

DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL DE CONTROL Y TRAZABILIDAD DE
INVENTARIOS MEDIANTE LEAN MANUFACTURING Y HERRAMIENTAS
TECNOLÓGICAS EN LA EMPRESA SICET S.A.S



JORGE ESTEBAN MORENO SÁNCHEZ
JUAN DAVID HERNÁNDEZ LOAIZA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO

2026

DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL DE CONTROL Y TRAZABILIDAD DE
INVENTARIOS MEDIANTE LEAN MANUFACTURING Y HERRAMIENTAS
TECNOLÓGICAS EN LA EMPRESA SICET S.A.S

JORGE ESTEBAN MORENO SÁNCHEZ
JUAN DAVID HERNÁNDEZ LOAIZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Orden: Profesional

Modalidad: Curso o seminario de profundización

Asesor

Mg. JHON ALEXANDER GONZÁLEZ GARZÓN
Magister en Gerencia de Proyectos

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO

2026

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico General

P. Luis Antonio ALFONSO VARGAS, O. P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Juan Francisco CORREA HIGUERA, O. P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. Víctor Andrés RINCÓN GONZALEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial

Dedicatoria

Dedico este trabajo, con profundo amor y gratitud, a José Gustavo Moreno Ramírez, mi padre, por cada desvelo, por su sacrificio constante, su dedicación inquebrantable y su guía firme. Gracias por sus consejos, su apoyo incondicional, su calidez y su amor, y por ser, en todo sentido, el mejor padre que la vida pudo regalarme.

De igual manera, dedico este proyecto a Marinel Sánchez Guzmán, mi madre, por su cariño infinito, su atención permanente y su apoyo sincero, los cuales me han brindado la confianza y la fortaleza necesarias para continuar avanzando en cada etapa de este camino.

A Andrés Gustavo Moreno Rojas, mi hermano, le agradezco y dedico este logro por su orientación, sus consejos oportunos y su apoyo incondicional, que han sido fuente de luz y fortaleza en los momentos más desafiantes.

Así mismo, dedico este trabajo a Sebastián Gustavo Moreno Barón, mi hermano, por su respaldo económico en cada fase del proyecto, por su disposición para compartir conocimientos, herramientas y recursos, y por su capacidad para impulsarme a superarme constantemente con comprensión y exigencia.

Finalmente, dedico este proyecto a Valentina González Méndez, mi compañera de vida, por su apoyo incondicional en la búsqueda de mejores oportunidades, por ser luz en mis días más difíciles y por brindarme el acompañamiento emocional que hizo posible culminar este proceso.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado con el mayor amor, cariño, dedicación y fuerzas de mi corazón a mi madre Alba Nory Loaiza Cifuentes y a mi padre Alirio Hernández Avila. Gracias papás por todo el sacrificio que han realizado para brindarme las oportunidades que hoy tengo, gracias infinitas por todos esos días eternos de trabajo y esfuerzo para que mi hermana y yo pudiésemos salir adelante, gracias papá y mamá por ser siempre ese apoyo, soporte y motivo por el que me levanto todos los días con el objetivo de ser una mejor persona, un mejor estudiante e ingeniero, gracias por acompañarme en los momentos buenos y malos, gracias por siempre estar para mí a pesar de las dificultades, gracias por ser los mejores papás del mundo, gracias porque sin ustedes todo esto hubiese sido inalcanzable y gracias porque hoy soy lo que soy especialmente por ustedes. Dedico con todo mi corazón este trabajo de grado a mi madre y a mi padre por todo su sacrificio para brindarme las oportunidades que hoy tengo y por ser siempre ese apoyo, soporte y motivo por el que me levanto todos los días con el objetivo de ser una mejor persona, un mejor estudiante e ingeniero. Gracias por acompañarme en los momentos buenos y malos, gracias por siempre estar para mí a pesar de las dificultades, gracias por ser los mejores papás del mundo y gracias porque hoy soy lo que soy especialmente gracias a ustedes.

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
Planteamiento del caso	15
Marco de referencia	20
Preguntas de reflexión	28
Justificación	29
Objetivos.....	32
Marco Metodológico	33
Tipo de estudio.....	33
Diseño Metodológico	33
Población.....	34
Muestra.....	34
Técnicas de recolección de información	35
Instrumentos de recolección.....	36
Análisis cualitativo.....	36
Análisis cuantitativo.....	37
Integración de datos	37
Definir	37
Medir	43
Analizar	47
Mejorar	49
Controlar.....	66
Resultados Generales.....	69
Lecciones y recomendaciones	70
Bibliografía.....	72
Anexos	75

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1.	39
Mapa De Procesos - Gestión De Inventarios Sicet S.A.S.....	39
Figura 2.	40
Diagrama Swimlane - Gestión De Inventarios Sicet S.A.S.....	40
Figura 3.	41
Formato A3 - Proyecto Sicet S.A.S.	41
Figura 4.	42
As Is - Gestión De Inventarios Sicet S.A.S.	42
Figura 5.	43
To Be - Gestión De Inventarios Sicet S.A.S.....	43
Figura 6.	47
Diagrama De Pareto - Tiempo Promedio Por Acción Base (S).....	47
Figura 7.	48
Diagrama De Ishikawa Sicet S.A.S.	48
Figura 8.	50
Zona A Antes – Foto 1.....	50
Figura 9.	51
Zona A Antes – Foto 2.....	51
Figura 10.	51
Zona B Antes.	51
Figura 11.	52
Zona C Antes.	52
Figura 12.	52
Zona D Antes.	52
Figura 13.	53
Zona A Después – Foto 1.....	53
Figura 14.	54

Zona A Después – Foto 2.....	54
Figura 15.	54
Zona A Después - Foto 3.	54
Figura 16.	55
Zona B Después.	55
Figura 17.	55
Zona C Después.	55
Figura 18.	56
Zona D Después.	56
Figura 19.	58
Código De Programación En Visual Studio Code.	58
Figura 20.	58
Código Appscripts.	58
Figura 21.	60
Pantalla De Inicio Del Aplicativo.	60
Figura 22.	61
Pantalla De Control De Inventario.....	61
Figura 23.	62
Pantalla De Registros De Salidas.....	62
Figura 24.	63
Pantalla De Traspasos Activos.....	63
Figura 25.	64
Pantalla De Devolución De Los Activos.	64

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1.	40
Relación Herramientas Pérdidas - En Reclamación Sicet S.A.S.	40
Tabla 2.	44
Estudio De Tiempos 1 Sicet S.A.S.	44
Tabla 3.	44
Estudio De Tiempos 2 Sicet S.A.S.	44
Tabla 4.	44
Estudio De Tiempos 3 Sicet S.A.S.	44
Tabla 5.	45
Hoja De Verificación Sicet S.A.S.	45
Tabla 6.	46
Medidas Estadísticas Hoja De Verificación Sicet S.A.S.	46
Tabla 7.	65
Estudio De Tiempos - Post Implementación De Mejoras.	65

Tabla de Anexos

Pág.

Anexo 1. Manual De Uso Aplicación Sistema De Gestión De Bodega.	75
--	----

Resumen

La gestión del inventario de herramientas y equipos representa un factor crítico para las empresas de servicios de ingeniería, dado su impacto directo en la eficiencia operativa, los costos y la sostenibilidad organizacional. El presente trabajo expone un estudio de caso aplicado a SICET S.A.S., empresa ubicada en Bogotá D.C. que enfrenta pérdidas cuantificables en su inventario: seis herramientas extraviadas o en proceso de reclamo con un valor total de \$2.940.000, un tiempo promedio de búsqueda de herramientas de 399 s por ciclo con picos de hasta 803 s, y un proceso de devolución sin registro formal ni respaldo digital.

Para abordar esta problemática se desarrolla un estudio de caso de enfoque mixto, estructurado bajo la metodología Lean Six Sigma y el ciclo DMAIC. La recolección de datos se realizó mediante un estudio de tiempos formal de 45 ciclos observados, una entrevista al encargado de bodega y la revisión de las hojas de registro físicas de entrega de herramientas. El análisis cuantitativo (estadísticos descriptivos y diagrama de Pareto) establece que tres acciones concentran el 87% del tiempo operativo del proceso: Buscar herramienta/insumo (48%), Recepcionar solicitud (69% acumulado) y Reubicar herramienta/insumo (87% acumulado).

Con base en estos hallazgos, se diseña una solución integral que combina la redistribución física de la bodega bajo el modelo As Is - To Be con zonificación por tipo y rotación de elementos, la clasificación ABC y el método FIFO para el control y rotación del inventario, y el diseño de una aplicación web en HTML que permite registrar digitalmente la entrega, transferencia y devolución de herramientas con asignación nominal de responsabilidades por trabajador. El alcance del proyecto es el diseño de la solución; la implementación completa del sistema web constituye una fase posterior. Los resultados del proyecto establecen una línea base cuantitativa del proceso y aportan una propuesta estructurada para reducir pérdidas, fortalecer el control interno y mejorar la eficiencia operativa de SICET S.A.S.

Palabras clave: *gestión de inventarios, Lean Manufacturing, trazabilidad, herramientas de trabajo, servicios de ingeniería.*

Abstract

The management of tool and equipment inventory is a critical factor for engineering services companies, given its direct impact on operational efficiency, costs, and organizational sustainability. This paper presents a case study applied to SICET S.A.S., a company based in Bogotá D.C. that faces quantifiable losses in its inventory: six tools lost or under claim with a total value of \$2,940,000 COP, an average tool search time of 399 seconds per cycle with peaks of up to 803 seconds, and a return process with no formal record or digital backup.

To address this problem, a mixed-methods case study was conducted under the Lean Six Sigma methodology and the DMAIC cycle. Data collection was carried out through a formal time study of 45 observed cycles, an interview with the warehouse supervisor, and a review of the physical tool delivery records. Quantitative analysis (descriptive statistics and a Pareto diagram) shows that three activities concentrate 87% of the total operational time: searching for tools (48%), receiving requests (69% cumulative), and relocating tools (87% cumulative).

Based on these findings, an integrated solution was designed combining the physical reorganization of the warehouse using an As Is - To Be model with zone classification by item type and rotation, ABC classification and the FIFO method for inventory control, and the design of an HTML web application to digitally record tool delivery, transfer, and return with individual responsibility assignment per worker. The project scope covers the design of the solution; full implementation of the web system is a subsequent phase. The results provide a quantitative baseline of the process and a structured proposal to reduce losses, strengthen internal control, and improve operational efficiency at SICET S.A.S.

Keywords: *inventory management, Lean Manufacturing, traceability, work tools, engineering services.*

Introducción

En los últimos años, la gestión eficiente de los inventarios se ha consolidado como un elemento estratégico para las organizaciones que dependen de recursos físicos para la prestación de sus servicios. Quintanilla Quiroz y Mayorga Gutiérrez (2025), señalan que cuando los inventarios se gestionan de forma manual (mediante cuadernos o registros físicos) se incrementa la probabilidad de errores humanos, duplicación de tareas y tiempos de espera prolongados. Esta problemática es especialmente crítica en empresas de servicios técnicos y de ingeniería, donde las herramientas y equipos constituyen un insumo esencial para el cumplimiento de los proyectos y la satisfacción del cliente.

En el contexto latinoamericano, Álvarez Rodríguez et al. (2023), documentan que la falta de digitalización en los procesos de inventario genera ambigüedad de datos, acceso limitado y desactualización de la información, lo que debilita los controles internos y dificulta la trazabilidad de los activos. Asimismo, se ha identificado que la centralización del control en una sola persona, sin procesos estandarizados ni apoyo tecnológico, genera cuellos de botella operativos y un alto riesgo organizacional ante la ausencia del responsable (Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025).

Frente a este escenario, estudios como los de Vite Cochachin et al. (2023) y Gomaa (2025), destacan la efectividad de metodologías de mejora continua como Lean Manufacturing y Lean Six Sigma, así como la aplicación de la clasificación ABC y el método FIFO, para reducir desperdicios, mejorar la organización y optimizar el uso de los recursos. De manera complementaria, Chemical Color Nicaragua S.A. (2022), evidencia que los sistemas web de trazabilidad permiten registrar en tiempo real los movimientos de inventario, fortaleciendo la auditoría de los activos y la asignación de responsabilidades.

La empresa Soporte Integral en Ingeniería Civil, Electrónica y Telecomunicaciones S.A.S. (SICET S.A.S.), ubicada en Bogotá D.C., refleja de manera concreta esta problemática. A pesar de contar con más de una década de experiencia y atender clientes de alto nivel como CLARO y TESLA, enfrenta pérdidas cuantificables en su inventario de herramientas: seis elementos extraviados o en proceso de reclamo, con un impacto económico total de \$2.940.000. El control del inventario se realiza exclusivamente mediante hojas de registro físicas diligenciadas por el encargado de bodega, sin respaldo digital ni validación cruzada, y el proceso de devolución de

herramientas no se ejecuta con regularidad, lo que genera vacíos de trazabilidad que imposibilitan identificar responsables ante un extravío.

A partir de esta problemática, el presente trabajo desarrolla un estudio de caso orientado al diseño de una solución integral de gestión de inventarios para SICET S.A.S., aplicando la metodología Lean Six Sigma bajo el ciclo DMAIC. El proyecto incluye: el diagnóstico cuantitativo del proceso mediante un estudio de tiempos de 45 ciclos observados, la redistribución física de la bodega bajo el modelo As Is - To Be con zonificación ABC, la aplicación del método FIFO para la rotación del inventario, y el diseño de una aplicación web en HTML para el registro digital de entregas, transferencias y devoluciones con asignación nominal de responsabilidades. El proyecto no incluye la implementación completa del sistema web ni la gestión de materiales de consumo o activos fijos de la empresa (esas constituyen fases posteriores de ejecución). Con esto se busca aportar una propuesta estructurada que reduzca pérdidas, mejore el control del inventario y fortalezca la gestión operativa de SICET S.A.S., alineando sus procesos con las buenas prácticas documentadas en la literatura especializada.

Planteamiento del caso

En el contexto organizacional contemporáneo, la gestión de inventarios se ha consolidado como un factor crítico para la eficiencia operativa, especialmente en empresas que dependen de activos físicos para la prestación de servicios técnicos especializados. Diversos estudios coinciden en que la ausencia de sistemas estructurados y automatizados genera desorganización, errores recurrentes y pérdida de información relevante. En investigaciones aplicadas se señala que “los inventarios se llevan a cabo de manera manual, generalmente mediante cuadernos o hojas de cálculo”, lo cual incrementa la probabilidad de errores humanos, duplicación de tareas y tiempos de espera prolongados (Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025). Estas condiciones afectan directamente la capacidad de las organizaciones para tomar decisiones oportunas y sostener su competitividad en entornos de alta exigencia.

En el ámbito latinoamericano, y particularmente en empresas de servicios y logística, se ha documentado que la falta de digitalización en los procesos de inventario provoca “ambigüedad de datos, acceso limitado, duplicidad y desactualización de la información”, lo que dificulta la trazabilidad de los activos y debilita los controles internos (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023). De manera similar, se evidencia que cuando no existen políticas claras de control, las organizaciones experimentan “descontrol y desconocimiento en la mercadería”, situación que repercute negativamente en los costos operativos y en la capacidad de cumplir con los compromisos adquiridos con los clientes (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023).

La empresa Soporte Integral en Ingeniería Civil, Electrónica y Telecomunicaciones S.A.S. (SICET S.A.S.), ubicada en Bogotá D.C., se encuentra inmersa en esta problemática. Con más de una década de experiencia brindando soluciones integrales en ingeniería civil, eléctrica y de telecomunicaciones para los sectores industrial, comercial y residencial, y atendiendo clientes de alto nivel como CLARO y TESLA, la organización ha logrado consolidar una trayectoria técnica relevante. No obstante, actualmente enfrenta serias dificultades en el manejo de su inventario de herramientas, equipos e insumos, lo que representa un riesgo operativo que contrasta con los estándares de calidad y confiabilidad exigidos por sus clientes estratégicos.

El control del inventario en SICET S.A.S. se realiza de forma manual y desactualizada, dependiendo casi exclusivamente del conocimiento empírico de una sola persona encargada del

área. Este escenario coincide con lo descrito en estudios cualitativos donde se identifica una “centralización del control del inventario”, en la cual la responsabilidad recae en una única persona, generando “cuellos de botella y sobrecarga de trabajo”, además de un alto riesgo organizacional en caso de ausencia o indisponibilidad del responsable (Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025). En este caso particular, el encargado es un adulto mayor que no tiene disposición para utilizar herramientas digitales como hojas de cálculo de Excel, lo que ha retrasado los procesos de inventariado y ha limitado la posibilidad de modernizar el sistema. La empresa, por decisión organizacional, no contempla su reemplazo, lo que obliga a diseñar soluciones que se adapten a sus capacidades y reduzcan la resistencia al cambio.

Adicionalmente, SICET S.A.S. ha experimentado pérdidas recurrentes de elementos entregados a los trabajadores de campo. Se han presentado situaciones en las que los equipos y herramientas “se pierden o terminan hurtados”, y al no contar con un inventario formal ni con registros sistemáticos de entrega y devolución, “se incrementa el riesgo de pérdida de información valiosa y errores de registro” (Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025). Esta falta de trazabilidad impide identificar responsabilidades individuales, lo que deriva en pérdidas económicas que deben ser asumidas por la empresa Tabla 1.. Investigaciones sobre control de inventarios advierten que “la desorganización y la pérdida de información dificultan la toma de decisiones bien fundamentadas”, afectando de manera directa la rentabilidad y la sostenibilidad del negocio (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023).

Desde una visión cuantitativa, la problemática presentada en la empresa SICET S.A.S. no solo se evidencia de forma cualitativa al conocer que se pierden algunos elementos y materiales, sino que a su vez las repercusiones también se ven reflejadas en el ámbito económico de forma directa, evidenciado así las pérdidas económicas que presenta la empresa a causa de no llevar a cabo correctamente la gestión y control del inventario.

El análisis de registros internos de la empresa SICET S.A.S permitió identificar que existe un total de 9 elementos comprometidos de los cuales 7 de ellos se encuentran perdidos y 2 se encuentran en proceso de reclamación, la pérdida de estos elementos ha generado un impacto económico directo para la empresa de \$2.940.000 COP. De este valor total, aproximadamente un 60% pertenece a los elementos que definitivamente están perdidos (Valor total de elementos perdidos: \$1.790.000 COP) y aproximadamente el 40% restante (\$1.150.000 COP) del valor restante pertenece a las herramientas y/o materiales que se encuentran en proceso de reclamación,

lo cual implica una incertidumbre financiera directa para el inventario de la empresa y además, existe un porcentaje muy alto de posibilidad de que estos materiales se conviertan en nuevas pérdidas para la empresa.

En cuanto a los términos de componentes, los activos de la empresa que han sido afectados corresponden principalmente a herramientas y equipos los cuales son usados directamente en campo, lo cual permite evidenciar que el problema no se limita únicamente al ámbito del almacenamiento, sino que esta problemática se extiende a las etapas de recogida del material en bodega, el uso de los mismos en campo, los trasposos que se haga de estos materiales y la devolución de los materiales y herramientas a bodega.

