ULACIT
UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
COSTA RICA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES
SEMINARIO DE GRADUACIÓN

PAPER DE RENDIMIENTO 02

Entregar a la primera: estandarización del proceso de última milla en SGL Box

Cómo un análisis DMAIC sobre una operación de seis personas convierte un problema que nadie medía en un proceso con controles preventivos, un indicador rector y un sistema que transforma cada incidencia en dato.

2,4×	16 de 18	−30 %	80 → 94 %
Tiempo de una entrega fallida frente a una exitosa	Propuestas integradas al proceso TO BE	Meta SMART de entregas fallidas en 4 meses	Entregas al primer intento (escenario ilustrativo)

Esteban Monge Rojas

Proyecto base: *Gestión de Operaciones*, II C 2026 · Prof. Marlon Hernández
Equipo original: Esteban Monge Rojas, Jean Carlo Sánchez Rodríguez, Jimena Apuy Piche, Julián González Simeone, Keneth Segura Álvarez y Santiago Escudé Fernández

III Cuatrimestre 2026
San José, Costa Rica

PAPER DE RENDIMIENTO 02 · GESTIÓN DE OPERACIONES

Entregar a la primera: estandarización del proceso de última milla en SGL Box

Un paquete que no se entrega en el primer intento no cuesta el doble: cuesta 2,4 veces. Regresa a la bodega, alguien revisa por qué falló, se vuelve a contactar al cliente y un chofer recorre otra vez la misma ruta. En SGL Box, un courier de Tibás que opera con seis personas, ese ciclo se repetía a diario sin que nadie supiera cuántas veces ocurría ni por qué.

RESUMEN

Objetivo. Reducir al menos 30 % las entregas fallidas de SGL Box en cuatro meses, estandarizando el proceso de entrega de paquetes.

Método. Ciclo DMAIC: análisis 5W2H, mapeo AS IS de 26 pasos en AuraQuantic, levantamiento de tiempos por actividad, diagrama de Ishikawa, priorización de 18 propuestas con una matriz esfuerzo–beneficio y diseño del proceso TO BE con su plan de control.

Resultados. Una entrega fallida consume 36 minutos frente a 15 de una exitosa (2,4 veces); las cinco causas raíz son internas y 16 de las 18 mejoras se integraron sin inversión tecnológica. En un escenario ilustrativo de 50 clientes, la tasa de entrega al primer intento (FADR) pasaría de 80 % a 94 % y se recuperarían unos 147 minutos por ruta.

Conclusión. La eficiencia se gana evitando la entrega fallida, no acelerando la exitosa. El rediseño es rentable en tiempo mientras los nuevos controles añadan menos de 1,3 minutos por entrega; un piloto debe establecer la primera línea base real.

PALABRAS CLAVE última milla · entregas fallidas · DMAIC · estandarización · matriz esfuerzo–beneficio · First Attempt Delivery Rate

Convención del documento: LEVANTADO dato obtenido del proceso actual · PROYECTADO escenario o meta que requiere validación.

01 UN PROBLEMA DIARIO QUE NADIE MEDÍA

SGL Box ofrece casillero virtual e importación de paquetes desde 2019 y distribuye a domicilio con tres choferes, dos colaboradores de bodega, personal administrativo y un gerente-propietario que todavía supervisa la operación diaria. Su crecimiento no vino acompañado de procesos formales: la entrega dependía del conocimiento tácito de cada chofer, el contacto con el cliente ocurría apenas dos minutos antes de llegar y cada incidencia se resolvía a criterio de quien la enfrentaba. El análisis 5W2H dejó claro el punto de partida: **las entregas fallidas eran recurrentes, pero la empresa no contaba con un porcentaje de fallas ni con una cuantificación de su costo.** El objetivo fijado fue reducirlas al menos un 30 % en cuatro meses, estandarizando las condiciones de entrega, la calidad de la información del cliente y los lineamientos operativos.

