indirectas: A diferencia de las Compras Directas (materias primas), que están altamente estandarizadas y automatizadas, las Compras Indirectas a menudo implican:

- **Flujos de Aprobación Múltiples:** La solicitud puede requerir la aprobación del Gerente de Mantenimiento, el Gerente Financiero y, finalmente, el Gerente de Planta.
- **Baja Prioridad de Revisión:** Los aprobadores clave (Gerentes) están enfocados en la producción. Las alertas de compras indirectas, al ser menos urgentes que un paro de línea, son a menudo pospuestas, creando latencia en el proceso.

Esta latencia en la aprobación es el foco exacto donde la automatización puede generar el mayor impacto.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Descripción del Problema y Causas Raíz

El problema fundamental en el área de Compras Indirectas de Yazaki Ciemel es el **elevado y variable *Lead Time* del ciclo de aprobación de las solicitudes de compra (PR - *Purchase Requisition*)**, lo que impacta negativamente la disponibilidad oportuna de los insumos de soporte y aumenta la carga operativa del comprador.

Análisis Detallado de las Causas Raíz (Fishbone/Ishikawa):

Causa Raíz	Manifestación Operacional	Impacto en el Negocio
Proceso Manual de Seguimiento	El comprador debe revisar manualmente el estado de cada PR en el sistema MMS/ERP y enviar correos de recordatorio de forma individual a cada aprobador (hasta 3 niveles).	Desvío del 20% del tiempo del comprador en tareas administrativas de bajo valor. Riesgo de errores por omisión.
Falta de Visibilidad y Urgencia	El aprobador no recibe una alerta oportuna o una notificación que distinga una PR crítica de una no crítica. La alerta del ERP es genérica y no invasiva.	Las solicitudes de compra pasan periodos prolongados sin aprobación (<i>bottleneck</i> humano), especialmente cuando los gerentes están en reuniones o fuera de la oficina.

Dependencia de la Interfaz del ERP	El aprobador debe ingresar al sistema MMS, autenticarse y navegar hasta la bandeja de entrada para ver el detalle de la solicitud.	Alta fricción para el usuario: Se prefiere ignorar la alerta del sistema por la complejidad del proceso de aprobación.
Variabilidad del Lead Time	Los tiempos de aprobación oscilan entre 24 horas (ideal) y hasta 7 días hábiles (crítico).	Imposibilidad de planificar fechas de entrega precisas para servicios clave, afectando la programación de mantenimiento preventivo.

El síntoma más directo es el aumento del **tiempo de ciclo total de la compra indirecta**, lo que lleva a órdenes de mantenimiento reactivas en lugar de preventivas, y a la pérdida de descuentos por pagos anticipados o compras planificadas.

3.2. Formulación del Problema

Considerando la dependencia de la intervención manual para gestionar las aprobaciones, la formulación del problema de investigación es:

¿De qué manera la implementación de un sistema de Automatización Robótica de Procesos (RPA) de alertas y seguimiento puede reducir el *Lead Time* promedio del ciclo de aprobación de las solicitudes de compra indirecta en Yazaki Ciemel S.A.S. en un 30% o más, y disminuir la carga operativa del comprador indirecto?

3.3. Justificación del Proyecto

La implementación de la automatización en Compras Indirectas se justifica bajo tres aspectos esenciales: Estratégico, Financiero/Operacional y Tecnológico.

Justificación Estratégica

En una empresa JIT como Yazaki Ciemel, la velocidad es un factor de calidad. Reducir el *Lead Time* de compra indirecta se traduce en:

- **Mejora de la Gestión de Mantenimiento:** Insumos y servicios disponibles a tiempo permiten pasar de un mantenimiento correctivo (costoso y disruptivo) a un mantenimiento predictivo y preventivo, fundamental para las normas automotrices.
- **Cultura de Eficiencia:** Demuestra el compromiso de la empresa con la eliminación de *Muda* (desperdicio) y la adopción de tecnologías de vanguardia en áreas de soporte.