Esta tendencia comportamental permite observar que existe una marcada ineficiencia en los mecanismos de control sobre el ciclo de utilización y devolución de las herramientas y/o materiales que son entregados a los colaboradores con los que cuenta la empresa, así como también es posible evidenciar la ausencia marcada de trazabilidad en cuanto a la cadena de responsables de los préstamos y que responderían por los materiales o herramientas dadas en su custodia, lo cual refleja y hace parte de una falla crítica en cuanto a la estructura que posee el sistema logístico interno de la empresa SICET S.A.S.

Por otro lado, es posible determinar que los datos entregados por la empresa SICET S.A.S dejan entrever una concentración de valor alta en ciertos activos por lo cual es posible inferir que existe un comportamiento tipo Pareto, en el cual un bajo número de herramientas y/o materiales representa la mayoría del impacto económico sufrido por pérdidas de los mismos. Por ejemplo, el telurómetro (Posee un valor de \$800.000 COP), el equipo de soldadura y el kit de alturas (Ambos con un valor de \$350.000 COP) representan conjuntamente más del 50% del valor total de las herramientas y materiales que se han perdido y los que están en proceso de reclamación, lo cual permite evidenciar de forma clara la necesidad latente de implementar estrategias y mecanismos para priorizar y controlar de forma adecuada el inventario.(Villamil et al., 2024)

En relación con los diversos estudios consultados, se logró identificar que la no existencia de sistemas correctamente estructurados para el control de inventario impide el adecuado seguimiento e implementación de indicadores clave de desempeño, tales como la exactitud del inventario (IRA), el porcentaje de activos no localizados y la rotación de inventarios, los cuales son indicadores claves para la empresa a la hora de llevar a cabo una evaluación integral y confiable de la operación. La inexistencia de estos indicadores en la empresa SICET S.A.S. limita

de forma drástica la capacidad de diagnóstico y control, impidiendo la implementación de acciones correctivas basadas en datos. (Delgado, 2024)

De igual forma, diversos estudios realizados en el contexto de micro y pequeñas empresas muestran que la falta de sistemas de información se convierte en un obstáculo gigante a la hora de consolidar datos en tiempo real sobre entradas, salidas, trasposos y estado de los activos, lo cual puede generar diversas inconsistencias en el manejo de la información y dificulta de forma directa la toma de decisiones estratégicas basada en datos confiables. Por esta razón, (Rueda Vera et al., 2022) señalan que la problemática de control y gestión de inventario tal como la de la empresa SICET S.A.S. no solo hace referencia a una debilidad operativa u organizacional, sino también a una clara limitación tecnológica que afecta de forma directa la gestión organizacional y el control de los materiales y herramientas dados en custodia externa.

Otro aspecto de gran relevancia es el impacto indirecto que pueden generar estas pérdidas sobre la operación, ya que la no disponibilidad de herramientas críticas para la realización de las labores puede generar retrasos en el desarrollo de las actividades propuestas, incremento en los tiempos de respuesta y costos adicionales para reponer las herramientas y materiales que se pierden, es por esta razón que la gestión de inventarios entra a jugar un papel fundamental para la empresa y se convierte en un factor determinante no solo para el control de y trazabilidad de los préstamos de materiales y herramientas sino también para evitar que se generen consecuencias que afecten directamente a la operación y por ende se deba detener la misma. (Gómez et al., 2022).

Asimismo, (Valenzuela Velasco et al., 2024), resaltan que llevar a cabo una gestión ineficiente del inventario puede acarrear consigo un uso subóptimo de los recursos disponibles de la empresa, lo cual puede afectar de forma negativa aspectos vitales para la organización como la rentabilidad y la sostenibilidad de la misma, especialmente en organizaciones donde los márgenes operativos son limitados ; el aspecto anteriormente mencionado resulta especialmente crítico en empresas de servicios técnicos, donde los diversos activos como las herramientas y los materiales representan un componente vital para el correcto desarrollo de las labores.

Teniendo en cuenta diversos estudios metodológicos (Delgado, 2024), destaca que la evidencia empírica han demostrado que la implementación de modelos de mejora continua, como el ciclo DMAIC, permite estructurar de forma clara y concreta los diferentes procesos de diagnóstico, intervención y control que van orientados a la optimización de la gestión de inventarios, estos modelos facilitan de gran forma la identificación de causas raíz, así como la

definición de indicadores de desempeño y la estandarización de procesos, lo cual permite que se contribuya de gran forma a la reducción de pérdidas y el crecimiento de la eficiencia operativa.

Para finalizar, es importante resaltar que, desde la perspectiva de sistemas, las diversas investigaciones destacaron que un sistema de información aplicado al control y trazabilidad de inventarios debe permitir de forma sencilla la captura, procesamiento y manejo de la información en tiempo real, integrando de forma armónica las diferentes áreas de la organización y facilitando la toma de decisiones basada en datos reales y controlados; la ausencia de este tipo de herramientas en la empresa SICET S.A.S. explica, en gran forma, la recurrencia la pérdida de los diversos activos mencionados y la falta de control en los mismos (Rueda Vera et al., 2022).

En consecuencia, este proyecto pretende fortalecer la sostenibilidad operativa de SICET S.A.S., alineando sus procesos internos de inventario con las buenas prácticas documentadas en la literatura especializada y con las exigencias de control, eficiencia y trazabilidad propias de una empresa de servicios de ingeniería en un entorno altamente competitivo, y es acá donde nace el siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar la gestión de inventario, el control y la trazabilidad de las herramientas y materiales dados en custodia por parte de la empresa SICET S.A.S. mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, clasificación ABC y sistemas digitales de gestión?. (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023; Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2022).

Marco de referencia

A nivel global, la gestión eficiente del inventario, la trazabilidad de activos y la optimización de procesos operativos se han consolidado como factores determinantes para la sostenibilidad y competitividad de las empresas de servicios técnicos y de ingeniería. Investigaciones recientes evidencian que la falta de estandarización, el uso de registros manuales y la ausencia de herramientas digitales incrementan significativamente las pérdidas por extravío, errores humanos y descoordinación operativa, especialmente en organizaciones que dependen de herramientas y equipos móviles para la ejecución de sus actividades (Rahman & Kirby, 2024; Gomaa, 2025). En este sentido, la literatura señala que la integración de metodologías de mejora continua con sistemas de información permite reducir desperdicios, mejorar la exactitud del inventario y fortalecer el control interno de los activos.

Diversos estudios internacionales han destacado que la aplicación de enfoques como Lean Manufacturing y Lean Six Sigma en la gestión de inventarios contribuye a eliminar actividades que no agregan valor, reducir tiempos de espera y minimizar pérdidas económicas asociadas al desorden y la sobreacumulación de recursos. Investigaciones recientes demuestran que el uso de herramientas como el mapeo de flujo de valor, Kanban y la estandarización de procesos genera mejoras significativas en la eficiencia operativa y en la disciplina organizacional, tanto en entornos manufactureros como de servicios (Sahare, 2024; Pierli, Murmura, & Bravi, 2025). No obstante, también se advierte que estas metodologías deben adaptarse al contexto específico de cada organización y acompañarse de mecanismos de control que mitiguen riesgos asociados a la dependencia del factor humano.

En el ámbito del control de inventarios, la clasificación ABC continúa siendo uno de los métodos más utilizados para priorizar recursos críticos, al permitir identificar aquellos artículos que representan el mayor impacto económico y operativo. Estudios recientes confirman que la implementación del análisis ABC facilita la asignación eficiente de esfuerzos de control, dado que los artículos de clase A requieren un seguimiento más riguroso, mientras que los de clases B y C pueden gestionarse con menor intensidad (Torres Sierra, 2022; Gonzalez Orozco, et al, 2021). De manera complementaria, el método FIFO o PEPS ha demostrado ser eficaz para garantizar la correcta rotación de inventarios, reduciendo pérdidas por obsolescencia y mejorando la

confiabilidad de los registros, especialmente en bodegas con alta rotación de insumos y repuestos (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2022).

En los últimos años, la transformación digital ha desempeñado un papel clave en la evolución de la gestión de inventarios. Investigaciones recientes evidencian que los sistemas web de control de inventarios permiten registrar en tiempo real las entradas, salidas y transferencias de activos, mejorando la trazabilidad y la auditoría de los movimientos realizados (Chemical Color Nicaragua S.A., 2022). En particular, el uso de tecnologías como códigos QR ha sido identificado como una solución eficaz para el control de herramientas y equipos asignados a personal de campo, ya que facilita la identificación del responsable, reduce errores de registro y agiliza los procesos de entrega y devolución (InvGate, 2025; AppsRhino, 2026). Estas soluciones han demostrado ser especialmente relevantes en empresas de servicios técnicos, donde los activos se desplazan constantemente entre bodegas, proyectos y trabajadores.

En el contexto latinoamericano y colombiano, estudios aplicados en empresas de servicios, logística y comercio evidencian que la ausencia de procesos estandarizados y de sistemas digitales de inventario afecta directamente la capacidad de respuesta ante la demanda y la sostenibilidad financiera de las organizaciones. Investigaciones desarrolladas en empresas de distribución y servicios técnicos señalan que el control manual del inventario genera “desorganización, pérdida de información y dependencia excesiva del conocimiento empírico de una sola persona”, situación que incrementa el riesgo operativo y limita la toma de decisiones estratégicas (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023; Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025). Estos hallazgos coinciden con estudios nacionales que resaltan la necesidad de adoptar metodologías de mejora continua y herramientas tecnológicas para fortalecer el control de los activos empresariales.

Desde el enfoque organizacional, la literatura reciente advierte que la centralización del control del inventario en un único trabajador constituye una debilidad estructural, especialmente cuando existen barreras para la adopción de herramientas digitales. Estudios cualitativos señalan que esta dependencia genera cuellos de botella, sobrecarga laboral y riesgos asociados a la pérdida de información crítica, por lo que se recomienda diseñar sistemas sencillos, guiados y adaptados a las capacidades del personal, con el fin de reducir la resistencia al cambio y asegurar la sostenibilidad del sistema en el tiempo (Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025).

En este marco, el caso de Soporte Integral en Ingeniería Civil, Electrónica y Telecomunicaciones S.A.S. (SICET S.A.S.), ubicada en Bogotá D.C., refleja una problemática alineada con los hallazgos descritos en la literatura. A pesar de contar con más de una década de experiencia y atender clientes de alto nivel como CLARO y TESLA, la empresa presenta dificultades en el control de su inventario de herramientas y equipos de trabajo, caracterizadas por registros manuales, desactualización de la información y pérdidas recurrentes de activos. Este patrón coincide con los estudios que evidencian que la falta de trazabilidad y de asignación clara de responsabilidades incrementa las pérdidas económicas y debilita el control interno (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023; Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2022).

Teniendo en cuenta estos antecedentes teóricos y empíricos, el presente proyecto se fundamenta en la implementación de metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma, combinadas con herramientas de control de inventarios como ABC y FIFO, y el desarrollo de una aplicación web basada en tecnologías accesibles que permita registrar la entrega, transferencia y devolución de elementos mediante la asignación explícita de responsabilidades. Estudios recientes confirman que este tipo de soluciones integradas contribuyen a “reducir considerablemente los errores, mejorar la trazabilidad y fortalecer la disciplina operativa”, permitiendo a las organizaciones establecer mecanismos claros de control y rendición de cuentas (Chemical Color Nicaragua S.A., 2022; Quintanilla Quiroz & Mayorga Gutiérrez, 2025).

En cuanto a los métodos de recolección y análisis de información, la literatura sobre estudios de caso en gestión de inventarios recomienda el uso de entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis documental para identificar patrones de desorganización, pérdida de activos y fallas en los procesos operativos. Complementariamente, el análisis cuantitativo mediante indicadores como rotación de inventario, exactitud y nivel de servicio permite evaluar el impacto económico de las deficiencias detectadas y validar las mejoras propuestas (Álvarez Rodríguez, Martínez Morún, & Reyes López, 2023, 2023; Gomaa, 2025). Estos enfoques metodológicos proporcionan un soporte sólido para el desarrollo del presente caso aplicado a SICET S.A.S.

La gestión de inventarios representa un componente esencial para el adecuado funcionamiento y ejecución de las operaciones en toda la organización, principalmente debido a que genera un impacto directo en aspectos clave como la eficiencia, rentabilidad y capacidad de

respuesta frente a cualquier solicitud del cliente; en este sentido, los inventarios no son solo un conjunto de elementos que se encuentran almacenados, sino que son activos estratégicos y esenciales para la empresa, de los cuales es fundamental que se tenga un manejo adecuado para garantizar la disposición de los elementos requeridos y de esta forma no generar retrasos en la ejecución de los procesos. De acuerdo con lo mencionado por (Valenzuela Velasco et al., 2024), una gestión eficiente de los inventarios genera aportes significativos a la capacidad competitiva de la empresa, ya que permite que el control y gestión adecuada administración de insumos en función de las necesidades del mercado y del entorno operativo sean más sencillas, de esta misma forma una gestión adecuada de los elementos ya mencionadas le permitiría a la empresa la disminución de costos asociados con pérdidas o retrasos en la ejecución de las tareas planificadas en campo.

En este sentido, la adecuada gestión de inventarios toma el puesto de una herramienta clave y vital que brindará la facilidad para garantizar la correcta administración de los recursos, ya que permitirá el registro, seguimiento y verificación de entrega en bodega de los bienes dentro de la empresa. (Villamil et al., 2024), señalan que una correcta ejecución en el control de inventarios permitirá que se equilibren las existencias, reducir costos operativos y evitar sobre costos que se pueden generar por diversos factores tales como la demora en los procesos o tiempos de ejecución, lo cual a su vez se puede traducir como una mejora de gran impacto para la eficiencia organizacional. Por otro lado, la no existencia de controles estructurados y debidamente organizados trae consigo inconsistencias en los diversos registros de la organización, falta de disponibilidad de productos y por ende posibles retrasos en las actividades, lo cual afecta de forma directa la productividad y la eficiencia operativa de la empresa.

En lo que corresponde al aspecto empresarial, el cual se caracteriza principalmente por la necesidad inminente de información en tiempo real, segura y la creciente competitividad en todos los sectores, por esta razón los sistemas de información han adquirido una posición crucial en la correcta gestión de los diversos activos y el control de inventario, estos sistemas brindan la facilidad de recopilar, procesar y distribuir información relevante en tiempo real para llevar a cabo una toma de decisiones basada en data, facilitando así el control de los movimientos de los activos. Siguiendo esta línea, (Rueda Vera et al., 2022), destacan principalmente que los sistemas de información tienen incidencia positiva en el proceso de control de inventarios, ya que permite que se lleve a cabo una gestión más fluida, segura y trazable del ciclo de vida de las herramientas y/o

materiales que se entregan a los contratistas. Además, estos sistemas aportan de forma significativa beneficios para la mejora de la trazabilidad de los activos y a reducir los errores asociados con el uso de herramientas de gestión manuales.

Por otro lado, en el contexto de las micro, pequeñas y medianas empresas, aún persisten múltiples dificultades relacionadas directamente con la gestión de inventarios, la mayoría de ellas relacionadas con la falta de recursos tecnológicos y metodológicos para llevar a cabo una gestión más controlada y actualizada. (Gómez et al., 2022), lograron demostrar que muchas organizaciones presentan una serie de problemas en cuanto al proceso de toma de decisiones debido al desconocimiento que se tiene del funcionamiento del inventario y la no existencia de indicadores claves de desempeño, lo cual permite determinar que una gestión inadecuada de los inventarios, fallando en aspectos como el control de salidas o trazabilidad de los recursos, genera diversos impactos negativos que afectan directamente la productividad de la empresa.

De acuerdo con lo anterior mencionado a la evaluación de desempeño, el presente estudio realizado por Delgado y López resalta de forma directa la importancia de hacer uso de los diversos indicadores claves de desempeño que sean necesarios y que permitan evaluar de forma concisa la eficiencia en la gestión y control de los inventarios. Entre estos se destacan la rotación de inventarios, el nivel de productos no localizados, entre otros. (Villamil et al., 2024), señalan que estos indicadores claves de desempeño son herramientas vitales para identificar los diversos problemas existentes en los procesos y de esta forma poder establecer acciones correctivas orientadas al establecimiento de una ética de trabajo enfocada en la mejora continua, por dicha razón la ausencia de estas herramientas traerían consigo diversos vacíos organizacionales, de control y mejora que se verían traducidos básicamente en futuros problemas que le generen sobre costos a la organización o problemas de mayor gravedad.

Desde una visión metodológica, la implementación y uso de herramientas de mejora continua como el DMAIC, la clasificación de inventario ABC y otras técnicas propias de Lean Manufacturing, permitirán que los procesos se estructuren con una visión de trabajo enfocada a la mejora continua y optimización en el control y gestión de inventarios. En este sentido, (Delgado, 2024), hacen principal énfasis que estas metodologías brindan gran facilidad a la hora de llevar a cabo la identificación de causas raíz, la estandarización de procesos y la mejora de indicadores clave de desempeño, lo cual genera una contribución notoria a la reducción de costos y al incremento de la eficiencia en las operaciones, de esta misma manera realizar una clasificación

ABC permitiría priorizar los activos en función de su valor e impacto generando así una optimización directa de los esfuerzos de control y gestión (Villamil et al., 2024).

Por otro lado, la integración de diversas herramientas tecnológicas que posean metodologías de mejora continua toman un papel crucial en la optimización y adecuada gestión de los inventarios y funciona como una estrategia vital para lograr fortalecer la trazabilidad y la gestión de inventarios; estos sistemas de información juegan un papel vital al brindar información en tiempo real con gran facilidad y de esta misma forma es posible el diligenciamiento y registro de cada movimiento de los recursos, lo cual permite que se facilite de gran forma la toma de decisiones y mejora la eficiencia organizacional. (Rueda Vera et al., 2022), enfatizan que la propuesta, desarrollo y ejecución de estos sistemas de gestión y control de inventarios contribuyen de forma directa a la capacidad competitiva que tiene la empresa, al permitir una gestión más eficiente de los recursos y una mayor transparencia en cada uno de sus procesos.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, diversos estudios realizados recientemente evidencian que hacer uso de herramientas digitales en los procesos de inventario constituye un punto de inflexión hacia la mejora de toda la eficiencia de las operaciones, en especial para aquellas pequeñas y medianas empresas, de esta forma, el desarrollo de un sistema de gestión y control de inventario basado en el uso de una plataforma web será una alternativa positiva que traerá beneficios grandes para la gestión de estos materiales y para tener una trazabilidad clara acerca de lo que pasa con los elementos cuando salen de la bodega y de esta forma lograr reducir de manera significativa los errores asociados a los métodos manuales tradicionales. De acuerdo con (Maredel et al., 2023), la implementación de sistemas web de gestión y control de inventarios permite mejorar de forma significativa la precisión de los datos, logra optimizar el flujo de la información y proporcionar acceso en tiempo real al estado y responsable actual de los elementos, lo que básicamente se ve reflejado en una mayor eficiencia y gestión en las operaciones específicamente las operaciones de inventario.