02 QUÉ DICE LA LITERATURA

La literatura de última milla coincide en que la entrega fallida es uno de sus mayores costos ocultos. Gevaers et al. (2011) describen la última milla como el tramo más costoso e ineficiente de la cadena de suministro, en buena parte por las entregas que no se concretan porque el destinatario no está. Song et al. (2009) cuantificaron el efecto en el Reino Unido: los reintentos y los viajes del cliente al depósito elevan los costos de transporte, al punto de que una red de puntos de recolección se vuelve rentable cuando más del 20 % de las primeras entregas fallan, justo el nivel supuesto en el escenario de este proyecto. Florio et al. (2018) formalizan la tasa de acierto (*hit rate*), la proporción de entregas exitosas al primer intento, como objetivo de optimización, y Boyer et al. (2009) muestran que la densidad de clientes y las ventanas de entrega determinan la eficiencia de las rutas. Este trabajo adopta esa lógica —medir el éxito por el FADR y atacar la falla antes de salir a ruta— con el ciclo DMAIC como estructura (Pyzdek y Keller, 2018).

Ante la falta de registros históricos, la fase Medir se apoyó en lo que sí podía observarse: el proceso se mapeó en 26 pasos, se modeló en AuraQuantic y se estimó la duración de cada actividad LEVANTADO.

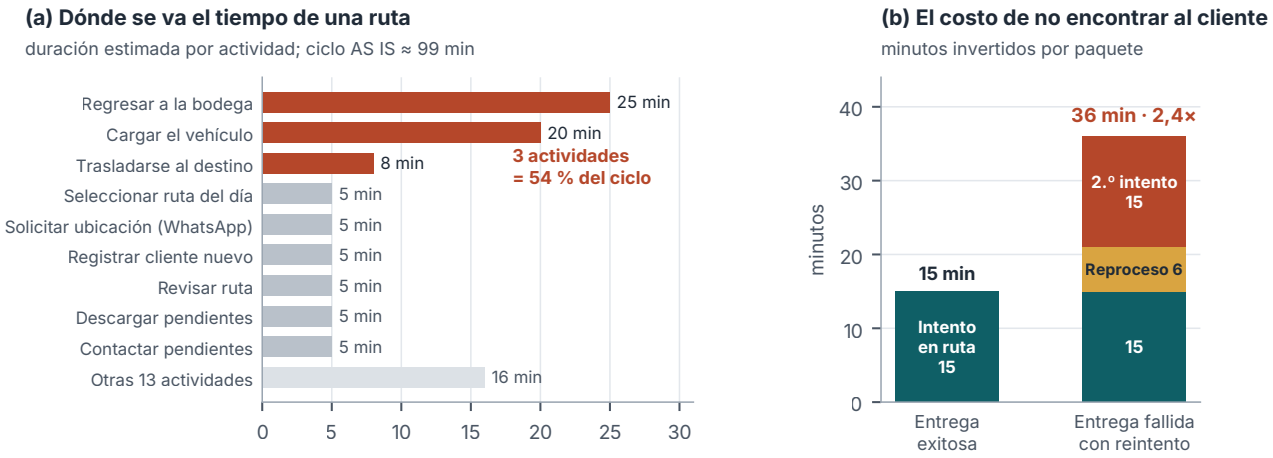


Figura 1. (a) Regresar a la bodega, cargar el vehículo y trasladarse al destino concentran el 54 % de un ciclo de aproximadamente 99 minutos. (b) Una entrega fallida suma 6 minutos de reproceso administrativo y 15 de un segundo intento, hasta 36 minutos. LEVANTADO Fuente: levantamiento de tiempos del proceso AS IS (estimación por observación).