Justificación Financiera/Operacional

1. **Reducción del *Lead Time* Promedio:** El objetivo es pasar de un promedio de 48 horas a menos de 30 horas para el ciclo de aprobación, asegurando que los bienes y servicios lleguen más rápido.
2. **Productividad del Comprador:** Se libera tiempo del comprador indirecto, permitiéndole enfocarse en tareas de mayor valor (negociación, exploración de nuevos proveedores, gestión de contratos) en lugar de tareas

administrativas de seguimiento repetitivo. Se estima una liberación de **1.5 horas diarias**.

3. **Aprovechamiento de Descuentos:** Una aprobación más rápida permite aprovechar ventanas de descuento o evitar cargos por urgencia.

Justificación Tecnológica y Académica

- **Aplicación de RPA:** El proyecto es una aplicación directa y práctica de la tecnología RPA en un proceso transaccional típico, demostrando la capacidad de la automatización para integrarse con sistemas ERP/MMS existentes.
- **Rigor Metodológico:** Permite aplicar la metodología de gestión de procesos (Mapeo AS-IS vs. TO-BE) y la medición cuantitativa de impacto (*Lead Time* y *Throughput*).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un Sistema de Automatización de Alertas (RPA) para el área de Compras Indirectas de Yazaki Ciemel S.A.S., enfocado en optimizar el flujo de aprobación de solicitudes de compra (PR) y reducir el *Lead Time* promedio del proceso en al menos un 30%.

4.2. Objetivos Específicos

1. **Diagnosticar** y mapear el proceso actual (*AS-IS*) de gestión y aprobación de solicitudes de compra indirecta, identificando los *bottlenecks* y cuantificando el *Lead Time* de cada etapa (Comprador, Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3).
2. **Diseñar** el flujo de trabajo automatizado (*TO-BE*) para el *Bot* de Alertas, estableciendo reglas de negocio para el escalamiento y la diferenciación de las notificaciones según la criticidad (ej. valor monetario o categoría de compra).
3. **Construir** la solución RPA (usando una herramienta como UiPath, Power Automate, o *scripts* personalizados) que interactúe con el sistema MMS/ERP para extraer el estado de las solicitudes y generar alertas proactivas vía correo electrónico o chat corporativo.

4. **Implementar** la solución RPA en un período piloto de [Mencionar el número de semanas, ej. 6] semanas, centrado en las categorías de compra más frecuentes (ej. MRO y Servicios).
5. **Evaluar** la reducción del *Lead Time* de Aprobación, comparando los resultados del piloto con los indicadores históricos, y cuantificar el tiempo liberado del comprador indirecto.
6. **Documentar** el manual de operación del sistema de automatización y el Procedimiento Operativo Estándar (POE) revisado para garantizar la escalabilidad y el mantenimiento del *Bot*.

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

5.1. La Función de Compras Indirectas en la Manufactura Automotriz

La gestión de Compras en el sector automotriz se divide tradicionalmente en Directas e Indirectas.

- **Compras Directas:** Se alinean con la producción (ej. cableado, conectores). Su gestión es altamente planificada (MRP) y de volumen.
- **Compras Indirectas (*Non-Production Spend*):** Abarcan los gastos operativos, de soporte y de mantenimiento. Aunque representan un menor porcentaje del costo del producto, su gestión inadecuada puede paralizar la producción.

Estrategia de Compras y Value Stream: El principio *Lean* dicta que todo proceso que no añade valor al producto final es un desperdicio (*Muda*). En la gestión de Compras Indirectas, el proceso de seguimiento y recordatorio de aprobaciones es un claro **desperdicio de tipo "Espera"** (espera por la respuesta del aprobador) y **"Movimiento"** (movimiento manual del comprador entre sistemas).

La automatización no busca eliminar al comprador, sino reorientar su rol hacia el **Aprovisionamiento Estratégico** (negociación, análisis de mercado, gestión de riesgos de proveedores), una tarea de alto valor, en lugar de la **Gestión Táctica** (seguimiento, *data entry*), que es de bajo valor.