Por consiguiente, la incorporación de sistemas integrados de gestión de inventarios no solo facilita el control de existencias, sino que a su vez brinda la oportunidad de articular diversos procesos clave como compras y producción; es por esta razón que (Walton & Alegbe, 2024), destacan que los sistemas de inventarios desarrollados con enfoque en tecnologías web permiten ubicar la información organizacional de forma más centrada, mejorar el trabajo y coordinación entre áreas y optimizar la toma de decisiones mediante el acceso a datos históricos, ,esta

integración es de gran relevancia para aquellas empresas que poseen múltiples puntos de operación, donde la sincronización de la información es un factor crítico.

Siguiendo con la revisión literaria se encontró que, diversos estudios que han sido aplicados en el contexto colombiano demuestran que las microempresas aún presentan graves limitaciones en cuanto a la gestión de inventarios, esto debido de forma principal al uso de prácticas empíricas y la no existencia de herramientas tecnológicas en su proceso de gestión que permitan aumentar el flujo de información en tiempo real. (Palma Cardoso et al., 2023), afirman que una gestión inadecuada y poco eficiente de inventarios repercute directamente y de forma negativa en el crecimiento económico de las empresas, ya que se generaría información poco confiable que por ende reduciría la eficiencia de los procesos a tal punto de que se puedan generar reprocesos o afectaciones en el desarrollo de las labores, es por esto que se resalta la necesidad de implementar modelos de control que integren metodologías como Just in Time y 5S con el fin de generar mejoras en la eficiencia y en el desarrollo de las operaciones de la misma.

Posteriormente, el desarrollo e implementación de tecnologías emergentes como los códigos QR ha demostrado ser una estrategia web, eficaz y sencilla para digitalizar procesos de inventario o solicitudes de información que ayudan de gran forma a la trazabilidad de los procesos de la empresa. Según (Fajar et al., 2023), la implementación de sistemas de inventarios con códigos QR han permitido mejorar de forma notoria la precisión del registro de datos hasta en un 95% y por ende, se ha logrado reducir de gran manera los tiempos de búsqueda de productos, lo cual genera un impacto positivo significativo en la eficiencia operativa.

Por último, desde una perspectiva orientada a la mejora continua, la aplicación de metodologías de mejora como Lean Six Sigma en los procesos de almacenamiento y gestión de inventarios ha demostrado obtener grandes beneficios y ser muy efectiva a la hora de incrementar la productividad y reducir desperdicios o sobre costos generados en muchas ocasiones por descontrol en la información, por esta razón (Adeodu et al., 2023), lograron evidenciar que la implementación de la herramienta de mejora DMAIC permite mejorar significativamente la eficiencia de los procesos logísticos hasta en un 70%, por medio de la identificación y eliminación de actividades que no generan valor agregado a la operación.

Es posible determinar que la revisión literaria reciente coincide en que la combinación de sistemas de información, tecnologías emergentes y metodologías de mejora continua pueden dar paso a la creación de herramientas que generen mejoras directas en los diferentes procesos de las

empresas, dando así inicio a la creación de soluciones integrales que abarquen distintas áreas y aumenten la eficiencia operativa de las organizaciones y no solo eso, sino que a su vez les permitiría a las organizaciones tener información concreta, segura y en tiempo real para llevar a cabo la toma de decisiones.

Preguntas de reflexión

¿Qué herramientas específicas de Lean Manufacturing son más efectivas para mejorar el orden, la visibilidad y el control del inventario en bodegas?

¿Cuál es el efecto de no tener claridad sobre quién es responsable de cada herramienta en la ocurrencia de pérdidas y conflictos internos?

¿Cómo aporta la aplicación de herramientas Lean, y métodos de inventario como ABC y FIFO para mejorar el control y la organización de la bodega?

¿De qué manera el desarrollo de una aplicación o página web puede facilitar la asignación clara de responsabilidades sobre los activos entregados a los trabajadores?

Justificación

La gestión de inventarios ha sido una temática tratada de forma muy amplia y ha sido abordada en diversos contextos industriales; sin embargo, existe un vacío crítico en su aplicación dentro de un entorno real y sobre todo en el entorno de las empresas de servicios de ingeniería, donde existe algo distinto a la gran mayoría de inventarios que manejan las empresas de venta, en las empresas que prestan servicios de ingeniería los inventarios en su gran mayoría están compuestos principalmente por herramientas, materiales y equipos operativos de alta rotación. Las investigaciones anteriormente revisadas permiten evidenciar que la gestión y control de los inventarios implican diversos factores como la supervisión y control del flujo de bienes desde su ingreso y hasta su salida, permitiendo de esta forma que se lleve a cabo un registro detallado de los movimientos de los mismos (Maredel et al., 2023). Sin embargo, el enfoque anteriormente mencionado se ha centrado principalmente en bienes que son comerciables y no en productos o activos que son técnicos móviles, lo cual permite ver una brecha de adaptación metodológica para las diversas empresas y organizaciones que operan con diversos frentes de trabajo. Por lo anterior mencionado, no se han llevado a cabo estudios suficientes para implementar sistemas eficientes en este tipo de contextos, dejando entrever así una brecha gigante que el presente trabajo busca abordar.

En el caso específico de la empresa SICET S.A.S., la no existencia de un sistema estructurado para el control y la gestión de inventarios ha generado diversas pérdidas económicas directas que ascienden a \$2.940.000 COP, correspondientes a herramientas críticas para la operación tales como secciones de andamio, equipos de soldadura y equipos para llevar a cabo mediciones; esta situación deja ver la existencia de una problemática asociada directamente a los sistemas de control manual que se llevan a cabo en la organización, los cuales pueden generar inexactitud en la información recolectada y baja eficiencia en los diversos procesos de registro (Maredel et al., 2023). De acuerdo con las condiciones mencionadas, la problemática va más allá del tema administrativo y llega a afectar directamente la operación, ya que la pérdida o indisponibilidad de herramientas genera un impacto negativo directo en la ejecución de las labores y la calidad del servicio.

Adicional a esto, aunque existen diversas soluciones tecnológicas para la gestión de inventarios, estas suelen estar diseñadas para el funcionamiento de empresas con mayor capacidad

de inversión; en este sentido, los sistemas de inventarios modernos permiten centralizar la información, analizar datos y generar reportes para poder llevar a cabo una toma de decisiones consciente y basada en datos (Walton & Alegbe, 2024); sin embargo, su implementación en las empresas de menor tamaño del sector técnico y de servicio de ingeniería es limitada debido a los costos que esto conlleva y la complejidad del desarrollo del mismo, por estas razones, se logra identificar un vacío práctico en el desarrollo de estrategias de control y soluciones de gestión que sean accesibles y que integren herramientas tecnológicas con metodologías de mejora continua como Lean Six Sigma adaptadas especialmente para este tipo de organizaciones.

Desde una visión más técnica, diversos estudios realizados han evidenciado que la digitalización de los inventarios permite que se desarrollen mejoras significativas en la eficiencia de las operaciones de la organización. Un ejemplo de esto lo observamos en la implementación de sistemas de gestión de inventarios con tecnologías de identificación para de esta forma mejorar la precisión de los registros hasta en un 95% y reducir los tiempos de búsqueda en un 60% (Fajar et al., 2023). Los resultados obtenidos en esta implementación permiten evidenciar que, bajo condiciones de sistematización y gestión correctamente estructurado, es posible generar grandes reducciones a los errores humanos y de esta misma forma lograr optimizar el uso de los recursos de la organización. En el contexto de la empresa SICET S.A.S., la implementación de estas herramientas representa una oportunidad para disminuir las pérdidas económicas actuales y mejorar la disponibilidad de herramientas.

De esta misma forma, desde un enfoque de mejora continua, la aplicación de metodologías como Lean Six Sigma ha evidenciado en gran cantidad de casos ser efectiva para lograr un incremento en la eficiencia de los procesos y las operaciones por medio de la eliminación de actividades que no están generando ningún valor agregado al proceso, diversos estudios realizados de forma reciente evidencian de forma clara que la implementación de estas estrategias puede aumentar la eficiencia en las operaciones hasta en un 70% (Adeodu et al., 2023). Pero no obstante, las metodologías anteriormente mencionadas han sido poco aplicadas e implementadas en procesos administrativos como la gestión de inventarios en empresas de servicios de ingeniería, lo cual refuerza directamente el aporte académico del presente estudio al adaptar herramientas de Lean Six Sigma como el ciclo DMAIC y la clasificación ABC a este contexto de operaciones específico.

Por último, la relevancia del presente proyecto se sustenta en el impacto práctico y su potencial para ser replicado en las diversas áreas de la organización, en el contexto colombiano, se ha evidenciado que el manejo manual de inventarios afecta directamente el crecimiento empresarial y limita de forma crucial la toma de decisiones sólidas basadas en datos (Palma Cardoso et al., 2023). De esta forma, el modelo de mejora que se propone no solo busca dar solución a una problemática concreta en la empresa SICET S.A.S., sino que a su vez busca ofrecer una solución viable para otras empresas del sector técnico y dedicadas a la prestación de servicios de ingeniería que enfrentan condiciones similares tomen como iniciativa el presente proyecto. De esta forma, el trabajo realizado contribuye de forma directa al cierre de una brecha tanto académica como práctica, mediante una propuesta técnica fundamentada, cuantificable y contextualizada.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una solución integral de gestión de inventarios para SICET S.A.S. fundamentada en el control, la trazabilidad y la asignación de responsabilidades sobre las herramientas y equipos de trabajo, a través la aplicación de metodologías Lean y el apoyo de una herramienta tecnológica.

Objetivos específicos

Diagnosticar las posibles causas de desorganización, pérdidas y ausencia de trazabilidad del inventario en la empresa SICET S.A.S., por medio del análisis de registros históricos, observación directa y caracterización de procesos.

Construir la estructura del modelo de control y gestión de inventarios por medio del uso de herramientas de Lean Manufacturing, mediante la clasificación, organización y definición de flujos de almacenamiento.

Desarrollar una aplicación web para la gestión y control de inventarios, mediante el registro de entradas, salidas, traspasos, devoluciones y responsables de las herramientas.

Evaluar el impacto del sistema propuesto, mediante la comparación de indicadores antes y después de su implementación, visualizando así la efectividad en el proceso con el aplicativo web.

Marco Metodológico

Tipo de estudio

El presente trabajo se desarrolla bajo la modalidad de estudio de caso único e instrumental, centrado en SICET S.A.S., empresa ubicada en Bogotá D.C. dedicada a la prestación de servicios de ingeniería civil, eléctrica y de telecomunicaciones. Este enfoque se selecciona porque permite analizar en profundidad una problemática real dentro de su contexto operativo (la desorganización del inventario, la ausencia de trazabilidad y las pérdidas de herramientas) y diseñar una solución adaptada a las condiciones específicas de la organización. El carácter instrumental radica en que el caso no se aborda únicamente por su singularidad, sino como medio para generar aprendizajes aplicables a otras empresas de servicios técnicos en Colombia con problemáticas similares.

Diseño Metodológico

El enfoque de la investigación es mixto. El componente cualitativo se emplea para caracterizar las prácticas actuales del proceso de inventario, identificar causas raíz y comprender las barreras organizacionales al cambio, en particular la resistencia al uso de herramientas digitales por parte del encargado de bodega. El componente cuantitativo permite medir las variables críticas del proceso a través de estadísticos descriptivos calculados sobre los datos recolectados en la hoja de verificación.

Las variables del estudio son:

- Variable independiente: implementación de la solución integral (redistribución de bodega, clasificación ABC, método FIFO y sistema web de trazabilidad).
- Variables dependientes: tiempo de búsqueda de herramientas por ciclo operativo (s), tasa de herramientas no localizadas o extraviadas, y regularidad en la ejecución del proceso de devolución.

El alcance es descriptivo-propositivo: descriptivo porque caracteriza el estado inicial del proceso identificando falencias y puntos críticos; propositivo porque diseña la solución integral con base en los hallazgos. La validación de resultados se realizará comparando los indicadores de la línea base (tiempo promedio de búsqueda de 399 s, 6 herramientas pérdidas o en reclamo por

\$2.940.000 y proceso de devolución sin registro formal) con los obtenidos tras la puesta en marcha de las mejoras.

Población

La población de interés en este proyecto está constituida por el proceso de gestión de inventarios de herramientas y equipos de trabajo de SICET S.A.S., el cual comprende todas las actividades relacionadas con la recepción, almacenamiento, entrega, transferencia y devolución de los activos utilizados por el personal operativo.

Dentro de esta población se incluyen:

- El personal encargado de la gestión del inventario.
- Los trabajadores operativos que reciben y utilizan las herramientas y equipos en campo.
- La infraestructura física de la bodega y los espacios de almacenamiento.
- Los registros disponibles relacionados con inventarios, compras, reposiciones y pérdidas de herramientas.

El alcance del proceso abarca diez acciones base, desde la recepción de la solicitud hasta la reubicación del insumo en bodega.

Muestra

Dado el enfoque de estudio de caso, la muestra no corresponde a una selección estadística sino a una selección intencional. La unidad de análisis es SICET S.A.S., seleccionada por presentar una problemática cuantificable en pérdidas de inventario (\$2.940.000), contar con disposición para el acceso a información, personal e instalaciones, y representar una situación común en empresas de servicios técnicos en Colombia donde el control del inventario depende del factor humano y del registro manual.

Para la recolección de datos cuantitativos se tomaron 45 ciclos operativos completos como unidad de observación, abarcando las diez acciones base del proceso. Esta cantidad permite calcular estadísticos descriptivos confiables (promedio, desviación estándar, mínimo, máximo y coeficiente de variación) para cada acción y construir la línea base cuantitativa del proceso.

Técnicas de recolección de información

Para la comprensión integral del proceso se emplearon las siguientes técnicas:

Observación directa estructurada mediante estudio de tiempos

Se realizó un estudio de tiempos formal sobre 45 ciclos operativos completos del proceso de gestión de inventarios, registrando mediante cronometraje el tiempo en segundos de cada una de las diez acciones base por ciclo. Esta técnica permitió cuantificar la duración real de cada etapa del proceso, identificar la variabilidad entre ciclos y establecer la línea base de desempeño operativo.

Entrevista no estructurada

Se realizó una entrevista al encargado de bodega, quien es la persona responsable del control manual del inventario y el actor con mayor conocimiento directo sobre el estado del proceso, las prácticas informales de registro y las causas recurrentes de pérdida de herramientas. La entrevista permitió identificar las barreras para la adopción de herramientas digitales, las dinámicas informales de entrega y devolución, y los criterios empíricos que actualmente guían el control del inventario.

Análisis documental

Se revisaron las hojas de registro físicas de entrega de herramientas disponibles en la empresa, que constituyen el único soporte documental existente del proceso. Este análisis permitió contrastar lo registrado formalmente con lo observado en campo, identificar los vacíos de información (en particular la ausencia de registros de devolución) y corroborar la relación entre la irregularidad documental y las pérdidas de activos identificadas.

Herramientas Lean Manufacturing

Se aplicaron el mapa de procesos, el diagrama de Ishikawa, la hoja de verificación y el análisis de Pareto para estructurar la información recolectada, identificar las causas raíz con mayor impacto operativo y priorizar las acciones de mejora.

Instrumentos de recolección

Hoja de verificación: formato estructurado para el registro del tiempo en segundos de cada acción base por ciclo operativo. Se diligenciaron 45 observaciones completas, generando una base de 450 datos numéricos sobre los cuales se calcularon los estadísticos descriptivos.

Guía de observación: instrumento de soporte para el estudio de tiempos, con campos para las diez acciones base del proceso, tiempos por ciclo y observaciones cualitativas registradas durante la toma de datos.

Inventario de herramientas perdidas/en reclamo: documento elaborado a partir de la revisión de las hojas de registro físicas, que consolidó los seis elementos identificados con su cantidad, valor unitario, total y estado (perdido / en reclamo), arrojando un impacto económico total de \$2.940.000.

Hoja de cálculo: herramienta de soporte para el procesamiento estadístico de los datos (promedio, desviación estándar, mínimo, máximo, rango, coeficiente de variación, mediana y análisis de Pareto).

Análisis cualitativo

La información cualitativa obtenida mediante la entrevista al encargado de bodega, la observación del proceso y la revisión de las hojas de registro se analizó a través de la identificación y categorización de patrones. Se identificaron tres categorías temáticas principales: desorganización del inventario (bodega sin zonificación, tiempos de búsqueda elevados y altamente variables), ausencia de trazabilidad (proceso de devolución sin registro formal, hojas físicas sin validación cruzada y pérdidas no identificadas oportunamente) y dependencia del factor humano (control centralizado en el encargado de bodega, sin procedimientos estandarizados ni respaldo digital). Estas categorías se estructuraron mediante el diagrama de Ishikawa y el mapa de procesos de SICET S.A.S., y sirvieron de base para la definición de las causas raíz intervenidas en las fases Mejorar y Controlar del ciclo DMAIC.

Análisis cuantitativo

Los datos cuantitativos de la hoja de verificación (45 observaciones por cada una de las diez acciones base) se analizaron mediante estadística descriptiva: promedio, desviación estándar, mínimo, máximo, rango, coeficiente de variación y mediana. Adicionalmente, se construyó el diagrama de Pareto para identificar las acciones que concentran el mayor tiempo operativo. Los resultados establecen la línea base cuantitativa del proceso: tiempo promedio de búsqueda de herramientas de 399 s/ciclo ($CV = 60,2\%$, máximo 803 s), tiempo promedio de recepción de solicitud de 170 s/ciclo ($CV = 53,7\%$), y un impacto económico acumulado de \$2.940.000 en herramientas pérdidas o en reclamo. Estos indicadores son los criterios de evaluación frente a los cuales se medirá el impacto de la solución propuesta.

Integración de datos

La triangulación metodológica integra los hallazgos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión completa del problema. El análisis cualitativo (sustentado en la entrevista al encargado de bodega, la observación del proceso y la revisión de las hojas de registro) identifica las causas raíz: ausencia de procedimientos formales de devolución, dependencia del factor humano y falta de trazabilidad digital. El análisis cuantitativo las valida y prioriza: Buscar herramienta/insumo concentra el 48% del tiempo operativo total con el mayor coeficiente de variación (60,2%), confirmando que la desorganización física de la bodega es la causa con mayor impacto medible sobre el proceso. La integración de ambos enfoques permite sustentar técnicamente la propuesta de mejora: la redistribución de la bodega, la clasificación ABC, el método FIFO y el sistema web de trazabilidad responden directamente a las causas raíz identificadas tanto por observación como por medición.