La Figura 1 explica dónde está realmente el costo. El panel (a) muestra que el ciclo depende de la logística de ruta: más de la mitad del tiempo se consume en desplazamientos y carga, actividades que Routal ya optimiza y que dejan poco margen de mejora. El panel (b) desplaza la atención hacia lo que sí puede controlarse: cada falla obliga a repetir justamente esas actividades costosas. La conclusión, coherente con Song et al. (2009), orienta todo el proyecto: **en SGL Box, la eficiencia no se gana acelerando la entrega exitosa, sino evitando la fallida.**

03 POR QUÉ FALLAN LAS ENTREGAS

El Ishikawa y la lluvia de ideas agruparon las causas en siete categorías: método, personas, información, tecnología, cliente, entorno y gestión. Al separar lo controlable de lo externo, el análisis aisló cinco causas raíz, todas de origen interno: no existe un procedimiento estandarizado de entrega; la información del cliente llega incompleta o incorrecta; las direcciones y los contactos no se validan antes de salir a ruta; la comunicación con el cliente es tardía y reactiva; y no hay protocolos para atender incidencias. El tráfico y el clima sí alargan las rutas (Boyer et al., 2009), pero no explican por qué un cliente no está o por qué una dirección no aparece. Este hallazgo tiene una implicación directa: **la mayor parte del problema era intervenible sin inversión tecnológica**, porque nacía de cómo se preparaba, comunicaba y cerraba cada entrega.

04 DE DIECIOCHO IDEAS A UN PROCESO REDISEÑADO

La lluvia de ideas, alimentada por la propia operación, produjo dieciocho propuestas antes, durante y después de la entrega. En lugar de implementarlas todas, se priorizaron con una matriz esfuerzo–beneficio en escala de 1 a 5 (Heizer et al., 2020).

La Figura 2 resume la lógica de la solución. El panel (a) muestra que el problema admitía una respuesta de bajo costo: diez *quick wins* y seis mejoras complementarias pueden aplicarse con las herramientas que la empresa ya tiene (Routal, WhatsApp y tabletas). Las dos propuestas de mayor esfuerzo quedan fuera de la primera ola, sin descartarse. El panel (b) dimensiona el cambio: aunque el proceso conserva su estructura de preparación, ejecución y cierre de ruta, el 76 % de los pasos se crea o se modifica. El TO BE se organizó en cuatro ejes, cada uno enlazado con una causa raíz (Tabla 1).