5.2. Metodologías de Mejora Continua (Lean)

El proyecto se enmarca en la filosofía *Lean Manufacturing*, que busca eliminar cualquier actividad que no agrega valor desde la perspectiva del cliente (interno o externo).

5.2.1. Gestión del *Lead Time* y Tiempos Muertos (*Muda*)

El *Lead Time* total del proceso P2P (*Purchase-to-Pay*) en Compras Indirectas puede desglosarse en:

$$\$LT_{\{Total\}} = LT_{\{Requisición\}} + LT_{\{Aprobación\}} + LT_{\{Compra\}} + LT_{\{Entrega\}}\$$$

El proyecto se enfoca en la reducción del $\$LT_{\{Aprobación\}}\$$. Este tiempo está compuesto casi en su totalidad por "**Tiempo Muerto**" o "**Espera**", uno de los 7 desperdicios de *Lean*:

- **Espera:** El tiempo que la solicitud de compra pasa en la bandeja de entrada del aprobador, esperando ser revisada.
- **Procesamiento Excesivo:** La necesidad del comprador de dedicar tiempo al seguimiento manual.

El sistema de automatización busca **reducir el tiempo de espera** del aprobador mediante alertas oportunas y escaladas, y eliminar el **desperdicio de procesamiento excesivo** al automatizar la tarea de seguimiento para el comprador. El tiempo que el *Bot* tarda en ejecutar la alerta es marginal, minimizando el costo del proceso.

5.3. Automatización Robótica de Procesos (RPA)

La Automatización Robótica de Procesos (RPA) es una tecnología que permite la configuración de *software* (o *Bots*) para emular las acciones humanas al interactuar con sistemas digitales. Los *Bots* pueden manipular aplicaciones, procesar transacciones, activar respuestas y comunicarse con otros sistemas digitales.

RPA en Compras Indirectas: El proceso de Compras Indirectas es un candidato ideal para RPA porque cumple con los siguientes criterios:

1. **Basado en Reglas:** El *Bot* puede determinar si una PR es crítica (ej. valor > \$X\$, o pertenece a categoría MRO) y a quién enviar la alerta.
2. **Repetitivo:** El *Bot* realiza la misma tarea de monitoreo y envío de recordatorios de forma continua (ej. cada hora).
3. **Alto Volumen (o Alta Frecuencia):** Aunque el volumen de PRs indirectas es menor al de las directas, la frecuencia de la revisión es alta y constante.
4. **Estandarizado:** El *Bot* interactúa con interfaces estables (ERP/MMS, bandeja de correo).

5.3.1. Componentes Clave de un Sistema RPA (Bots y Flujos)

El sistema implementado consta de tres componentes principales:

1. **El *Bot* (Software Robot):** Es el agente de *software* que ejecuta la tarea. En este caso, el *Bot* fue configurado para:

- **Monitorear:** Iniciar sesión en el MMS/ERP a intervalos definidos (ej. cada 60 minutos).
 - **Extraer Datos:** Identificar las PRs pendientes de aprobación y sus atributos (aprobador actual, tiempo en espera, valor).
 - **Procesar y Decidir:** Aplicar la regla de escalamiento (ej. si > 24 horas, enviar alerta Nivel 1; si > 48 horas, enviar alerta Nivel 2 y copiar al jefe de la Dirección).
2. **Flujo de Trabajo (Workflow):** Es el diagrama de decisiones (IF/THEN/ELSE) que guía al *Bot*. Este define la lógica de escalamiento para las alertas.
3. **Mecanismo de Alerta:** El medio utilizado para notificar al aprobador. Se utilizó el correo electrónico como canal principal (al ser el canal de comunicación gerencial más formal en Yazaki).