Definir

En esta fase se identifica y delimita la problemática principal asociada al proceso de gestión de inventarios de herramientas y equipos de trabajo en SICET S.A.S., así como los objetivos del proyecto, las partes involucradas y el alcance del estudio. La empresa presenta

deficiencias en el control del inventario caracterizadas por desorganización física de la bodega, registros manuales desactualizados, ausencia de trazabilidad y pérdidas recurrentes de herramientas entregadas al personal operativo. A partir del diagnóstico inicial se identifican tres variables críticas para la calidad (CTQ) del proceso: el tiempo de búsqueda de herramientas por ciclo operativo, la tasa de herramientas no localizadas o extraviadas, y el tiempo de ciclo total desde la recepción de la solicitud hasta la entrega del insumo. Estas variables constituyen los indicadores de referencia frente a los cuales se evalúa el impacto de las mejoras propuestas en las fases siguientes.

Como primer instrumento de la fase Definir, se presenta el Mapa de Procesos de SICET S.A.S., herramienta que permite visualizar de manera estructurada la organización de las actividades de la empresa en tres niveles: estratégico, operativo y de apoyo. Su aplicación en este estudio tiene como propósito identificar en qué nivel y en qué proceso específico se localiza la problemática del inventario, delimitar el alcance de la intervención y evidenciar las interacciones entre áreas que inciden en la trazabilidad de las herramientas. A partir de esta visualización se determina que la problemática se concentra en el nivel operativo, particularmente en los procesos de Gestión de inventarios y herramientas y Entrega, transferencia y devolución de herramienta, que son los puntos donde actualmente existen registros documentales escritos y verbales los cuales registros confiables.

Figura 1.*Mapa de Procesos - Gestión de Inventarios SICET S.A.S*

Nota. Tomado de la red interna de la empresa SICET S.A.S

Este mapa de procesos se estructura en tres niveles. El nivel estratégico agrupa la gestión gerencial, la planificación de mejora continua y el análisis de indicadores de desempeño, que orientan las decisiones sobre el sistema de inventarios. El nivel operativo concentra las cuatro actividades que generan valor directo: la atención al cliente, la gestión de inventarios y herramientas, la entrega, transferencia y devolución de herramientas, y la ejecución del servicio técnico; siendo precisamente en la gestión de inventarios y en la entrega/devolución de herramientas donde se localizan los principales vacíos de trazabilidad y los cuellos de botella identificados en este estudio. El nivel de apoyo sostiene el sistema mediante la gestión de compras, tecnología, talento humano y seguridad y control interno. De manera complementaria, la mejora continua articula los tres niveles, constituyendo el marco metodológico dentro del cual se inscribe este proyecto.

En función de seguir en esta línea se desarrolla el Diagrama de Carriles (Swimlane), que distribuye las actividades del proceso según los roles involucrados: gerente, encargado de inventario, trabajador operativo y área administrativa. Su valor técnico reside en hacer visibles los trasposos de responsabilidad entre actores, ya que cada punto de transferencia sin registro formal es una fuente potencial de pérdida de trazabilidad. El diagrama identifica dos momentos críticos: la entrega de herramientas al técnico operativo y la devolución a bodega, ambos gestionados actualmente de forma verbal y sin soporte documental.

Adicionalmente, se elabora el Formato A3, instrumento que sintetiza en una sola página el problema, los objetivos, los actores involucrados, el análisis preliminar de causas y las metas del proyecto. Su función es mantener alineadas a las partes interesadas durante todo el ciclo DMAIC y fijar los criterios de éxito antes de iniciar la fase de medición.

Figura 3.

Formato A3 - Proyecto SICET S.A.S.

Planteamiento del problema

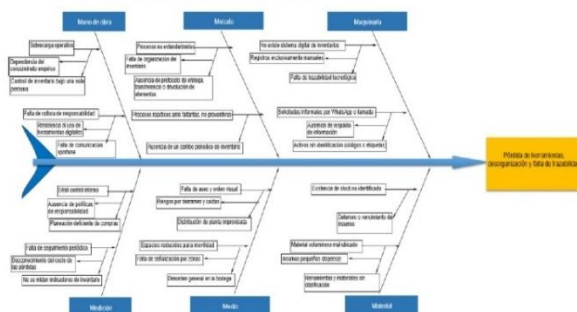
Durante las actividades operativas de SICET S.A.S. se identificó que el proceso de gestión de inventarios presenta deficiencias significativas. El control se realiza de forma manual en hojas físicas diligenciadas por el encargado de bodega, sin respaldo digital ni validación cruzada. El proceso de devolución no se ejecuta con regularidad, generando vacíos de trazabilidad sobre las herramientas asignadas al personal de campo. Esto ha derivado en pérdidas de activos por \$2.940.000, compras innecesarias, retrasos operativos y conflictos por falta de responsabilidades formales.

¿Cómo mejorar la trazabilidad y el control del inventario de herramientas y equipos de SICET S.A.S. mediante herramientas Lean Manufacturing y una solución tecnológica?

Situación Actual

- Inventario desorganizado y sin zonificación definida.
- Soporte documental de entregas existe, pero no de devoluciones.
- Proceso de devolución irregular: sin registro formal ni alertas de pendientes.
- 6 herramientas pérdidas o en reclamo: \$1.790.000 extraviadas, \$1.150.000 en gestión de reclamo.
- Tiempo promedio de búsqueda: 399 s/ciclo (máximo registrado: 803 s).
- Riesgo operativo por desorden físico y contaminación de materiales.

El Análisis de las Causas



Objetivo

Diseñar una solución integral de gestión de inventarios para SICET S.A.S. fundamentada en el control, la trazabilidad y la asignación de responsabilidades sobre las herramientas y equipos de trabajo, a través de la aplicación de metodologías Lean y el apoyo de una herramienta tecnológica.

Propuesta

Para dar solución al problema identificado, se plantean las siguientes acciones:

- Redistribución de la bodega (As Is → To Be): zonas A, B, C, D y Extra según tipo, tamaño y rotación.
- Clasificación ABC para priorizar control sobre activos de mayor impacto económico.
- Método FIFO (PEPS) para rotación correcta del inventario.
- Aplicación web en HTML: registro digital de entrega, transferencia y devolución con asignación nominal de responsabilidad por trabajador.
- Lean Manufacturing: estandarización del proceso de entrega/devolución y eliminación de desperdicios.
- Alertas automáticas de devoluciones pendientes para reducir riesgo de extravío.

Plan de Acción

Actividad	Duración
Diagnóstico del estado actual del inventario	Sem. 1-2
Zonificación y rediseño de la bodega (To Be)	Sem. 3-4
Clasificación ABC y aplicación del método FIFO	Sem. 5-6
Diseño e implementación de la aplicación web	Sem. 7-10
Capacitación básica y puesta en marcha	Sem. 11-12

Seguimiento y resultados

- Reducción del tiempo de búsqueda de 399 s a ≤ 60 s por ciclo (~85%).
- Cero pérdidas no trazadas: trazabilidad del 100% de herramientas entregadas.
- Devoluciones formalizadas al 100% con registro digital.
- Recuperación potencial de \$1.150.000 en herramientas actualmente en reclamo.
- Visibilidad total del inventario y soporte a decisiones gerenciales.
- Reducción del riesgo económico por extravíos futuros.

El A3 resume la situación actual (desorganización del inventario, registros físicos sin respaldo digital, baja frecuencia de devoluciones formales y \$2.940.000 en pérdidas y reclamos) y establece como metas la reducción del tiempo de búsqueda, la eliminación de los registros exclusivamente manuales y la implementación de un mecanismo sistemático de control de devoluciones, apoyado en herramientas Lean, clasificación ABC, método FIFO y un sistema web de trazabilidad.

Finalmente, se aplica el análisis *As Is* – *To Be*, que contrasta el estado actual del proceso con el escenario objetivo tras la implementación de mejoras. El escenario *As Is* está caracterizado por una bodega sin zonificación definida, registros de entrega en hojas físicas sin validación cruzada, devoluciones informales o no ejecutadas, y un tiempo promedio de búsqueda de herramientas de 399 s por ciclo con picos de hasta 803 s. El escenario *To Be* proyecta una bodega organizada por zonas A, B, C, D, y Extra según tipo, tamaño y rotación de los elementos. (La categoría “Extra” está conformada por elementos de clasificación “A” cuyas dimensiones son grandes y no han de mezclarse con los otros elementos ubicados en “A”).

Figura 4.

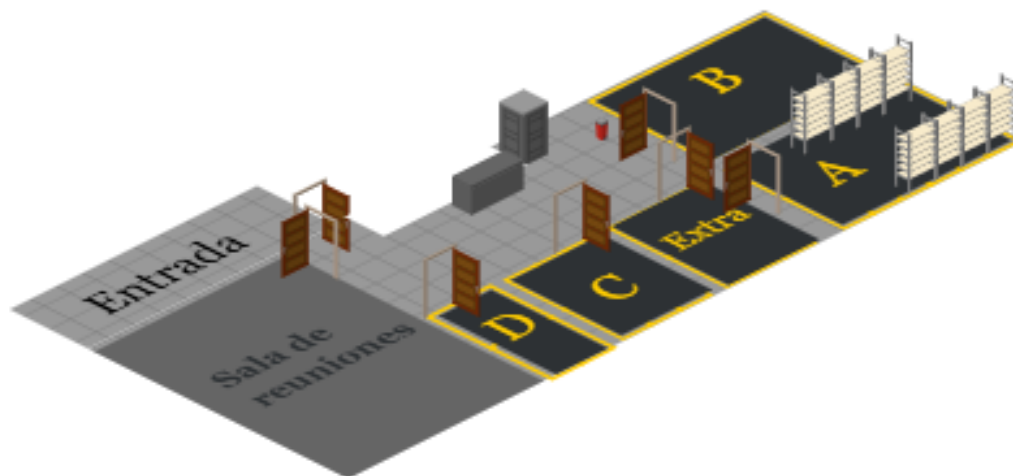
As Is - Gestión de Inventarios SICET S.A.S.



Figura 5.*To Be - Gestión de Inventarios SICET S.A.S.*

To Be

Diseño de planta



El estado As Is evidencia una distribución de planta desorganizada, con deficiencias de aseo, escaso espacio de movilidad y falta de identificación de insumos, lo que genera pérdidas por desconocimiento de existencias y riesgos operativos. En contraste, el escenario To Be propone una redistribución estructurada mediante zonas definidas por tipo, tamaño y rotación de los elementos, mejorando la visibilidad del inventario, optimizando la movilidad y fortaleciendo el control de los activos mediante trazabilidad digital.

Medir

El objetivo de esta fase es establecer la base del desempeño del proceso de gestión de inventarios de herramientas e insumos en SICET S.A.S. previo a la mejora, identificando variabilidad y fuentes de ineficiencia asociadas al control manual y la falta de trazabilidad.

Siguiendo esta idea, se realizó un estudio de tiempos mediante observación directa, midiendo el proceso completo desde la solicitud de la herramienta hasta el registro de devolución

y reubicación en bodega. En total se efectuaron 45 mediciones, distribuidas en tres jornadas operativas diferentes (26 de marzo, 7 y 8 de abril), con 15 mediciones por día, todas bajo condiciones normales de operación. El registro de los tiempos fue recolectado por uno de los investigadores que se encontraba en la empresa, este se realizó mediante cronometraje manual con dispositivo móvil y conforme al registro llevado a mano por el personal encargado de Bodega.

Tabla 2.*Estudio de tiempos 1 SICET S.A.S.*

Estado de tiempos y costo S.A.S.																				
N	Elemento de trabajo			Observaciones registradas (S)															Promedio	
	Acción Base	Herramienta	Objeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Manual	
		Manual																		
1	Recepcionar solicitud	Manos	Requerimiento	19	268	352	60	238	262	285	129	147	111	162	120	292	299	98	189,5	
2	Identificar insumo	Manos	Lista herramientas	12	12	12	11	4	2	14	4	6	3	13	4	5	4	5	7,4	
3	Verificar disponibilidad	Manos	Herramientas	33	18	55	56	30	18	38	44	47	56	21	14	48	17	29	35	
4	Buscar herramienta/insumo	Manos	Herramientas	742	661	257	505	226	146	692	63	269	774	269	617	751	282	803	470,5	
5	Registrar entrega	Manos	Registro inventario	13	13	11	12	9	14	10	5	15	8	8	2	4	11	7	9,5	
6	Entrega insumo	Manos	Herramientas	7	12	10	9	9	8	11	6	9	12	13	3	7	8	13	9,2	
7	Recibir devolución	Manos	Herramientas	76975	71575	44985	129971	58239	157203	92296	41777	32298	112415	110534	136831	113850	64586	163183	93781,2	
8	Revisar estado	Manos	Herramientas	30	10	22	10	12	29	15	11	18	10	18	30	10	18	28	18,1	
9	Registrar devolución	Manos	Registro inventario	11	13	6	15	7	14	12	7	2	5	7	8	12	3	7	8,6	
10	Reubicar herramienta/insumo	Manos	Herramientas	71	41	11	183	204	35	143	279	85	160	111	87	183	203	21	121,2	
Total				77913	72623	45721	130832	58978	157731	93516	42325	32896	113554	111156	137716	115162	65431	164194	94650,2	

Tabla 3.*Estudio de tiempos 2 SICET S.A.S.*

Elemento de trabajo				Observaciones registradas (S)															Promedio
N	Acción Base	Herramienta	Objeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Manual
		Manual																	
1	Recepcionar solicitud	Manos	Requerimiento	115	95	141	190	94	128	267	298	32	175	68	118	144	191	289	156,4
2	Identificar insumo	Manos	Lista herramientas	12	15	5	14	14	9	5	12	15	5	11	11	11	10	7	10,4
3	Verificar disponibilidad	Manos	Herramientas	57	18	55	56	30	18	38	44	47	56	21	14	48	17	29	36,6
4	Buscar herramienta/insumo	Manos	Herramientas	212	197	694	756	144	651	38	495	450	129	464	708	581	61	554	409
5	Registrar entrega	Manos	Registro inventario	15	11	11	13	12	12	13	13	5	13	15	12	6	8	5	11
6	Entrega insumo	Manos	Herramientas	5	12	10	9	9	8	11	6	9	12	13	3	7	8	13	9
7	Recibir devolución	Manos	Herramientas	87026	82156	84416	131348	38939	132693	72540	128111	55555	148129	34642	121928	57434	157106	147237	98617,4
8	Revisar estado	Manos	Herramientas	28	17	37	48	21	30	30	43	16	41	35	33	48	23	32	32,2
9	Registrar devolución	Manos	Registro inventario	25	14	14	22	28	18	10	15	25	25	24	11	20	22	11	19
10	Reubicar herramienta/insumo	Manos	Herramientas	122	57	109	300	241	183	250	282	211	158	232	66	179	61	33	165,6
Total				87617	82592	85492	132756	39532	133750	73202	129319	56365	148743	35525	122904	58478	157507	148210	99466,6

Tabla 4.*Estudio de tiempos 3 SICET S.A.S.*

N	Elemento de trabajo			Observaciones registradas (S)															Promedio
	Acción Base	Herramienta	Objeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Manual
		Manual																	
1	Recepcionar solicitud	Manos	Requerimiento	124	251	220	226	289	40	86	249	35	213	42	300	147	53	181	163,8
2	Identificar insumo	Manos	Lista herramientas	12	14	11	12	13	14	13	12	5	14	10	6	14	14	9	11,6
3	Verificar disponibilidad	Manos	Herramientas	37	18	55	56	30	18	38	44	47	56	21	14	48	17	29	35,2
4	Buscar herramienta/insumo	Manos	Herramientas	292	238	296	554	656	472	149	203	167	554	324	548	74	134	120	318,8
5	Registrar entrega	Manos	Registro inventario	5	13	11	14	10	8	8	5	15	12	7	13	5	10	7	9,6
6	Entrega insumo	Manos	Herramientas	6	12	10	9	9	8	11	6	9	12	13	3	7	8	13	9,1
7	Recibir devolución	Manos	Herramientas	65713	149569	76804	56073	159966	67202	144843	164452	#####	103556	58283	149072	121618	152576	39444	110966,3
8	Revisar estado	Manos	Herramientas	49	27	45	46	17	24	50	43	32	16	17	32	33	21	13	31
9	Registrar devolución	Manos	Registro inventario	30	14	10	12	25	18	30	17	16	27	19	16	26	16	8	19
10	Reubicar herramienta/insumo	Manos	Herramientas	188	68	194	175	259	205	140	257	258	172	252	177	118	29	93	172,4
Total				66456	150224	77656	57177	161274	68009	145368	165288	2E+05	104632	58988	150181	122090	152878	39917	111736,8

Nota. Unidad de medición de las observaciones registradas en todas las tablas: Segundos (s).

Mediante el Estudio de Tiempos realizado en el proceso de gestión de inventarios de SICET S.A.S., se logró establecer las fases del flujo operativo desde la recepción de la solicitud de herramientas, pasando por la búsqueda y verificación en bodega, hasta el registro y entrega de los insumos al trabajador, así como las actividades relacionadas con la devolución. A partir de los

datos obtenidos se identificó que actividades como la búsqueda de herramientas en bodega, la verificación de disponibilidad y el registro manual de entrega presentan una mayor variabilidad y tiempos elevados en comparación con otras actividades del proceso. Estas acciones concentran la mayor carga operativa debido al desorden físico existente, la falta de zonificación y la ausencia de un sistema digital de apoyo, lo que incrementa los tiempos de ejecución de manera individual.

De manera complementaria al estudio de tiempos, se aplica la Hoja de Verificación como instrumento de registro sistemático de los tiempos observados por acción base durante 45 ciclos operativos. Para cada uno de los diez pasos del proceso (desde la recepción de la solicitud hasta la reubicación del insumo) se registra el tiempo en segundos por ciclo, obteniendo así una base de datos de 450 observaciones en total.