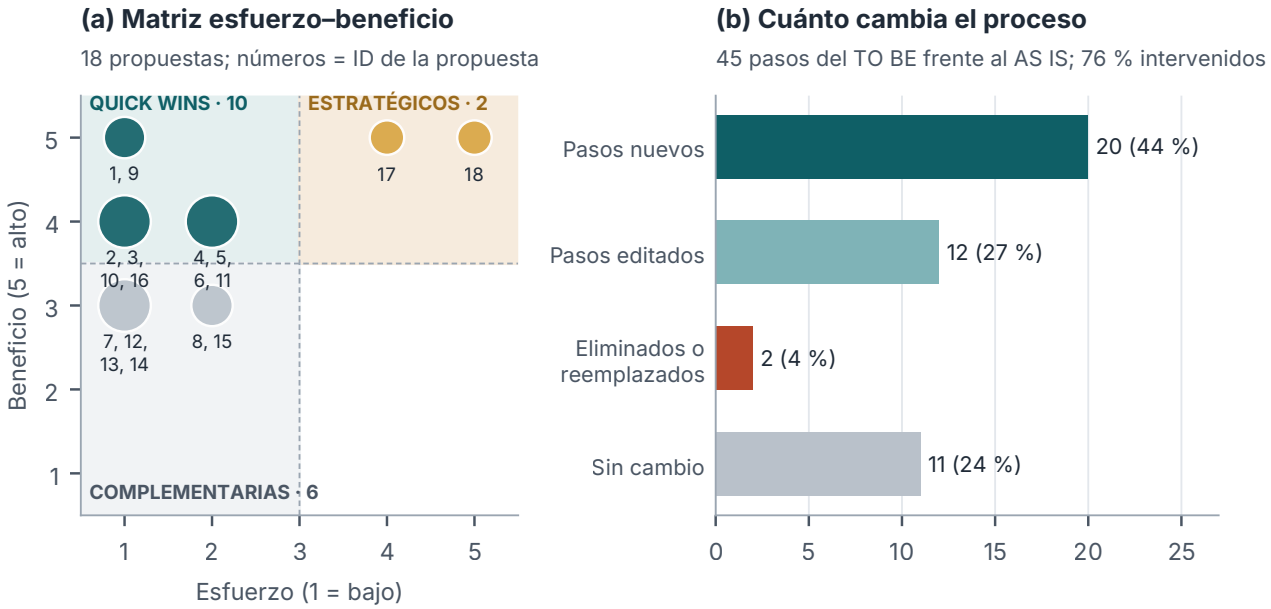


Figura 2. (a) Diez propuestas caen en el cuadrante de alto beneficio y bajo esfuerzo; solo la automatización de mensajes (17) y la integración con Routal (18) exigen inversión, por lo que se postergan como proyectos estratégicos. (b) El TO BE resultante interviene 34 de sus 45 pasos. Fuente: matriz de priorización y diagrama TO BE del proyecto.

Tabla 1. Ejes del proceso TO BE y causa raíz que atacan

Eje	Causa raíz	Controles incorporados
Control previo al despacho	Información incompleta; sin validación previa	Validar identificación (dos apellidos) y estado de cuenta; registrar quién retira paquetes de la pre-lista y por qué
Comunicación preventiva	Contacto tardío y reactivo	Aviso 10 minutos antes de llegar (antes eran 2); expectativa previa de estar atento al teléfono; cambios de ubicación con 48 h de anticipación
Entrega estandarizada	Sin procedimiento; variabilidad entre choferes	Tiempo máximo de espera; protocolo para accesos, zonas de riesgo, terceros y productos frágiles; firma en tableta y fotografía
Gestión de incidencias	Sin protocolo de incidencias	Motivo obligatorio de un catálogo cerrado; retornos con tracking y foto; cargo de ₡2 500 desde el tercer intento

El rediseño acepta una contrapartida deliberada: cada entrega exitosa suma algunos minutos por avisos, firma y fotografía. Esa inversión solo se justifica si evita suficientes ciclos de reentrega, y ahí está el criterio para evaluarla.

05 CÓMO SE MEDIRÁ EL BENEFICIO

El proyecto adoptó como indicador rector el **First Attempt Delivery Rate (FADR)**, equivalente a la tasa de acierto de Florio et al. (2018): paquetes entregados al primer intento sobre el total programado. Como no había línea base real, el beneficio se ilustró con una ruta hipotética de 50 clientes y 20 % de fallas PROYECTADO.

Tabla 2. Escenario ilustrativo por ruta de 50 clientes PROYECTADO

Indicador	AS IS → TO BE
Entregas exitosas al primer intento	**40 → 47**
FADR	**80 % → 94 %**
Paquetes con reproceso	**10 → 3 (−70 %)**
Minutos recuperados por ruta*	**≈ 147**
Tiempo extra tolerable por entrega*	**≤ 2,9 min**
Ídem, con la meta SMART (−30 %)*	**≤ 1,3 min**

* Cálculo propio a partir de los 21 minutos adicionales que genera cada falla (Figura 1b).

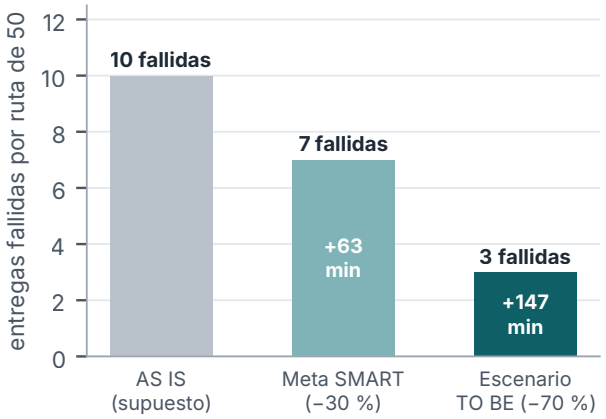


Figura 3. Fallas por ruta y minutos recuperados en cada escenario. Incluso la meta mínima libera cerca de una hora por ruta.