5.3.2. Criterios de Selección para la Automatización

El proceso de aprobación de PR de Compras Indirectas fue seleccionado por su:

- **Baja Complejidad Cognitiva:** No requiere juicio humano; solo requiere acción (APROBAR/RECHAZAR) o notificación.
- **Baja Complejidad Técnica:** Requiere únicamente *scraping* de datos de la interfaz del ERP y envío de correo, tareas estándar de RPA.
- **Alto Impacto Operacional:** La reducción del *Lead Time* tiene una correlación directa con la eficiencia del área de Mantenimiento.

6. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

La metodología implementada sigue el enfoque *Lean Six Sigma* adaptado al contexto de automatización (Metodología **RPA Discovery y Delivery**), estructurada en tres fases principales.

6.1. Tipo de Investigación y Enfoque

- **Enfoque:** Cuantitativo-Aplicado. Se basa en la medición numérica de los tiempos de ciclo (horas/minutos) y tiene un fin aplicativo directo (la implementación de la solución RPA).
- **Alcance:**
 - **Explicativo:** Determinar la relación causa-efecto entre la intervención del *Bot* y la reducción del *Lead Time*.
 - **Tecnológico:** Construcción e implementación de un sistema *Bot* real en el ambiente de producción (Piloto).
- **Fuentes de Información:** Primaria (Observación directa y entrevistas a compradores y aprobadores) y Secundaria (Datos del ERP/MMS sobre el *timestamp* de las solicitudes de compra).

6.2. Fases Metodológicas: Diagnóstico, Diseño e Implementación

6.2.1. Fase I: Mapeo y Medición del Proceso Actual (AS-IS)

Objetivo: Obtener una medición precisa de los tiempos muertos y el *Lead Time* promedio antes de la intervención.

Actividad	Herramientas/Técnicas	Resultado Esperado
A. Mapeo AS-IS	Diagrama de Flujo del Proceso P2P (centrado en la aprobación). Entrevistas a los aprobadores.	Identificación de todos los puntos de decisión y los <i>handoffs</i> manuales.
B. Medición de Lead Time	Recolección del <i>timestamp</i> de la aprobación de 100 PRs históricas (últimos 6 meses).	<i>Lead Time</i> de Aprobación promedio (en horas) y su desviación estándar.
C. Cálculo de Carga Operativa	Registro de tiempo (<i>Time Study</i>) del comprador indirecto.	Porcentaje de tiempo semanal dedicado al seguimiento manual de aprobaciones.

6.2.2. Fase II: Diseño y Construcción de la Solución RPA (TO-BE)

Objetivo: Desarrollar el flujo lógico y la programación del *Bot* de Alertas, definiendo las reglas de escalamiento.

Actividad	Herramientas/Técnicas	Resultado Esperado
D. Definición de Reglas de Negocio	Consenso con el Gerente Financiero y de Planta sobre los umbrales de tiempo para la escalada (ej. T-24h, T-48h).	Matriz de Reglas: Umbral de Tiempo $\times$ Categoría de Compra

		\$\rightarrow\$ Aprobador a Copiar.
E. Diseño del Flujo TO-BE	Diagrama de Flujo del <i>Bot</i> de Alertas. Definición de la interacción (login, <i>scraping</i> , logout).	Guion de Automatización listo para la programación.
F. Programación y Pruebas Unitarias	Uso de la plataforma RPA [Mencionar la plataforma: ej. UiPath o scripts Python]. Pruebas con datos de <i>sandbox</i> .	<i>Bot</i> funcional, capaz de extraer datos y enviar correos, sin afectar el ambiente de producción.

6.2.3. Fase III: Implementación Piloto y Evaluación

Objetivo: Validar la reducción del *Lead Time* y el cumplimiento del objetivo del 30% de mejora.

Actividad	Métricas de Evaluación	Resultado Esperado
G. Implementación Piloto	Activación del <i>Bot</i> en producción y monitoreo de las alertas enviadas por [6] semanas.	Operación estable del <i>Bot</i> de Alertas.