Tabla 5.*Hoja de verificación SICET S.A.S.*

N	Registros numericos									
	Acción base									
	Recepcionar solicitud	Identificar insumo	Verificar disponibilidad	Buscar herramienta/insumo	Registrar entrega	Entrega insumo	Recibir devolución	Revisar estado	Registrar devolución	Reubicar herramienta/insumo
1	19	12	33	742	13	7	76975	30	11	71
2	268	12	18	661	13	12	71575	10	13	41
3	352	12	55	257	11	10	44985	22	6	11
4	60	11	56	505	12	9	129971	10	15	183
5	238	4	30	226	9	9	58239	12	7	204
6	262	2	18	146	14	8	157203	29	14	35
7	285	14	38	692	10	11	92296	15	12	143
8	129	4	44	63	5	6	41777	11	7	279
9	147	6	47	269	15	9	32298	18	2	85
10	111	3	56	774	8	12	112415	10	5	160
11	162	13	21	269	8	13	110534	18	7	111
12	120	4	14	617	2	3	136831	30	8	87
13	292	5	48	751	4	7	113850	10	12	183
14	299	4	17	282	11	8	64586	18	3	203
15	98	5	29	803	7	13	163183	28	7	21
16	115	12	57	212	15	5	87026	28	25	122
17	95	15	18	197	11	12	82156	17	14	57
18	141	5	55	694	11	10	84416	37	14	109
19	190	14	56	756	13	9	131348	48	22	300
20	94	14	30	144	12	9	38939	21	28	241
21	128	9	18	651	12	8	132693	30	18	183
22	267	5	38	38	13	11	72540	30	10	250
23	298	12	44	495	13	6	128111	43	15	282
24	32	15	47	450	5	9	55555	16	25	211
25	175	5	56	129	13	12	148129	41	25	158
26	68	11	21	464	15	13	34642	35	24	232
27	118	11	14	708	12	3	121928	33	11	66
28	144	11	48	581	6	7	57434	48	20	179
29	191	10	17	61	8	8	157106	23	22	61
30	289	7	29	554	5	13	147237	32	11	33
31	124	12	37	292	5	6	65713	49	30	188
32	251	14	18	238	13	12	149569	27	14	68
33	220	11	55	296	11	10	76804	45	10	194
34	226	12	56	554	14	9	56073	46	12	175
35	289	13	30	656	10	9	159966	17	25	259
36	40	14	18	472	8	8	67202	24	18	205
37	86	13	38	149	8	11	144843	50	30	140
38	249	12	44	203	5	6	164452	43	17	257
39	35	5	47	167	15	9	155323	32	16	258
40	213	14	56	554	12	12	103556	16	27	172
41	42	10	21	324	7	13	58283	17	19	252
42	300	6	14	548	13	3	149072	32	16	177
43	147	14	48	74	5	7	121618	33	26	118
44	53	14	17	134	10	8	152576	21	16	29
45	181	9	29	120	7	13	39444	13	8	93

Nota. Unidad: Segundos (s). N = Ciclos observados por acción base.

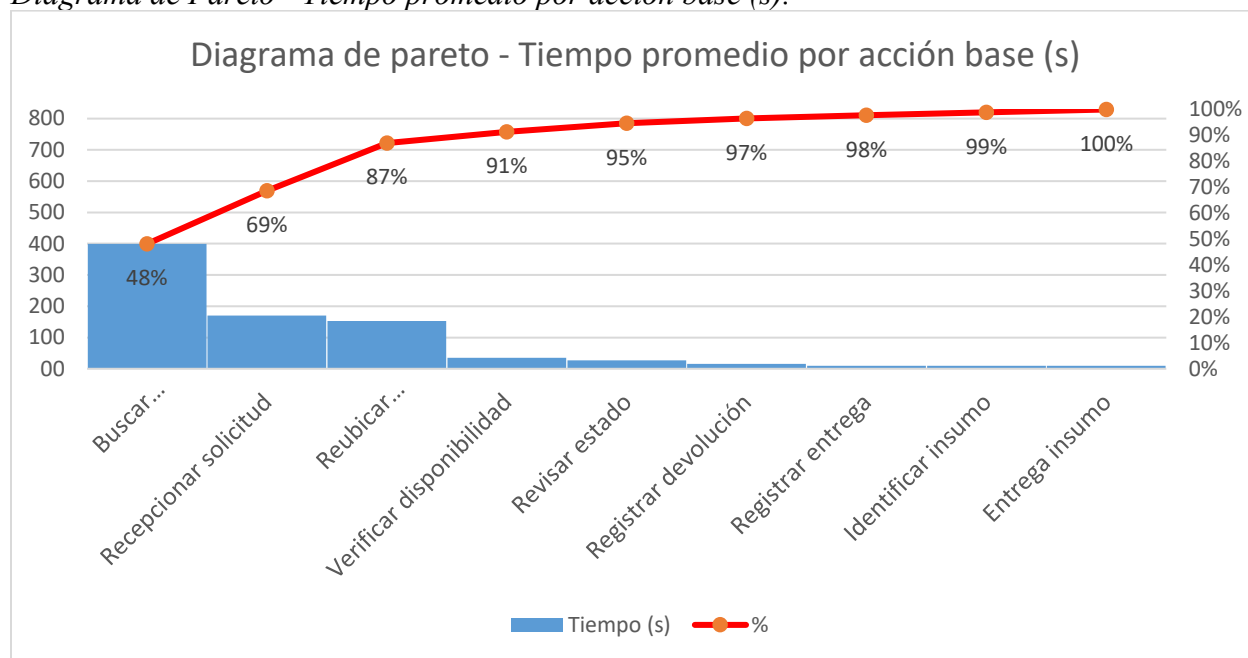
Tabla 6.*Medidas estadísticas Hoja de Verificación SICET S.A.S.*

Acción base	N	Promedio	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Rango	CV (%)	Mediana
Recepcionar solicitud	45	169,84	91,20	19	352	333	53,7%	147,00
Identificar insumo	45	9,78	3,96	2	15	13	40,5%	11,00
Verificar disponibilidad	45	35,56	15,32	14	57	43	43,1%	37,00
Buscar herramienta/insumo	45	399,38	240,35	38	803	765	60,2%	324,00
Registrar entrega	45	9,98	3,51	2	15	13	35,2%	11,00
Entrega insumo	45	9,07	2,81	3	13	10	31,0%	9,00
Recibir devolución	45	101.121,60	42.846,10	32.298	164.452	132.154	42,4%	103.556,00
Revisar estado	45	27,07	12,18	10	50	40	45,0%	28,00
Registrar devolución	45	15,49	7,54	2	30	28	48,7%	14,00
Reubicar herramienta/insumo	45	153,02	81,34	11	300	289	53,2%	172,00

Nota. CV: Coeficiente de variación.

Los estadísticos revelan diferencias marcadas entre las acciones del proceso. Buscar herramienta/insumo registra el mayor coeficiente de variación entre las actividades operativas (CV = 60,2%), con un promedio de 399,38 s, un mínimo de 38 s y un máximo de 803 s, lo que indica que su duración es altamente impredecible de un ciclo a otro. Este comportamiento se explica por la ausencia de zonificación en la bodega y la falta de un sistema de localización de herramientas. Recepcionar solicitud y Reubicar herramienta/insumo también presentan alta variabilidad (CV de 53,7% y 53,2%, respectivamente), con promedios de 169,84 s y 153,02 s, y rangos amplios que superan los 280 s en ambos casos. Por otro lado, Entrega insumo, Registrar entrega e Identificar insumo son las actividades más estables y rápidas del proceso, con promedios por debajo de 10 s y CV inferiores al 41%, lo que indica que corresponden a pasos estandarizados de facto, aun sin procedimientos formales escritos.

La acción Recibir devolución presenta un promedio de 101.121,60 s (equivalente a aproximadamente 28 horas), muy superior al resto. Este valor no corresponde al tiempo de ejecución puntual de la acción, sino que captura el tiempo transcurrido entre la entrega de una herramienta al trabajador y su posterior devolución a bodega, es decir, el tiempo de tenencia. Su inclusión en el mismo instrumento que las demás acciones operativas genera una diferencia de escala que dificulta la comparación directa; por este motivo, se analiza de forma separada en el diagrama de Pareto.

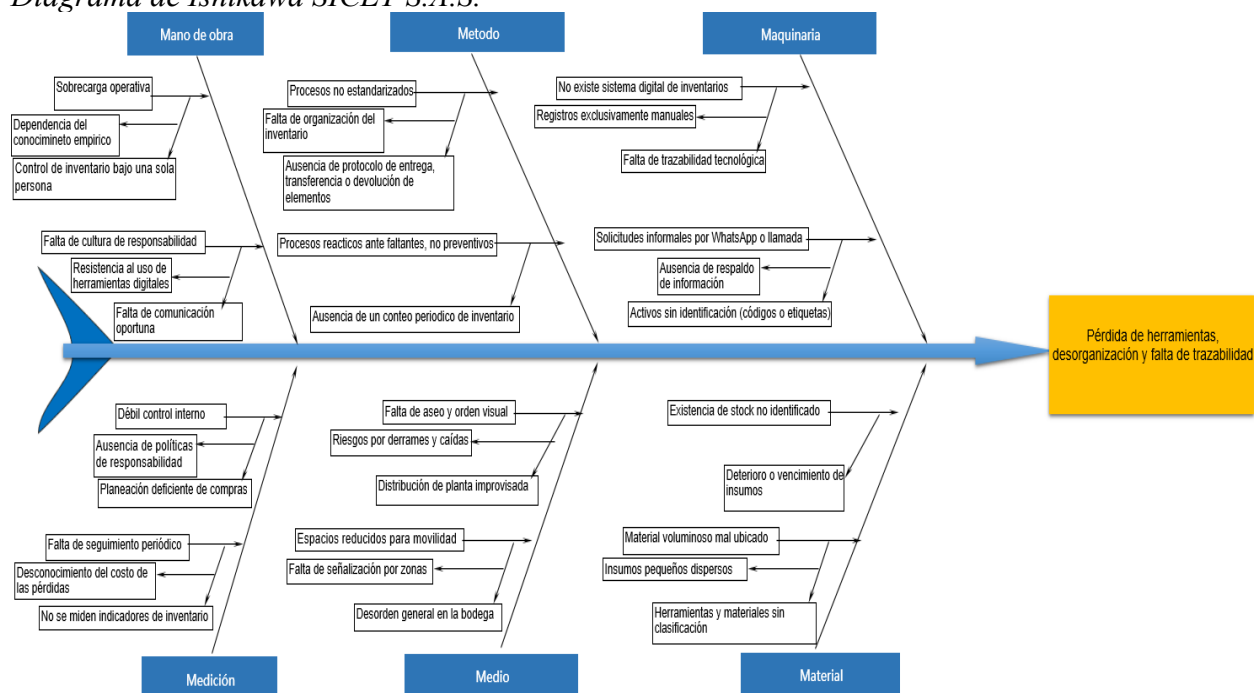
Figura 6.*Diagrama de Pareto - Tiempo promedio por acción base (s).*

El análisis de Pareto evidencia que Buscar herramienta/insumo (399,38 s; 48% del tiempo total) y Recepcionar solicitud (169,84 s) concentran conjuntamente el 69% del tiempo promedio operativo del proceso, y al sumar Reubicar herramienta/insumo (153,02 s) se alcanza el 87% acumulado. Teniendo en cuenta el diagrama de Pareto se identifica que estas tres actividades constituyen las causas vitales sobre las que debe concentrarse la mejora. Por lo tanto, las intervenciones prioritarias se orientan hacia la organización física de la bodega (Redistribución en planta) y la estandarización del proceso de recepción de solicitudes, dado que cualquier mejora en estos puntos genera el mayor impacto sobre la eficiencia global del proceso.

Analizar

En esta fase se identifican y priorizan las causas raíz de los problemas evidenciados durante la fase de medición, con el propósito de comprender por qué se presentan pérdidas de herramientas, demoras operativas y falta de trazabilidad en el proceso de gestión de inventarios de SICET S.A.S.

Para ello se emplea el diagrama de Ishikawa, organizado bajo las seis categorías de las 6M: Mano de obra, Método, Maquinaria, Medición, Medio y Material. El efecto central identificado es la pérdida de herramientas, desorganización y falta de trazabilidad.

Figura 7.*Diagrama de Ishikawa SICET S.A.S.*

El diagrama identifica como causas raíz en Mano de obra: control del inventario centralizado en una sola persona, dependencia del conocimiento empírico, falta de cultura de responsabilidad y resistencia al uso de herramientas digitales. En Método: ausencia de protocolo formal de entrega y devolución, procesos no estandarizados y reactivos ante faltantes, y falta de conteo periódico del inventario. En Maquinaria: inexistencia de sistema digital, registros exclusivamente manuales y activos sin identificación por código o etiqueta. En Medición: débil control interno, ausencia de indicadores y desconocimiento del costo de las pérdidas. En Medio: distribución de planta improvisada, falta de zonificación y señalización, y desorden general en la bodega. En Material: stock no identificado, material voluminoso mal ubicado e insumos dispersos sin clasificación.

Estas causas no tienen el mismo peso. Conectándolas con los resultados cuantitativos de la fase de medición se establece su impacto real. La distribución de planta improvisada y la ausencia de protocolo de entrega/devolución explican que Buscar herramienta/insumo registre un promedio de 399 s/ciclo ($CV = 60,2\%$, máximo 803 s), concentrando el 48% del tiempo operativo total. Junto con Recepcionar solicitud (170 s) y Reubicar herramienta/insumo (153 s), estas tres acciones acumulan el 87% del tiempo del proceso (confirmando que la desorganización física y la falta de procedimientos son las causas de mayor impacto operativo).

Por su parte, la ausencia de protocolo formal de devolución y la falta de cultura de responsabilidad explican los \$2.940.000 en pérdidas y reclamos: sin un mecanismo que cierre el ciclo entrega - devolución, no es posible identificar responsables ni actuar oportunamente ante un extravío. Los activos sin identificación agravan este problema al impedir el rastreo individual de cada herramienta. Finalmente, la ausencia de indicadores y seguimiento periódico explica por qué las pérdidas se acumularon sin detección oportuna.

Con base en esta priorización, las causas vitales son: ausencia de protocolo formal de entrega y devolución, distribución de planta sin zonificación e inexistencia de sistema digital de trazabilidad. Estas tres sustentan directamente las propuestas de la fase Mejorar: la redistribución de la bodega (As Is - To Be), la aplicación web de trazabilidad y la clasificación ABC con método FIFO.

Mejorar

En la fase de mejora se llevó a cabo el diseño e implementación de las estrategias orientadas a brindar una solución concreta a las causas raíz previamente identificadas en la etapa de análisis, relacionadas directamente con la desorganización del inventario, la poca trazabilidad del proceso de préstamo de herramientas y materiales, las pérdidas económicas asociadas y la falta de información relevante del proceso en tiempo real. Para esto, se llevó a cabo el desarrollo de dos líneas de intervención principales, las cuales son; la redistribución de planta del área de almacenamiento identificando de esta forma los activos con mayor flujo y así poder disminuir de forma drástica los tiempos de búsqueda, por otro lado, el desarrollo de una aplicación web para la gestión de inventarios y control de las herramientas y materiales que son otorgados en custodia externa.

Redistribución de planta

En primer lugar, se llevó a cabo el proceso de redistribución del área de almacenamiento de la empresa SICET S.A.S en donde se aplicaron diversas estrategias provenientes de la metodología Lean Manufacturing como las 5S, la clasificación ABC y el principio FIFO para de esta forma lograr determinar qué elementos y materiales son los de mayor rotación y de esta forma generar el espacio correspondiente de acuerdo con la clasificación de inventario ABC; esta intervención permitió, primero organizar físicamente los materiales y herramientas en función del

flujo de movimiento y la importancia que poseen para la operación, brindando de esta forma más fácil acceso a herramientas de alta rotación (Las cuales fueron clasificadas como tipo A) y estableciendo las zonas debidamente definidas para almacenamiento, tránsito y despacho.

De esta misma forma se hizo uso de diversos criterios de identificación visual y estandarización de ubicaciones, lo cual facilitó directamente la localización de los diversos equipos y a su vez se logró la reducción de los tiempos de búsqueda de los elementos en almacén. Como resultado de estas estrategias implementadas, se logró mejorar notablemente el orden, la accesibilidad, el control físico del inventario y la trazabilidad de los procesos, disminuyendo la probabilidad de pérdidas.

Inventario antes de la redistribución

Figura 8.

Zona A antes – Foto 1.

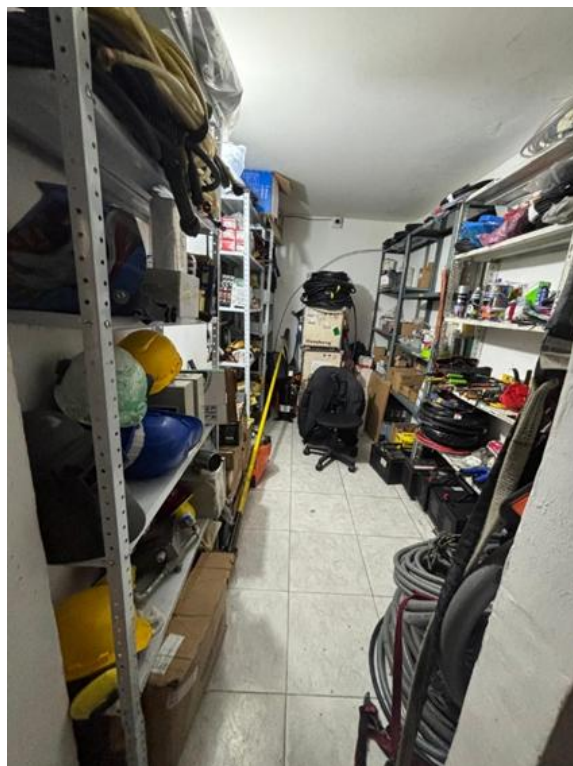


Figura 9.*Zona A antes – Foto 2.***Figura 10.***Zona B antes.*

Figura 11.
Zona C antes.



Figura 12.
Zona D antes.



Antes de realizar la debida implementación de la redistribución de planta, el área de almacenamiento de la empresa SICET S.A.S. poseía un alto nivel de desorganización, el cual se caracterizaba principalmente por la falta de una estructura definida y establecida para la ubicación de herramientas y equipos; los elementos se encontraban almacenados en el inventario sin ningún criterio de clasificación, identificación o jerarquización, lo cual dificultaba de gran forma su localización y control.

Además, al no existir zonas delimitadas en el almacenamiento, ni señalización que orientara el flujo de materiales generaban que el proceso en ocasiones fuera más lento. Asimismo, la gestión del inventario se realizaba de forma empírica, dependiendo del conocimiento del personal, sin llevar registros formales ni tampoco se realizaba una designación de responsables de los materiales que eran tomados en custodia., esta situación generaba tiempos elevados de búsqueda, falta de disponibilidad de herramientas y sobre todo un alto riesgo de pérdidas de los activos.

Inventario después de la redistribución

Figura 13.

Zona A después – Foto 1.



Figura 14.*Zona A después – Foto 2.***Figura 15.***Zona A después - Foto 3.*

Figura 16.
Zona B después.



Figura 17.
Zona C después.



Figura 18.
Zona D después.



Después de llevar a cabo la redistribución de planta en la empresa, el área de almacenamiento de la empresa SICET S.A.S. presentó una notable mejoría en su organización, funcionalidad y control, se lograron establecer las debidas zonas claramente delimitadas para que se desarrollen los procesos de recepción, almacenamiento y despacho, las cuales están acompañadas de señalización visual que facilita directamente el proceso de identificación y el flujo de materiales; los elementos fueron clasificados mediante criterios de gestión de inventarios ABC, donde se priorizó la accesibilidad a las herramientas de mayor rotación, y organizados bajo principios de 5S, lo cual facilitó de gran manera el mantener el orden, la limpieza y la estandarización en el espacio, de esta misma forma, se disminuyó el espacio de uso de almacenamiento, al realizar la correcta organización de los activos se pudo liberar espacio en la zona D de almacenamiento, esta nueva distribución, complementada de la mano con el uso del aplicativo web, permitió que se fortaleciera de gran forma la trazabilidad y a su vez mejorar la disponibilidad de herramientas y reducir el riesgo de pérdidas gracias al proceso de control, gestión y trazabilidad que se le realiza al proceso.