La lectura técnica más útil no es el salto de 80 % a 94 %, que es supuesto, sino el umbral que se deriva de los tiempos levantados. Cada falla evitada devuelve 21 minutos; si se cumple solo la meta SMART, se evitan tres fallas por ruta y se recuperan unos 63 minutos. Por lo tanto, **el TO BE es neto positivo mientras los nuevos controles añadan menos de 1,3 minutos por entrega**, un margen holgado para un mensaje, una firma y una fotografía. Con la reducción del escenario, el margen sube a 2,9 minutos. Así, la decisión deja de depender de un supuesto optimista y pasa a depender de una condición que el piloto puede verificar.

06 CONTROL: QUE CADA FALLA SE CONVIERTA EN DATO

La pieza central del control es un *tracker* de incidencias que obliga a registrar cada falla con uno de diez motivos estandarizados, guarda la evidencia y clasifica automáticamente a cada cliente por riesgo, la aplicación del cargo por reintento y las alertas internas. Con esos datos, el plan de control fija metas semanales (FADR $\geq$ 94 %, fallas $\leq$ 6 %, avisos previos $\geq$ 95 %, incidencias categorizadas al 100 %), un Pareto mensual de causas y una regla de reacción: si el FADR cae dos semanas seguidas o una causa supera el 30 % de las incidencias del mes, se revisa, se corrige y, si persiste, se escala a gerencia. El riesgo de regresión se mitiga haciendo obligatorios los campos críticos y documentando roles para que el sistema no dependa de la memoria de nadie.

> **Conclusión.** El valor del proyecto está en haber cambiado la pregunta. SGL Box no necesitaba entregas más rápidas, sino menos entregas repetidas, y la mayor parte de lo que las provocaba era interno, barato de corregir y tolerable en tiempo. El rediseño integra dieciséis mejoras de bajo esfuerzo sin tecnología nueva y deja instalado lo que la empresa no tenía: un indicador, un catálogo de causas y una rutina de revisión. Los resultados son, por ahora, potenciales. La recomendación inmediata es un piloto de cuatro semanas en una ruta para establecer la primera línea base real del FADR.

REFERENCIAS

Boyer, K. K., Prud'homme, A. M. y Chung, W. (2009). The last mile challenge: Evaluating the effects of customer density and delivery window patterns. *Journal of Business Logistics, 30*(1), 185–201.

Florio, A. M., Feillet, D. y Hartl, R. F. (2018). The delivery problem: Optimizing hit rates in e-commerce deliveries. *Transportation Research Part B: Methodological, 117*, 455–472. https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.09.011

Gevaers, R., Van de Voorde, E. y Vanelslander, T. (2011). Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context. En C. Macharis y S. Melo (Eds.), *City distribution and urban freight transport: Multiple perspectives*. Edward Elgar.

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

Pyzdek, T. y Keller, P. (2018). *The Six Sigma handbook* (5.ª ed.). McGraw-Hill.

Song, L., Cherrett, T., McLeod, F. y Guan, W. (2009). Addressing the last mile problem: Transport impacts of collection and delivery points. *Transportation Research Record, 2097*(1), 9–18. https://doi.org/10.3141/2097-02

SGL Box. (2026). *Servicios de courier y logística en Costa Rica*. https://www.sglcr.com/sglbox.php

Monge, E., Sánchez, J. C., Apuy, J., González, J., Segura, K. y Escudé, S. (2026). *Estandarización y optimización del proceso de entrega de paquetes para la reducción de entregas fallidas en SGL Box* [Proyecto final, Gestión de Operaciones]. ULACIT.