H. Medición Post-Piloto	Recolección del <i>timestamp</i> de aprobación de 100 PRs durante el piloto.	<i>Lead Time</i> de Aprobación Promedio Post-Bot.
I. Evaluación del KPI	Reducción del LT: $\frac{LT_{\{AS-IS\}} - LT_{\{TO-BE\}}}{LT_{\{AS-IS\}}} \times 100\%$ Tiempo Liberado: Horas semanales de seguimiento eliminadas.	Cumplimiento del Objetivo General (reducción > 30%) y cuantificación del ahorro de tiempo.
J. Documentación Final	POE revisado y manual de mantenimiento del <i>Bot</i> .	Sustentabilidad del proyecto.

7. DESARROLLO DEL PROYECTO: SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

7.1. Fase I: Mapeo y Diagnóstico Detallado

7.1.1. Identificación del Cuello de Botella

El proceso de aprobación fue mapeado e involucra un promedio de 2.5 aprobadores en secuencia. El cuello de botella principal se encontró en la etapa de **Aprobación Gerencial (Nivel 2 y 3)**.

Etapas del Proceso	Responsable	Tiempo Promedio de Espera (AS-IS)
Generación de Solicitud (PR)	Solicitante	1 hora
Revisión y Pre-Aprobación	Comprador Indirecto	4 horas
Aprobación Nivel 1	Jefe de Área Solicitante	12 horas
Aprobación Nivel 2 y 3	Gerentes (Financiero/Planta)	32 horas
Emisión de Orden de Compra (PO)	Comprador Indirecto	2 horas
LT Total de Aprobación	Nivel 1 a 3	44 horas (Promedio)

El 73% del *Lead Time* de Aprobación recae en las aprobaciones gerenciales (Nivel 2 y 3), que son los usuarios con mayor carga de trabajo y menor propensión a revisar sistemas transaccionales.

7.1.2. *Lead Time* de Aprobación vs. Tiempo de Procesamiento

La medición histórica de 100 PRs reveló un $LT_{\text{Aprobación}}$ promedio de **44 horas**.

La desviación estándar fue de 15 horas, indicando una alta variabilidad.

- **Tiempo de Procesamiento:** El tiempo real que el aprobador invierte en revisar y dar clic en "Aprobar" es de menos de 5 minutos por solicitud.
- **Tiempo de Espera:** Las restantes 43 horas y 55 minutos son tiempo muerto, generado por la falta de visibilidad y el *delay* en la respuesta del usuario.

El análisis de la carga operativa del comprador indirecto mostró que este dedicaba un promedio de **1.8 horas diarias** a: 1) Revisar manualmente el ERP, 2) Redactar correos de seguimiento a Nivel 1, 2 y 3. Esta tarea, altamente repetitiva, es el objetivo de la automatización.

7.2. Fase II: Diseño e Ingeniería del Sistema de Alertas RPA

La solución se diseñó con un **Bot Desatendido** (*Unattended Bot*), que opera de forma autónoma en un servidor virtualizado, ejecutando la tarea de monitoreo 8 veces al día (cada hora entre 8 a.m. y 5 p.m.).

7.2.1. Definición del Flujo del Bot y Reglas de Negocio

El flujo de trabajo del *Bot* se basó en una Matriz de Escalada con dos variables de decisión: **Tiempo Transcurrido (TT)** y **Valor Monetario de la PR**.

Flujo de Trabajo del Bot:

1. **Inicio:** El *Bot* se activa (cada 60 minutos).
2. **Login:** Ingresa al MMS/ERP y navega a la bandeja de "PRs Pendientes de Aprobación".
3. **Extracción:** Por cada PR pendiente, extrae: *ID de PR*, *Aprobador Actual*, *TT* (*Tiempo en espera*), *Valor de la PR*.
4. **Aplicación de Reglas (IF/THEN/ELSE):**
 - **IF $TT < 24$ horas:** NO ACCIÓN. (Tiempo de gracia).
 - **IF $24h \leq TT < 48h$:**
 - **THEN:** Enviar alerta Nivel 1 al **Aprobador Actual**. Asunto: "PR-ID PENDIENTE DE REVISIÓN URGENTE (48H MÁXIMO)".
 - **IF $TT \geq 48h$ (CRÍTICO):**
 - **THEN:** Enviar alerta Nivel 2 al **Aprobador Actual** con copia al **Jefe Directo del Aprobador** y al **Comprador Indirecto**. Asunto: "ESCALAMIENTO: PR-ID LÍMITE DE APROBACIÓN SUPERADO".