Aplicativo Web

Como complemento directo de la redistribución de planta física del área de almacenamiento que se realizó, también se planteó el desarrollo e implementación de un aplicativo web como herramienta central para el control, la gestión y la trazabilidad del inventario de la empresa SICET S.A.S., esta estrategia de mejora tecnológica nace como respuesta directa a la ausencia de registros formales y a la dependencia de procesos manuales, los cuales generaban falencias como la poca visibilidad de los movimientos de herramientas y el desconocimiento total acerca de los responsables de los elementos que eran prestados.

De acuerdo con lo anterior mencionado, el aplicativo fue diseñado como una herramienta accesible, de bajo costo y fácil implementación, que posee la capacidad de digitalizar el ciclo completo de gestión de inventarios, desde la salida de los equipos hasta su devolución, permitiendo así que se lleve un registro en tiempo real y a su vez admitiendo la posibilidad de consultar de forma inmediata la información, de esta manera, se optimiza el control operativo y se garantizan aspectos claves de control como la actualización de los datos en tiempo real y el conocimiento de los responsables de las herramientas.

Código de programación en Visual Studio Code

Figura 19.

Código de programación en Visual Studio Code.

```

APPPOP2.html > html > head > style > #splash
2  <html lang="es">
3  <head>
12 <style>
57 .topbar {
58   position: sticky; top: 0; z-index: 100;
59   background: #0F1F17;
60   border-bottom: 1px solid rgba(29,158,117,.2);
61   display: flex; align-items: center; gap: 12px;
62   padding: 10px 16px;
63 }
64 .topbar-logo { font-size: 20px; }
65 .topbar-title {
66   font-family: 'Barlow Condensed', sans-serif;
67   font-size: 16px; font-weight: 800; letter-spacing: .06em;
68   text-transform: uppercase; color: #4ADE80;
69 }
70 .sync-pill {
71   margin-left: auto;
72   display: flex; align-items: center; gap: 6px;
73   padding: 4px 10px; border-radius: 20px;
74   border: 1px solid rgba(29,158,117,.2);
75   font-size: 11px; font-weight: 700; color: #6EE7B7;
76   font-family: 'Barlow Condensed', sans-serif;
77   letter-spacing: .05em; text-transform: uppercase;
78   cursor: pointer; transition: background .15s;
79 }
80 .sync-pill:hover { background: rgba(29,158,117,.1); }
81 .sync-dot { width: 7px; height: 7px; border-radius: 50%; background: #6EE7B7; flex-shrink: 0; }
82 .sync-dot.ok { background: #22C55E; box-shadow: 0 0 6px #22C55E; }
83 .sync-dot.err { background: #EF4444; }
84 .sync-dot.syncing { background: #F59E0B; animation: pulse 1s infinite; }
85 @keyframes pulse { 0%,100%{opacity:1}50%{opacity:.4} }

```

Figura 20.

Código AppScripts.

```

24 function doGet(e) {
25   var action = e.parameter.action || '';
26   var result;
27
28   try {
29     setupSheets(); // crea hojas si no existen
30
31     if (action === 'ping') {
32       result = { status: 'ok', ts: new Date().toISOString() };
33     } else if (action === 'getData') {
34       result = {
35         status: 'ok',
36         inv: getAll(SHEET_INV),
37         procs: getAll(SHEET_PROCS),
38         recs: getAll(SHEET_RECS),
39         fotos: getAll(SHEET_FOTOS)
40       };
41     } else {
42       result = { status: 'error', msg: 'Acción no reconocida' };
43     }
44   } catch (err) {
45     result = { status: 'error', msg: err.message };
46   }
47   return jsonResponse(result);
48 }
49
50
51

```

El aplicativo web que se desarrolló para la gestión de inventarios funciona gracias a una arquitectura sencilla que tiene como eje central el uso de tecnologías del ecosistema Google Workspace, lo cual permite que el uso de este aplicativo se haga sin necesidad de instalar algún software adicional, de forma general, el sistema está compuesto por una interfaz web creada en HTML, una base de datos en Google Sheets que está conectada directamente al aplicativo web y un conjunto de scripts en Google Apps Script que permiten la autonomía y el guardado de información dentro de la aplicación, estos últimos son elementos vitales para el correcto funcionamiento del aplicativo web.

El funcionamiento del aplicativo es sencillo, cuando el usuario ingresa al aplicativo desde su celular o computador, accede directamente a una interfaz donde encontrará las diversas opciones de acceso que puede seleccionar, esto de acuerdo con la acción u operación que desea realizar, ya sea registrar una salida, realizar un traspaso de responsable o efectuar una devolución de herramientas a la bodega. Al completar los datos solicitados de acuerdo con la acción o acceso que se haya seleccionado, la información diligenciada es enviada de forma automática por medio del código hacia Google Sheets, donde se almacena como un registro de datos en tiempo real.

El código creado e implementado en Apps Script es una pieza fundamental ya que es el encargado de procesar estos datos, validando la disponibilidad de los ítems, actualizando en tiempo real el inventario en tiempo real y registrando cada movimiento en un historial interno del aplicativo. Además, por si fuera poco, el sistema permite adjuntar fotografías que se almacenan en Google Drive, quedando vinculadas al registro en Google sheets por medio del correspondiente enlace, esto garantiza que cada herramienta tenga un seguimiento óptimo y completo, desde su salida, sus cambios de responsable y su retorno a bodega.

Por otro lado, de manera automática, cada vez que se realiza una operación, el sistema actualiza de forma inmediata el stock disponible, permitiendo así que los demás usuarios puedan visualizar la información que se actualiza en tiempo real, de esta misma forma el aplicativo no solo registra los datos, sino que a su vez controla el inventario, asigna responsables y genera trazabilidad sin intervención manual adicional.

Básicamente, el código que se desarrolló permite conectar la interfaz del usuario con la base de datos, llevar a cabo un proceso automatizado desde los registros, los trasposos y las devoluciones para de esta forma mantener actualizado el inventario, logrando así el

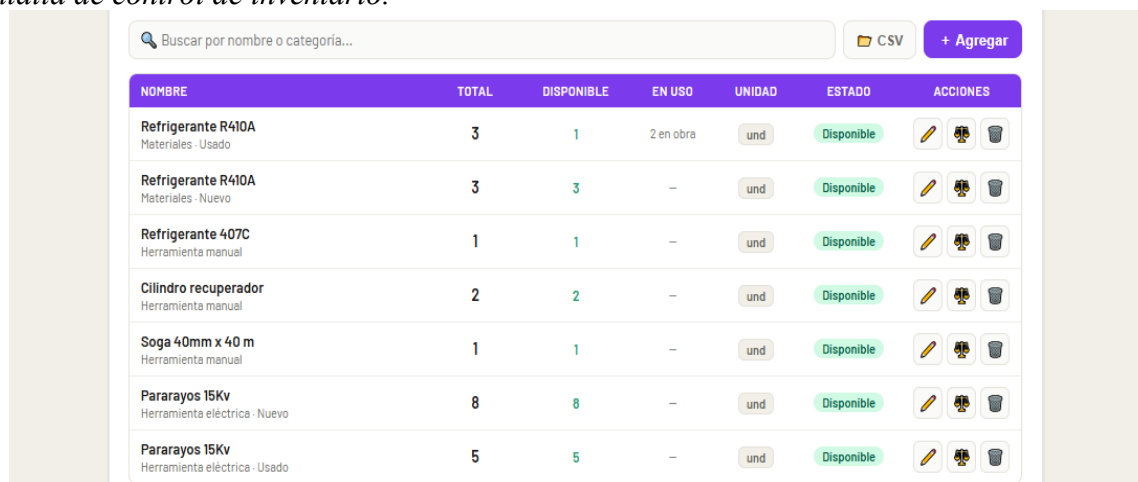
establecimiento de un sistema sencillo, eficiente y accesible para la gestión de los activos en la empresa.

Figura 21.
Pantalla de Inicio del Aplicativo.



En la imagen anterior se puede observar el panel principal de acceso al sistema de gestión de bodega, en este el usuario tiene la opción de seleccionar el módulo de acceso que desea utilizar, en la parte superior se evidencia el nombre del sistema junto con un indicador de estado que confirma que el aplicativo en ese preciso momento se encuentra correctamente sincronizado con el Google sheets en tiempo real, en el centro del aplicativo se presentan cuatro opciones de acceso organizadas en tarjetas: inventario, que permite consultar el stock disponible de materiales y herramientas de la empresa; registro de salida, para gestionar la entrega de herramientas a los contratistas o técnicos ejecutores; traspaso, para cambiar la responsabilidad de los materiales si llega a ser necesario; y devolución, para registrar el retorno a bodega de los materiales o herramientas dados en custodia externa, esta estructura facilita de gran forma la navegación intuitiva y refleja el flujo operativo del control de inventarios de forma exacta y en tiempo real. Además, se observa que hay dos pantallas de acceso que están bloqueadas, dichas pantallas son la de acceso al inventario de los materiales y los registros de salidas, debido a que estos procesos los realizan personas designadas directamente por la empresa SICET S.A.S por dicha razón se llevó a cabo la creación de usuarios específicos dentro del aplicativo a los cuales se les asignó a cada uno una contraseña específica para que pudiesen acceder a estos espacios sin ningún problema.

Figura 22.
Pantalla de control de inventario.



NOMBRE	TOTAL	DISPONIBLE	EN USO	UNIDAD	ESTADO	ACCIONES
Refrigerante R410A Materiales - Usado	3	1	2 en obra	und	Disponible	  
Refrigerante R410A Materiales - Nuevo	3	3	–	und	Disponible	  
Refrigerante 407C Herramienta manual	1	1	–	und	Disponible	  
Cilindro recuperador Herramienta manual	2	2	–	und	Disponible	  
Soga 40mm x 40 m Herramienta manual	1	1	–	und	Disponible	  
Pararayos 15Kv Herramienta eléctrica - Nuevo	8	8	–	und	Disponible	  
Pararayos 15Kv Herramienta eléctrica - Usado	5	5	–	und	Disponible	  

La pantalla de inventario del aplicativo permite visualizar de forma clara los activos que hay en bodega, las cantidades de los mismos y gestionar el estado actual de los elementos en bodega para saber si están en uso o se encuentran en stock, enseñando información en tiempo real sincronizada directamente con Google Sheets, en la parte superior del interfaz se presenta un resumen con indicadores clave de los activos pertenecientes al inventario para de esta forma llevar un control más seguro del inventario y a su vez se incluye una barra de búsqueda y diversas opciones para importar o exportar datos, ya sea para descargar nueva información o para cargar nuevos elementos al inventario; la sección principal muestra una tabla detallada con diversos aspectos relevantes de los activos tales como el nombre del ítem, cantidad total, disponibles, en uso, unidad y estado, junto con acciones para editar, visualizar o eliminar registros, esta interfaz es amigable con el usuario por lo cual facilita el uso de la misma generando así efectos positivos en el control y la gestión del inventario.

Figura 23.
Pantalla de registros de salidas.

The screenshot displays the 'Gestión de Bodega' (Warehouse Management) interface. At the top, a green header bar contains the system name and a 'SINCRONIZADO' (Synchronized) status indicator. Below the header, a green banner indicates synchronization with Google Sheets, showing the last sync time as 11:12 p.m. and a 'Sincronizar' (Synchronize) button.

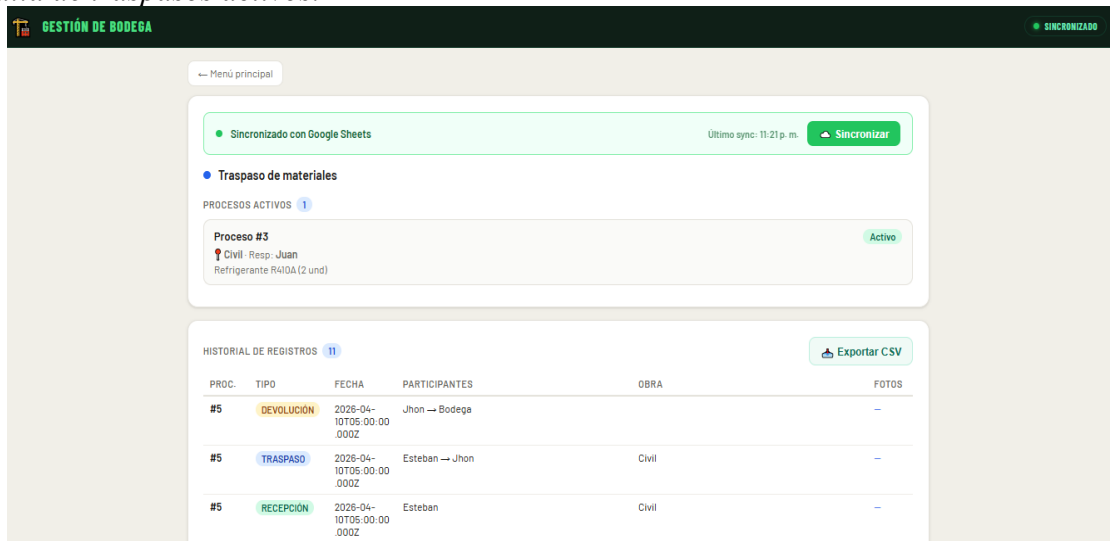
The main section is titled 'Registro de salida - Apertura de proceso' (Output Record - Process Opening). It contains several input fields for recording an output:

- FECHA DE SALIDA** (Output Date): A date picker showing '04/15/2026'.
- RESPONSABLE** (Responsible): A text field for 'Nombre completo' (Full name).
- COORDINADOR** (Coordinator): A text field with 'Juan' entered.
- OBRA / PROYECTO** (Work / Project): A text field for 'Nombre o código' (Name or code).
- CÉDULA / ID** (ID Card / ID): A text field for 'Número de identificación' (Identification number).
- OBSERVACIONES** (Observations): A large text area with the placeholder 'Estado inicial, condiciones especiales...' (Initial state, special conditions...).

Below these fields is a section titled 'ÍTEMES QUE SALEN (SE DESCUENTAN DEL INVENTARIO)' (Items that leave (are deducted from inventory)). It features a table with columns for 'Item', 'Cantidad' (Quantity), and 'Unidad' (Unit). The 'Item' column has a dropdown menu currently showing '-- Seleccionar ítem --'. The 'Cantidad' column has a text input with 'Cant.' and a red 'x' button. The 'Unidad' column has a text input with a red 'x' button. A '+ Agregar ítem' (Add item) button is located at the bottom left of this section.

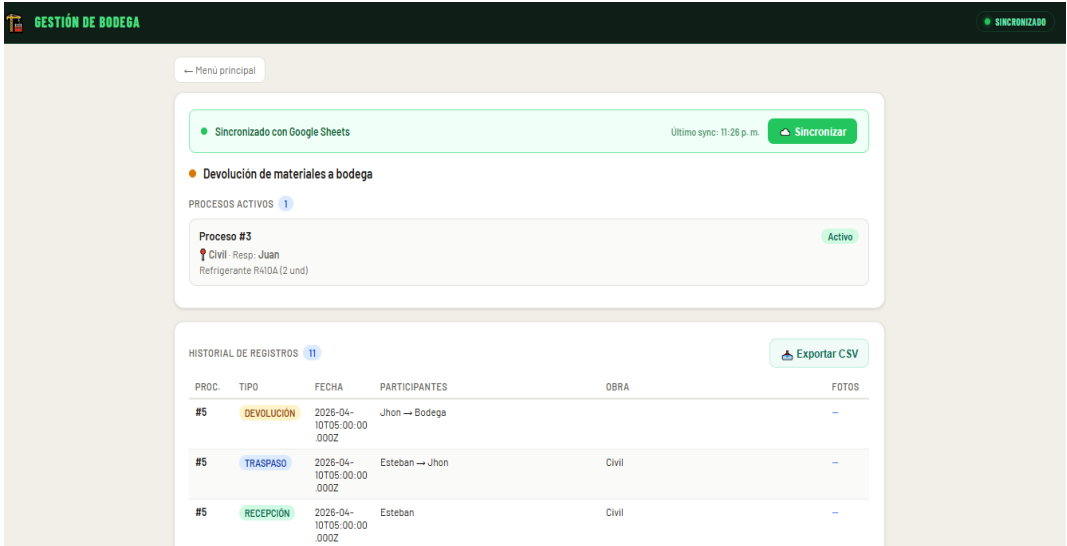
La pantalla de registro de salida permite iniciar el proceso de entrega de herramientas desde bodega, este proceso lo puede iniciar solo los coordinadores designados y es por esta razón que solo pueden acceder con la contraseña propia que se le asignó a cada usuario, en esta pantalla para registrar las salidas de activos desde bodega se debe diligenciar información detallada como fecha, responsable, coordinador, proyecto y número de identificación, además, incluye un campo de observaciones para detallar el estado inicial de los equipos para de esta forma conocer como salen de la bodega y que se espera que asimismo regresen a las instalaciones y una sección donde se seleccionan los ítems que salen, indicando su cantidad y se genera una lista desplegable conectada directamente con el inventario, al completar el registro, el sistema descuenta de forma automática los elementos del inventario y genera un registro con trazabilidad, asignando responsabilidad directa sobre los recursos entregados de acuerdo con la persona que el coordinador haya designado para ese rol.

Figura 24.
Pantalla de traspasos activos.



La pantalla de traspaso permite llevar a cabo la gestión del cambio de responsable de los materiales y herramientas que se encuentran en custodia externa, en esta pantalla se muestran los procesos activos y el estado actual en el que se encuentran, el usuario puede seleccionar un proceso que esté abierto, es decir que se encuentre en etapa de recepción y registrar la transferencia de responsabilidades a la persona que se quedará a cargo de los activos previamente solicitados a la empresa, asegurando de esta forma la continuidad de la trazabilidad del proceso, además, incluye directamente un historial de movimientos donde se visualizan de forma clara las diversas acciones como recepciones, traspasos y devoluciones, con información de fechas, participantes y obra asociada, lo cual brinda mayor funcionalidad al sistema para cumplir con el objetivo trazado de controlar y gestionar el inventario con información exacta en tiempo real.

Figura 25.
Pantalla de devolución de los activos.



La pantalla de devolución permite dar cierre al ciclo de uso de las herramientas, registrando en tiempo real el retorno a bodega y actualizando de forma automática el inventario disponible, en esta pantalla se visualizan los diversos procesos activos para seleccionar el correspondiente y completar dicho proceso con la devolución de los activos a bodega, así como un historial de registros donde se documentan todas las operaciones realizadas y en estas se evidencia información clave como fechas, participantes y tipos de movimiento, este módulo es el módulo final y el que garantiza el control del estado final de los equipos y asegura la trazabilidad completa desde su salida hasta su retorno, además en este se añaden campos como observaciones y registro fotográfico que permiten evidenciar que las condiciones en las que llegan los materiales son las óptimas.

Resultados de la implementación del aplicativo

Tabla 7.
Estudio de tiempos - Post implementación de mejoras.