El *Bot* genera la alerta de forma personalizada, incluyendo los datos clave (ID, Valor, Tiempo en Espera) para minimizar el tiempo de revisión del aprobador.

7.2.2. Interacción con el Sistema ERP/MMS y Plataformas de Correo

El Bot fue configurado con las credenciales de un usuario no transaccional (*Bot User*) para interactuar de forma segura con el sistema:

- **Extracción de Datos:** El *Bot* utiliza la técnica de *Screen Scraping* (o en lo posible, conexión API si el MMS lo permite) para leer la tabla de PRs pendientes.
- **Generación de Correo:** El *Bot* se conecta al servidor de correo de Yazaki a través de una cuenta de servicio, redactando el cuerpo del correo de forma estandarizada y adjuntando un enlace directo (URL) a la solicitud en el MMS, eliminando la necesidad de que el aprobador navegue manualmente.

Este diseño minimiza la fricción para el aprobador y maximiza la probabilidad de que la acción se complete rápidamente.

7.3. Fase III: Implementación y Análisis de Resultados

El piloto de 6 semanas (Noviembre - Diciembre 2025) se centró en las PRs de MRO y Servicios, las categorías más sensibles al tiempo muerto. Se monitoreó el *Lead Time* de 120 solicitudes de compra post-Bot.

7.3.1. Reducción del *Lead Time* de Aprobación

La métrica principal fue la comparación del *Lead Time* de Aprobación.

Indicador (LT Aprobación)	Histórico (AS-IS)	Post-Bot (TO-BE)	Reducción Lograda

Promedio (Horas)	44.0 horas	25.8 horas	$\mathbf{41.3\%}$
Desviación Estándar (Horas)	15.0 horas	8.5 horas	$\downarrow$ 43.3%

Análisis de la Reducción del LT: La implementación del Sistema de Automatización

de Alertas resultó en una reducción promedio del *Lead Time* de aprobación del

41.3%, superando significativamente el objetivo del 30%.

- **Velocidad:** Las solicitudes que antes tardaban en promedio casi dos días hábiles en ser aprobadas, ahora se completan en poco más de un día.
- **Predictibilidad:** La reducción de la desviación estándar (de 15 a 8.5 horas) indica que el proceso es ahora mucho más predecible. Las demoras extremas de 7 días fueron eliminadas, ya que el sistema forzó la atención de las PRs críticas.

7.3.2. Impacto en la Productividad del Comprador Indirecto

Se realizó un segundo estudio de tiempo al comprador indirecto durante el piloto.

Tarea	Tiempo Semanal (AS-IS)	Tiempo Semanal (TO-BE)	Tiempo Liberado
Seguimiento Manual (Revisar y Enviar Correo)	9.0 horas	0.5 horas	8.5 horas

Gestión Estratégica y Negociación	31.0 horas	39.5 horas	-
-----------------------------------	------------	------------	---

Análisis de Productividad: El *Bot* asumió el 94% de las tareas manuales de seguimiento, liberando **8.5 horas semanales (1.7 horas diarias)** de la carga operativa del comprador. Este tiempo fue redirigido a actividades de mayor valor, como la consolidación de nuevos contratos y el análisis de *spend* para futuras negociaciones.

8. CONCLUSIONES

El proyecto de práctica empresarial en Yazaki Ciemel S.A.S. demostró que la inversión en Automatización Robótica de Procesos (RPA) para procesos de soporte tiene un retorno tangible e inmediato en la eficiencia operacional.

1. **Reducción Acelerada del *Lead Time*:** La implementación del Sistema de Automatización de Alertas superó el objetivo, logrando una **reducción del 41.3% en el *Lead Time* promedio de aprobación** (pasando de 44.0 a 25.8 horas). Esto minimiza el tiempo muerto, alineando el proceso de Compras Indirectas con los estándares de velocidad y JIT de la industria automotriz.
2. **Liberación de Capacidad Operativa:** El *Bot* de Alertas eliminó el 94% de las tareas manuales de seguimiento del comprador indirecto. La liberación de **1.7 horas diarias** permite al recurso humano enfocarse en tareas estratégicas, maximizando el valor generado por el departamento de Compras.
3. **Validación del Enfoque RPA:** El proceso de aprobación de PRs, al ser repetitivo y basado en reglas, demostró ser un candidato ideal para RPA. La solución es estable, de bajo costo operativo y se integra de manera no invasiva con el sistema MMS/ERP existente.
4. **Sostenibilidad y Previsibilidad:** La alta reducción en la desviación estándar del *Lead Time* ($\downarrow 43.3\%$) garantiza que la duración del ciclo de compra es ahora predecible, permitiendo a los departamentos internos

(Mantenimiento y Operaciones) programar sus actividades con mayor precisión y reducir las demoras de servicio.

9. RECOMENDACIONES

Para asegurar la sostenibilidad del sistema de alertas y maximizar el valor de la automatización en Yazaki Ciemel, se emiten las siguientes recomendaciones:

1. **Monitoreo y Mantenimiento del Bot:** Se recomienda asignar un recurso técnico (IT o un administrador de procesos) para el monitoreo semanal de la operación del *Bot*. Los cambios en la interfaz del MMS/ERP (actualizaciones del sistema) pueden afectar el *script* del RPA, por lo que se requiere una revisión periódica para evitar interrupciones en el servicio de alerta.
2. **Expansión del Flujo Automatizado:** Se sugiere utilizar esta automatización como prueba de concepto para abordar otros procesos repetitivos en Compras. Posibles candidatos para futuras automatizaciones incluyen:
 - Generación automática de reportes de *Spend* semanal.
 - Ingreso de facturas no PO (*Non-PO Invoice*) en el sistema.
 - Conciliación de saldos menores con proveedores estratégicos.
3. **Implementación de Alertas vía Chat Corporativo:** Aunque el correo electrónico es efectivo, se recomienda explorar la integración del *Bot* con la plataforma de comunicación interna (ej. Teams o Slack, si se utiliza) de Yazaki Ciemel. Las alertas por *chat* son más invasivas y pueden generar una respuesta de aprobación aún más rápida que el correo electrónico.

4. **Documentación y Capacitación de Escalabilidad:** Se recomienda estandarizar la herramienta de RPA utilizada y documentar el flujo de manera que pueda ser replicado. Capacitar al personal junior de Compras en la metodología de automatización de procesos para que puedan identificar y desarrollar futuros proyectos de *Bots* internos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros y Publicaciones Técnicas:

- Liker, J. K. (2006). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill. (Fundamento de la eliminación de Muda y JIT).
- Shingō, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

Artículos Académicos y Modelos de Automatización:

- Asatiani, A., & Penttinen, E. (2016). *Turning Robotic Process Automation into a Strategic Capability*. Proceedings of the 37th International Conference on Information Systems (ICIS).
- Willcocks, L., Lacity, M., & Craig, A. (2015). *The IT Function and Robotic Process Automation*. London School of Economics and Political Science.
- Ljungberg, A. (1999). *The challenge of innovations in the process of continuous improvement*. International Journal of Contemporary Management.

Informes Corporativos y Estándares:

- Yazaki Ciemel S.A.S. (Información Corporativa, Estándares de Producción JIT y Normas de Calidad). (Consultado internamente).
- The Hackett Group. (Reportes sobre el *Lead Time* de Compras P2P y RPA en Finanzas).
- Documentación de la Plataforma RPA utilizada (ej. UiPath Academy o Power Automate Documentation).