N	Registros numéricos									
	Acción base									
	Recepcionar solicitud	Identificar insumo	Verificar disponibilidad	Buscar herramienta/insumo	Registrar entrega	Entrega insumo	Recibir devolución	Revisar estado	Registrar devolución	Reubicar herramienta/insumo
1	134	12	22	232	15	4	101.301	29	22	77
2	98	8	42	290	9	8	108.675	26	6	99
3	98	15	57	297	6	12	33.293	38	13	59
4	106	14	19	122	12	8	155.045	41	18	5
5	133	10	50	136	5	12	30.112	27	21	56
6	130	8	51	342	6	9	91.855	31	17	95
7	117	13	43	114	8	13	102.897	38	11	14
8	113	10	27	247	6	9	32.630	27	20	88
9	46	6	32	158	8	7	165.000	30	17	170
10	10	13	57	267	12	9	74.648	41	19	107
11	46	9	33	307	12	7	77.955	29	10	54
12	210	15	40	155	12	8	108.087	30	17	84
13	99	2	44	349	8	7	133.077	20	14	99
14	65	14	49	144	14	6	122.617	22	13	110
15	117	8	57	136	13	12	68.167	27	7	113

Después de un mes de implementación del sistema de gestión de inventarios en la empresa SICET S.A.S., se realizó el respectivo seguimiento de los diversos indicadores clave de desempeño establecidos para la fase de control, donde se logró evidenciar que las mejoras en el proceso de gestión de inventarios han sido significativas tanto en términos operativos, disminución de tiempos y disminución de pérdidas económicas, lo cual permite determinar el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto.

En primer lugar, el indicador de cobertura de registro de movimientos logró alcanzar un valor promedio del 97,1%, lo cual permite evidenciar que existe una adopción casi total del sistema por parte del personal de la empresa SICET S.A.S, este resultado representa de forma clara un cambio sustancial y directo frente al escenario inicial, donde la trazabilidad era del 0%, por lo cual en la actualidad es posible garantizar que prácticamente todas las salidas, traspasos y devoluciones de activos que se realizan en la empresa quedan registradas con responsable asignado.

En cuanto a la exactitud del inventario, las auditorías físicas realizadas durante el periodo han evidenciado un porcentaje de coincidencia del 96,8% entre el inventario físico y el sistema, superando la meta establecida del 95%, esto demuestra de forma clara una alta confiabilidad en la información registrada y una mejora abismal en el control y la gestión de los activos de la empresa SICET S.A.S.

En cuanto al indicador de pérdidas económicas, durante el mes de operación no se registraron nuevas pérdidas de elementos o materiales de la empresa, logrando así que se alcanzara un valor de \$0 COP, en contraste con la línea base inicial de \$2.940.000 COP., esto representa una

recuperación potencial del 100% de las pérdidas evitables en el proceso de préstamos de herramientas y materiales, evidenciando así que el impacto directo del sistema en la protección de los activos de la empresa es real y de gran relevancia.

Por otra parte, el tiempo de sincronización del registro se mantuvo en un promedio de 2,5 horas, lo cual es positivo teniendo en cuenta que el límite establecido es de 24 horas, lo que garantiza que la información está siendo actualizada en tiempo casi real y mejora la capacidad de respuesta operativa de la empresa SICET S.A.S.

Además, el análisis comparativo realizado entre los estudios de tiempos antes y después de la implementación permiten observar diversas mejoras significativas en la eficiencia del proceso de préstamos de activos; actividades críticas como la búsqueda de herramientas pasaron de tiempos de ejecución promedio superiores a 500 segundos a valores cercanos a 200–300 segundos, lo cual representa una reducción notorita de hasta un 50%. De esta misma forma, procesos como la recepción, identificación y verificación de insumos mostraron disminuciones promedio que se encuentran entre el 30% y 45%, mientras que otras actividades administrativas como el registro y control se lograron estandarizar, reduciendo la variabilidad y los reprocesos que se presentaban anteriormente.

Estas mejoras operativas del proceso de préstamos de herramientas y materiales se traducen en grandes beneficios económicos indirectos asociados con el ahorro de horas hombre por parte del personal a la hora de realizar la búsqueda de todos los materiales, reducción de reprocesos y mayor disponibilidad de herramientas, se estima que la disminución en tiempos de búsqueda y gestión representa una mejora directa en la productividad operativa superior al 40%, lo cual se ve reflejado directamente en una ejecución más ágil de los proyectos en el campo operativo.

Controlar

El objetivo que tiene esta fase es que las mejoras no dejen de aplicarse con el paso del tiempo o pierdan efectividad por falta de uso. En este sentido para SICET S.A.S se definió un plan de control con 4 indicadores clave de desempeño (KPIs), mecanismos operativos de verificación y esquema de capacitación continua

Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Estos indicadores permiten evaluar de manera cuantitativa el impacto del sistema implementado y detectar indicios de falencias en el proceso.

El primer indicador es la Cobertura de registro de movimientos, este mide que proporción de las salidas físicas de herramientas queda registrada en el sistema digital. Se calcula como:

$$\text{Cobertura de registro (\%)} = \frac{\text{Salidas registradas en el sistema}}{\text{Total de salidas físicas}} * 100$$

El indicador tiene como meta alcanzar un 100% de registro, garantizando que todo movimiento de herramientas cuente con trazabilidad completa. La medición se realiza de manera mensual y permite verificar el cumplimiento del uso obligatorio del sistema. Cualquier valor por debajo de este margen indica que alguien está operando al margen del sistema lo cual históricamente ya generó pérdidas.

El segundo indicador es la Exactitud del inventario, este evalúa la confiabilidad de la información registrada en el sistema frente al inventario físico real. Su fórmula se presenta así:

$$\text{Exactitud (\%)} = \frac{\text{Ítems coincidentes (sistema vs físico)}}{\text{Total de ítems verificados}} * 100$$

La meta en este caso es $\geq 95\%$ de exactitud, la verificación se realiza con auditorías físicas mensuales. El indicador es fundamental para garantizar la integridad de la información. Cuando este indicador decae, la causa casi siempre es una de estas tres cosas: Error de registro, pérdida no detectada o herramienta prestada sin registrar.

El tercer indicador es las Pérdidas económicas por inventario, el indicador mide el impacto financiero asociado a herramientas extraviadas, dañadas o sin responsable asignado. Se calcula como:

$$\text{Pérdidas (COP)} = \Sigma \text{Valor de herramientas perdidas o no recuperadas}$$

Se establece como meta \$0 COP en pérdidas trimestrales, este valor es el más relevante para la gerencia y el que más resalta si el sistema está funcionando o no. Ya que este indicador evalúa el retorno de la implementación, teniendo como línea base pérdidas históricas de \$2.940.000 COP. Su seguimiento se realiza trimestralmente.

El cuarto es el Tiempo de sincronización del registro, definido como el tiempo que transcurre entre el movimiento físico de una herramienta y su registro en el sistema. Se define como:

Tiempo de sincronización = Tiempo transcurrido entre el evento físico y su registro digital

La meta establecida es < 24 horas, con seguimiento semanal. Este indicador es fundamental para que la información disponible en el sistema sea actualizada. Registros tardíos generan decisiones basadas en información desactualizada y puede resultar en errores en la planificación operativa.

Mecanismos de control Operativo

Con la intención de reforzar el cumplimiento del sistema se establece mecanismos de control operativo como: el uso del aplicativo es obligatorio antes de que cualquier herramienta salga de bodega, este control elimina la informalidad del proceso anterior y asegura la trazabilidad desde el origen.

Así mismo se realiza una auditoría física del inventario frente al sistema de manera mensual, mediante esta se logra identificar las discrepancias entre el inventario real y el inventario en el sistema a corto plazo evitando así una bola de nieve de información errada que cause el mismo problema antes tratado.

Adicionalmente, la capacitación del personal (Encargado de bodega y coordinadores de obra) incluye un proceso de inducción para nuevos usuarios y manuales de uso disponibles en todo momento, garantizando así la adopción correcta de la herramienta y reduce la resistencia al cambio.

Sostenibilidad

El sistema está desarrollado sobre Google Workspace, lo que elimina costos de licenciamiento y facilita su replicabilidad en otros proyectos o áreas de la empresa. No es una solución costosa de mantener, lo que incrementa las posibilidades de permanecer en la empresa con el paso del tiempo.

Resultados Generales

El caso de SICET S.A.S. no es un problema de tecnología. Es un problema de hábitos. Durante años, el inventario funcionó porque una sola persona sabía dónde estaba cada cosa. Eso funciona, hasta que deja de funcionar: seis herramientas perdidas o en reclamo, \$2.940.000 COP en pérdidas directas y tiempos de búsqueda que llegaron a 803 segundos por ciclo son la consecuencia de un sistema que dependía enteramente de la memoria de una persona. La primera lección de este proyecto es que el conocimiento empírico concentrado en un individuo es un riesgo organizacional disfrazado de eficiencia

El proyecto nació de un número molesto: \$2.940.000 COP en herramientas perdidas o en reclamo. No es una cifra enorme en términos absolutos, pero para una empresa de servicios de ingeniería que opera con márgenes ajustados, es exactamente el tipo de pérdida que se normaliza con el tiempo hasta que ya nadie recuerda que era evitable.

El estudio de tiempos (45 ciclos observados en condiciones reales) puso números a lo que antes era intuición. Buscar una herramienta tomaba en promedio 399 segundos por ciclo, con picos de 803. El coeficiente de variación era del 60,2%, lo que significa que el tiempo no solo era alto: era impredecible. Un proceso así no se puede planificar. Solo se puede sufrir.

El análisis de Pareto dejó en claro que el problema no estaba repartido parejo. Tres acciones (buscar, recepcionar y reubicar) concentraban el 87% del tiempo operativo. Eso era, en realidad, una buena noticia: una intervención focalizada podía cambiar bastante sin tocar todo.

La solución se construyó en capas, y el orden importó. Primero, la bodega: cuatro zonas definidas por tipo de elemento y frecuencia de uso, bajo criterios ABC y metodología 5S. Antes de pensar en un sistema digital, había que resolver el espacio físico. Digitalizar una bodega desordenada no resuelve nada; solo vuelve el desorden más visible y más difícil de negar. Segundo, el proceso: clasificación ABC del inventario, método FIFO para la rotación y hojas de verificación que documentan el estado de cada elemento. Tercero, la herramienta tecnológica: una aplicación web en HTML integrada con Google Sheets, que registra cada entrega, transferencia y devolución con nombre del trabajador responsable. Sin costo de licenciamiento. Sin depender del encargado de bodega como usuario principal.

Lecciones y recomendaciones

El caso de SICET S.A.S. no es un problema de tecnología. Es un problema de hábitos. Durante años, el inventario funcionó porque una sola persona sabía dónde estaba cada cosa. Eso funciona, hasta que deja de funcionar: seis herramientas perdidas o en reclamo, \$2.940.000 COP en pérdidas directas y tiempos de búsqueda que llegaron a 803 segundos por ciclo son la consecuencia de un sistema que dependía enteramente de la memoria de una persona. La primera lección de este proyecto es que el conocimiento empírico concentrado en un individuo es un riesgo organizacional disfrazado de eficiencia.

Antes de la redistribución, tres acciones (buscar herramienta, recepcionar solicitud y reubicar insumo) concentraban el 87% del tiempo operativo del proceso. La sola búsqueda promediaba 399 segundos por ciclo, con un coeficiente de variación del 60,2%. Eso significa que el tiempo no solo era alto, sino impredecible. En ese escenario, planificar es casi imposible. La redistribución física de la bodega bajo criterios ABC y 5S no fue un ejercicio estético: fue la intervención con mayor potencial de impacto sobre la eficiencia del proceso. La lección es directa: antes de pensar en tecnología, hay que resolver el espacio.

Uno de los aprendizajes más importantes de este proyecto es el orden en que se deben hacer las cosas. La aplicación web diseñada para registrar entregas, transferencias y devoluciones tiene sentido porque, antes de desarrollarla, ya se había reorganizado la bodega, clasificado el inventario y estandarizado el proceso. Si se hubiera implementado el sistema digital sobre la dinámica anterior (sin zonificación, sin criterios de clasificación, sin protocolo de devolución), el resultado habría sido simplemente digitalizando el desorden. La tecnología no corrige los procesos mal diseñados: solo los vuelve más visibles.

El encargado de bodega es un adulto mayor sin disposición para usar herramientas digitales. La empresa decidió no reemplazarlo. Eso no es un detalle anecdótico: es una restricción de diseño que condicionó toda la solución. El aplicativo web tuvo que diseñarse con la suficiente simplicidad para no depender del encargado como usuario principal, y el proceso de capacitación debió contemplar esa realidad desde el principio. La lección aquí es que diseñar soluciones de mejora sin considerar las capacidades y limitaciones reales del personal que las va a operar es garantía de fracaso. No existe la solución perfecta en abstracto; solo existe la solución que la organización real puede sostener.

El problema más grave identificado no fue la falta de registro en la entrega, sino la ausencia casi total de registro en la devolución. Las herramientas salían con un respaldo físico parcial y regresaban (a veces) sin ningún soporte. Ese vacío en el cierre del ciclo fue el que permitió que \$2.940.000 en activos se perdieran sin identificar responsables. Cualquier sistema de control de inventarios, digital o no, debe tratar el registro de devolución con el mismo rigor que el registro de entrega. Un ciclo abierto es una pérdida esperando ocurrir.

El proyecto definió cuatro KPIs: cobertura de registro, exactitud del inventario, pérdidas económicas y tiempo de sincronización. Todos son medibles, tienen metas concretas y responden a causas raíz identificadas. Pero su valor real depende de que alguien en la organización los revise con regularidad y actúe cuando se desvíen. La recomendación es que la gerencia asuma la revisión de estos indicadores como parte de su rutina mensual. No hace falta un tablero sofisticado: con las auditorías físicas mensuales y la revisión del sistema ya se puede tomar decisiones. Lo que no puede pasar es que los indicadores existan solo en el documento del proyecto.

SICET S.A.S. no es un caso único. Hay decenas de empresas de servicios de ingeniería en Colombia que operan con el mismo esquema: bodega sin zonificación, registros manuales, control centralizado en una persona y pérdidas recurrentes que se normalizan con el tiempo. El diseño metodológico de este proyecto DMAIC aplicado a inventarios de herramientas técnicas móviles, clasificación ABC, redistribución física y sistema web desarrollado sobre Google Workspace sin costos de licenciamiento fue pensado para ser replicable sin grandes inversiones. La recomendación para otras organizaciones en condiciones similares es empezar por donde más duele: medir el tiempo de búsqueda. Ese número, solo, suele ser suficiente para justificar el cambio.

Bibliografía

- Adeodu, A., Maladzhi, R., Kana-Kana Katumba, M. G., & Daniyan, I. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach: A case of third party logistics (3PL) services. *Heliyon*, 9(4), e14915. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14915>
- Álvarez Rodríguez, L., Martínez Morún, C., & Reyes López, M. (2023). Propuesta de un sistema de gestión y control de inventarios en la bodega de almacenamiento a partir de un estudio de rotación y trazabilidad de los productos comercializados por la Distribuidora La Ruta Costa Rica durante el periodo 2021-2022. [Trabajo de grado, Universidad Técnica Nacional]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.13077/838>
- Chemical Color Nicaragua S.A. (2022). Sistema de información web para control de inventarios. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional. <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/5206>
- Crispin López, M. (2022). Plan para la implementación de sistema de inventarios mediante los métodos PEPS y ABC en bodega de medicamentos de Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) Unidad Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. [Trabajo de grado, Universidad Rural de Guatemala]. Repositorio Institucional. <https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2024/08/0569-2020.pdf>
- Escobar Saavedra, J. (2025). Desarrollo de un aplicativo web de gestión de inventarios dirigido a Mipymes del sector de venta de víveres. [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/14216>
- Fajar, M., Azhar, R., Anshori, Y., & Laila, R. (2023). Optimization of inventory management with QR code integration and sequential search algorithm: A case study in a regional revenue office. 9(2). 412-420. <https://doi.org/10.30871/jaic.v9i2.8919>
- Gomaa, A. (2025). Enhancing efficiency and effectiveness in MRO inventory management using Lean Six Sigma. *The IUP Journal of Operations Management*. 24(1). 19-55. <https://doi.org/10.71329/IUPJOM/2025.24.1.19-55>
- Gómez, J. A. A., Cardoso, E. P., Guzmán, R. A., Espinosa, L. M. M., Guzmán, L. E. R., & Palma, A. V. S. (2022). Diseño de un sistema de control de inventario para las microempresas del

- sector comercial del municipio de Girardot, Cundinamarca. 14(1). 248-259. <https://revistas.uninunez.edu.co/aglala/article/view/2400>
- González Orozco, S., Dager De la Hoz, K., Moreno Ventura, S., & Morrón, A. (2021). Método ABC aplicado al control de inventarios en una empresa de ferretería de la ciudad de Barranquilla. [Artículo académico, Universidad Simón Bolívar]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12442/9306>
- Maredel, T., Baylosis, J., Abiles, J., Catungal, M., & Encarnación, P. (2023). Web-based inventory management system. *International Journal of Science and Applied Information Technology*, 12(5), 44–48. <https://doi.org/10.30534/ijisait/2023/021252023>
- Onofre, E. E., Macias, R. G., & Silva, E. Y. H. (2026). Mejora de la gestión de inventarios mediante una plataforma sin código. *Research, Society and Development*, 15(5), e7815551063. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v15i5.51063>
- Palma Cardoso, E., Acebedo Molina, D. G., Morales Lugo, R. E., & Guzmán, R. A. (2023). Gestión de inventarios en microempresas del sector farmacéutico, Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(Especial 9), 464–481. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.e9.29>
- Pierli, G., Murmura, F., & Bravi, L. (2025). Lean manufacturing and sustainability pillars: A systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*. 17(8) 1–2. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2024-0197>
- Quintanilla Quiroz, S., & Mayorga Gutiérrez, M. (2025). Desarrollar un sistema web para el control de inventario y gestión en la Tienda de Teléfonos y Accesorios Bendición de Dios, en el municipio Nandaime en el periodo noviembre. [Trabajo de grado, Universidad Central de Nicaragua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucn.edu.ni/id/eprint/186>
- Rahman, M., & Kirby, D. (2024). The lean advantage: Transforming e-commerce warehouse operations for competitive success. *Logistics*. 8(4). 1-17. <https://doi.org/10.3390/logistics8040129>
- Rueda Vera, G., Avendaño Castro, W. R., & Parada Trujillo, A. E. (2022). Sistemas de información y control de inventarios en micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) de la ciudad de Cúcuta, Colombia. *Saber, Ciencia y Libertad*, 17(2), 328–351. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2022v17n2.9295>

- Sahare, M. (2024). A study on inventory management in lean manufacturing. <https://iimidr.ac.in/wp-content/uploads/2024/07/A-study-on-inventory-management-in-lean-manufacturingTH126.pdf>
- Torres Sierra, C. (2022). Análisis ABC y su relevancia en la gestión de inventarios: Un estudio de revisión. Análisis sistemático de literatura. [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/45078>
- Valenzuela Velasco, C., Benalcázar Dalfo, G., & Delgado Saeteros, Z. (2024). Gestión de inventarios en organizaciones de emprendimiento: Una aproximación teórica. *Prohominum*, 6(2), 193–204. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0242>
- Villamil, C., Montesinos González, S., & Vázquez Cid De León, C. (2024). Propuesta de mejora para el control y el manejo de un almacén con productos de papelería. *Ingeniería Industrial*, (47), 15–32. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2024.n47.7023>
- Walton, D., & Alegbe, T. (2024). Design of a web-based inventory management system for small and medium sized production companies. 12(3). 111-124. <https://www.seahipublications.org/wp-content/uploads/2024/07/IJIISTR-S-12-2024.pdf>

Anexos

Anexo 1. Manual de uso aplicación Sistema de Gestión de Bodega.

Manual de Usuario — Sistema de Gestión de Bodega



Control de salida - Traspaso entre responsables - Devolución a bodega
Registro fotográfico - Sincronización automática con Google Sheets

Versión
3.0

Área
Logística y Bodega

Alcance: Este manual está dirigido a los colaboradores encargados de gestionar la salida, traspaso y devolución de materiales y herramientas desde y hacia bodega.

1. ¿Qué es la aplicación?

La aplicación de Gestión de Bodega es una herramienta digital diseñada para llevar el control completo del ciclo de vida de los materiales y herramientas que salen de bodega, circulan entre responsables en las obras, y regresan.

Toda la información se guarda automáticamente en Google Sheets, permitiendo que el supervisor o jefe de bodega consulte los registros en tiempo real desde cualquier dispositivo.

1.1 ¿Qué problema resuelve?

Antes de esta herramienta, el seguimiento de materiales era manual y propenso a errores. Con la app:

- Se tiene trazabilidad de quién tiene cada herramienta o material y en qué obra.
- Mediante registro fotográfico se conoce el estado de los elementos en cada movimiento.
- Todos los traspasos entre responsables quedan trazados bajo un mismo ID de proceso.
- No se puede cerrar un proceso sin registrar la devolución formal a bodega.
- Los datos llegan automáticamente a Google Sheets sin necesidad de digitarlos manualmente.

1.2 ¿Cómo funciona el ciclo de un proceso?

Cada vez que se entrega material desde bodega, se abre un proceso con un ID único (por ejemplo, #1). Ese ID agrupa todos los eventos relacionados:



Importante: Un proceso permanece ABIERTO mientras los materiales estén fuera de bodega. Solo se cierra cuando se registra la devolución. Pueden existir múltiples traspasos dentro del mismo proceso.

1. ¿Qué es la aplicación?

La aplicación de Gestión de Bodega es una herramienta digital diseñada para llevar el control completo del ciclo de vida de los materiales y herramientas que salen de bodega, circulan entre responsables en las obras, y regresan.

Toda la información se guarda automáticamente en Google Sheets, permitiendo que el supervisor o jefe de bodega consulte los registros en tiempo real desde cualquier dispositivo.

1.1 ¿Qué problema resuelve?

Antes de esta herramienta, el seguimiento de materiales era manual y propenso a errores. Con la app:

- Se tiene trazabilidad de quién tiene cada herramienta o material y en qué obra.
- Mediante registro fotográfico se conoce el estado de los elementos en cada movimiento.
- Todos los trasposos entre responsables quedan trazados bajo un mismo ID de proceso.
- No se puede cerrar un proceso sin registrar la devolución formal a bodega.
- Los datos llegan automáticamente a Google Sheets sin necesidad de digitarlos manualmente.

1.2 ¿Cómo funciona el ciclo de un proceso?

Cada vez que se entrega material desde bodega, se abre un proceso con un ID único (por ejemplo, #1). Ese ID agrupa todos los eventos relacionados:



Importante: Un proceso permanece ABIERTO mientras los materiales estén fuera de bodega. Solo se cierra cuando se registra la devolución. Pueden existir múltiples trasposos dentro del mismo proceso.

3. Módulo 1 — Registro de salida de bodega

¿Cuándo usarlo? Cada vez que se entreguen materiales o herramientas desde bodega a un responsable. Este es el primer paso del proceso y asigna el ID único.

3.1 Pasos para registrar una salida

- 1 Haga clic en el botón verde "Registro de salida de bodega"**
El formulario se desplegará en pantalla. Todos los campos deben llenarse con cuidado.
- 2 Complete los campos del formulario**
Ver tabla de campos en la sección 3.2. Los campos obligatorios deben llenarse sin excepción.
- 3 Agregue los materiales o herramientas**
Use el botón "+ Agregar ítem" para cada elemento. Indique descripción, cantidad y unidad (und, m, kg, etc.).
- 4 Tome o cargue las fotos del estado inicial**
Use "Tomar foto" para la cámara del dispositivo, o "Cargar de galería" para imágenes existentes.
- 5 Haga clic en "Abrir proceso y registrar salida"**
El sistema asignará un ID (#1, #2, #3...) y enviará los datos automáticamente a Google Sheets.

3.2 Descripción de campos

Campo	Descripción	Tipo
Fecha de salida	Fecha en que se entrega el material. Por defecto trae la fecha actual.	Obligatorio
Responsable inicial	Nombre completo de la persona que recibe los materiales y se hace responsable.	Obligatorio
Obra / Proyecto	Nombre o código del proyecto al que van destinados los materiales.	Obligatorio
Cédula / ID	Número de identificación del responsable inicial.	Obligatorio
Observaciones	Estado inicial de los materiales, condiciones especiales, acuerdos o novedades.	Opcional
Descripción del ítem	Nombre claro del material o herramienta. Ej: Taladro DeWalt 1/2", Cable coaxial RG6.	Obligatorio
Cantidad	Número de unidades, metros, kilos, etc.	Obligatorio
Unidad	und, m, ml, kg, gl, etc.	Opcional
Fotos	Imágenes del estado de los materiales al momento de la entrega.	Opcional

Importante: Una vez guardado el registro, el proceso queda ABIERTO con su ID. No se puede modificar. Si cometió un error, avise al administrador antes de continuar.

3.3 Consejos para el registro fotográfico

- Tome fotos de TODOS los elementos antes de entregarlos.
- Capture el número de serie o código si el elemento lo tiene.
- Si hay daños previos, fotografíe el daño para que quede registrado como estado inicial.
- Fotos nitidas y bien iluminadas facilitan las reclamaciones posteriores.
- Puede agregar múltiples fotos por registro — no hay límite.
- Para eliminar una foto por error, toque la X roja sobre la miniatura.

4. Módulo 2 — Traspaso de materiales

¿Cuándo usarlo? Cuando un material que ya salió de bodega cambia de responsable dentro de las obras. El proceso sigue abierto bajo el mismo ID.

4.1 Pasos para registrar un traspaso

- 1 Haga clic en el botón azul "Traspaso de materiales"**
La pantalla mostrará la lista de todos los procesos activos (abiertos).
- 2 Seleccione el proceso correcto de la lista**
Toque la tarjeta del proceso. Puede identificarlo por el ID, la obra y el responsable actual.
- 3 Complete los datos del traspaso**
El campo "Quien entrega" se llena automáticamente. Solo ingrese los datos del nuevo responsable.
- 4 Registre el estado del material y tome fotos**
Documente el estado en que se entregan los materiales al nuevo responsable.
- 5 Haga clic en "Registrar traspaso"**
El proceso se actualiza: el nuevo responsable queda como encargado actual. El ID no cambia.

4.2 Descripción de campos del traspaso

Campo	Descripción	Tipo
Fecha	Fecha en que se realiza el traspaso físico del material.	Obligatorio
Quien entrega	Se llena automáticamente con el responsable actual del proceso.	Obligatorio
Quien recibe	Nombre completo del nuevo responsable que recibe los materiales.	Obligatorio
Cédula del que recibe	Identificación del nuevo responsable.	Obligatorio
Nueva obra / Destino	Si los materiales van a una obra diferente, indíquela aquí.	Opcional
Estado del material	Seleccione: Bueno, Regular o Con daños.	Obligatorio
Observaciones	Cualquier novedad relevante al momento del traspaso.	Opcional
Fotos	Evidencia fotográfica del estado del material en el momento del traspaso.	Opcional

¿Cuántos trasposos puede tener un proceso? Un proceso puede tener tantos trasposos como sea necesario. Todos quedan registrados en Google Sheets con el mismo ID de proceso, creando una trazabilidad completa.

4.3 ¿Cómo identificar el proceso correcto?

En la lista de procesos activos, cada tarjeta muestra:

- El número de ID del proceso (ej: #3)
- El estado: "Activo" (sin trasposos previos) o "Con traspaso" (ya hubo uno o más)
- La obra actual y el nombre del responsable en ese momento
- Los materiales que contiene el proceso
- La cantidad de fotos ya registradas en ese proceso

Verificación: Antes de confirmar el traspaso, verifique que el proceso seleccionado (el ID y la lista de materiales) corresponde realmente a lo que está entregando. No se puede deshacer.

5. Módulo 3 — Devolución a bodega

¿Cuándo usarlo? Cuando los materiales o herramientas regresan físicamente a la bodega. Este paso CIERRA el proceso definitivamente.

5.1 Pasos para registrar una devolución

- 1 Haga clic en el botón "Devolución a bodega"**
Se mostrará la lista de todos los procesos que están actualmente abiertos.
- 2 Seleccione el proceso que se está cerrando**
Toque la tarjeta del proceso. Confirme que el ID y los materiales corresponden.
- 3 Complete los datos de la devolución**
Indique la fecha, el nombre del bodeguero que recibe, el estado de los materiales y las observaciones.
- 4 Tome fotos del estado final de los materiales**
Documente el estado en que regresan los materiales. Esto es clave para identificar daños o faltantes.
- 5 Haga clic en "Cerrar proceso y registrar devolución"**
El proceso queda CERRADO. Ya no aparecerá en la lista de procesos activos. Los datos van a Sheets.

5.2 Descripción de campos de la devolución

Campo	Descripción	Tipo
Fecha de devolución	Fecha en que los materiales regresan físicamente a bodega.	Obligatorio
Quien devuelve	Se llena automáticamente con el último responsable del proceso.	Obligatorio
Bodeguero que recibe	Nombre de la persona que recibe los materiales en bodega.	Obligatorio
Estado de los materiales	Bueno / Regular / Con daños / Incompleto.	Obligatorio
Observaciones	Descripción detallada del estado: daños específicos, elementos faltantes, novedades.	Opcional
Fotos	Evidencia del estado final de los materiales al ingresar a bodega.	Opcional

Atención — Estado "Incompleto" o "Con daños": Si los materiales regresan dañados o incompletos, seleccione el estado correspondiente y describa detalladamente en Observaciones qué está dañado o qué falta. Tome fotos de los daños. Esto queda registrado en Sheets para gestión posterior.

6. Registro fotográfico

Cada uno de los tres módulos (salida, traspaso y devolución) incluye una sección de registro fotográfico. Las fotos son evidencia del estado de los materiales en cada momento del proceso.

6.1 ¿Cómo tomar una foto desde la app?

7. Haga clic en el botón "Tomar foto".
8. El sistema pedirá permiso para acceder a la cámara — seleccione "Permitir".
9. Se activará la cámara trasera del dispositivo.
10. Enfoque el material o herramienta.
11. Toque el botón circular para capturar la imagen.
12. La foto aparecerá como miniatura en la pantalla.
13. Puede tomar tantas fotos como necesite.
14. Haga clic en "X Cerrar" para cerrar la cámara cuando termine.

6.2 ¿Cómo cargar fotos desde la galería?

15. Haga clic en el botón "Cargar de galería".
16. Se abrirá el explorador de archivos o galería del dispositivo.
17. Seleccione una o varias imágenes.
18. Las fotos seleccionadas aparecerán como miniaturas.

6.3 Gestión de fotos en el formulario

- Para VER una foto en tamaño completo: toque la miniatura.
- Para ELIMINAR una foto: toque el botón X rojo en la esquina de la miniatura.
- El contador debajo de las fotos indica cuántas imágenes tiene el registro.
- Las fotos se guardan junto con el registro al enviar el formulario.

□ **En celulares Android:** Si la cámara no funciona al abrir el HTML desde archivo local, use el botón "Cargar de galería" como alternativa. La cámara funciona correctamente cuando la app se abre desde un enlace web (Google Drive).

6.4 ¿Dónde quedan guardadas las fotos?

Las fotos se guardan dentro del registro en la memoria del dispositivo. En Google Sheets aparece el número de fotos tomadas por cada registro (ej: "3 foto(s)"). La gestión de las imágenes se realiza desde la propia aplicación.

7. Historial de registros

En la parte inferior de la pantalla hay una tabla con todos los registros realizados desde ese dispositivo, ordenados del más reciente al más antiguo.

7.1 ¿Qué información muestra el historial?

Columna	Contenido
Proc.	ID del proceso (#1, #2, #3...). Todos los registros de un mismo proceso comparten el mismo número.
Tipo	RECEPCIÓN (verde) / TRASPASO (azul) / DEVOLUCIÓN (amarillo).
Fecha	Fecha del registro tal como fue ingresada.
Participantes	Responsables involucrados. Para traspasos: Entrega → Recibe.
Obra	Nombre del proyecto o código de obra asociado al registro.
Fotos	Cantidad de fotos adjuntas en ese registro específico.

7.2 Exportar a CSV (Excel local)

El botón "Exportar CSV local" descarga todos los registros del historial en un archivo ".csv" que se puede abrir con Microsoft Excel o Google Sheets.

- El archivo se llama: bodega_AAAA-MM-DD.csv (con la fecha del día).
- Incluye todos los registros: salidas, traspasos y devoluciones.
- Al abrir en Excel, seleccione "punto y coma" como separador si los datos aparecen en una sola columna.
- Las fotos NO se incluyen en el CSV, solo el conteo de fotos por registro.

8. Ejemplo de flujo completo

A continuación se muestra un ejemplo real de cómo quedaría registrado el ciclo completo de una herramienta.

Escenario: Taladro y escalera para Obra Norte

Acción	Tipo	Fecha	Entrega	Recibe	Estado
#1	RECEPCIÓN	01/04/2026	Bodega	Carlos Ruiz	Bueno
#1	TRASPASO	05/04/2026	Carlos Ruiz	Pedro Gómez	Bueno
#1	DEVOLUCIÓN	10/04/2026	Pedro Gómez	Bodega	Con daños

En este ejemplo, los 3 registros en Google Sheets llevan el mismo ID (#1), permitiendo ver el ciclo completo: quién sacó, quién recibió en traspaso, y en qué estado se devolvió.

9. Buenas prácticas y recomendaciones

9.1 Antes de registrar una salida

- Verifique físicamente que los materiales están completos y en buen estado.
- Asegúrese de que el responsable que va a firmar esté presente.
- Tome fotos ANTES de entregar, no después.
- Si el material ya tiene daños, regístrelos en el campo Observaciones y fotografíe.

9.2 Durante el proceso (en obra)

- Si una herramienta cambia de manos, registre el traspaso el mismo día que ocurre.
- No deje pasar días sin registrar un traspaso → puede haber confusión de responsabilidades.
- En caso de pérdida o daño, notifique inmediatamente al jefe de bodega y registre en Observaciones.

9.3 Al devolver materiales

- Devuelva siempre al bodeguero designado → no deje materiales sin registro de devolución.
- El bodeguero que recibe debe verificar la lista de materiales antes de confirmar.
- Si falta algo, seleccione estado "Incompleto" y detalle en Observaciones qué falta.
- Tome fotos de cada elemento devuelto, especialmente si hay daños.

9.4 Sobre los datos ingresados

- Use nombres completos, sin abreviaciones para facilitar búsquedas posteriores.
- En el campo Obra, use siempre el mismo nombre o código → la consistencia facilita los filtros en Sheets.
- En Observaciones, sea específico: "Taladro con golpe en la carcasa derecha" es mejor que "taladro dañado".
- Los campos de Cédula son importantes para identificar responsabilidades legales.

10. Preguntas frecuentes

¿Qué pasa si cometí un error al registrar?

Los registros no se pueden editar desde la app. Si cometió un error, avise inmediatamente al administrador del sistema, quien puede corregirlo directamente en Google Sheets. No registre datos falsos para "corregir".

¿Por qué no aparece el proceso que busco en la lista de traspasos?

Los procesos solo aparecen en la lista si están abiertos (en estado Activo o Con traspaso). Si no lo ve, puede que ya fue cerrado con una devolución, o que fue registrado desde otro dispositivo. Consulte el Historial o el Google Sheets directamente.

¿Puedo usar la app en varios celulares al mismo tiempo?

Sí. Cada dispositivo gestiona sus propios procesos localmente y envía los registros al mismo Google Sheets. Tenga en cuenta que los IDs de proceso son independientes por dispositivo (el celular A puede tener un proceso #5 diferente al proceso #5 del celular B).

¿Los datos se pierden si cierro el navegador?

No. La app guarda todos los datos en la memoria local del dispositivo automáticamente. Al volver a abrir el archivo HTML, todos los registros e historial estarán disponibles.

¿Qué hago si la cámara no funciona?

Use el botón "Cargar de galería" como alternativa. Tome las fotos con la cámara del celular normalmente y luego cárguelas desde la galería. Si abre la app desde un enlace web en lugar de desde un archivo local, la cámara directa funcionará sin problemas.

¿Qué significa el estado "Con traspaso" en un proceso?

Significa que el proceso ya tuvo al menos un traspaso registrado. El material sigue fuera de bodega y el proceso permanece abierto. Todavía puede tener más traspasos hasta que se registre la devolución final.

¿A quién llamo si la app muestra "Error de conexión" en Sheets?

El indicador rojo significa que no hay conexión al Google Sheets en ese momento. Los datos se siguen guardando localmente y se sincronizarán cuando vuelva la conexión al guardar el siguiente registro. Avise al administrador del sistema para revisar la configuración.

11. Tarjeta de referencia rápida

Recorte o guarde esta sección como referencia durante el uso diario de la aplicación.

SALIDA DE BODEGA	TRASPASO	DEVOLUCIÓN
1. Fecha de salida 2. Nombre del responsable 3. Cédula 4. Obra / Proyecto 5. Lista de materiales 6. Fotos del estado inicial 7. Guardar → nuevo ID asignado	1. Seleccionar proceso activo 2. Verificar ID y materiales 3. Nombre del nuevo responsable 4. Cédula del que recibe 5. Estado del material 6. Fotos del traspaso 7. Guardar → mismo ID	1. Seleccionar proceso activo 2. Verificar materiales a devolver 3. Nombre del bodeguero 4. Estado final del material 5. Observaciones de daños/faltantes 6. Fotos del estado final 7. Guardar → proceso CERRADO

Regla de oro: NINGÚN material o herramienta debe salir de bodega sin registro. NINGUNA devolución es válida sin el respectivo cierre del proceso en la app. El registro es responsabilidad de quien realiza el movimiento físico.