



Universidad De Las Américas

MAESTRÍA EN GESTIÓN POR PROCESOS CON MENCIÓN EN
TRANSFORMACIÓN DIGITAL

PROPUESTA DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRÉSTAMO
DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA A TRAVÉS DE
UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL REGISTRO Y CONTROL

Docente: Cristina Viteri

Autor: Catherine Alexandra Rodríguez Quishpe

2024

Resumen

Esta propuesta busca abordar la problemática en el proceso de préstamos de equipos y herramientas en el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, donde actualmente se observa una deficiencia operativa y un inadecuado control de inventarios. Para mejorar la situación, inicialmente se propone aplicar la Técnica de las 5'S, que se enfocará en la limpieza y el orden en los laboratorios lo que permitirá un correcto levantamiento de inventario. Este paso es fundamental para la posterior automatización del proceso y la implementación de un registro digital que permita un control más eficiente y preciso.

El objetivo principal es identificar las deficiencias y oportunidades de mejora en el proceso actual, así como medir la eficiencia operativa y el índice de satisfacción del cliente. Estos datos serán comparados con los valores obtenidos tras la implementación de las mejoras propuestas, lo que permitirá evaluar el impacto y la efectividad de la propuesta.

La metodología que se empleará para implementar estas mejoras es el Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Para la simulación del proceso antes y después de la mejora, se utilizará la herramienta Bizagi Modeler, mientras que la automatización se llevará a cabo con Bizagi Studio.

Se espera que estas acciones resulten en una mejora considerable de los indicadores del proceso, validando así la propuesta como una alternativa rentable y viable para resolver la problemática planteada. Con una gestión más eficiente y controlada, se anticipa un aumento en la disponibilidad de equipos, reducción de pérdidas y daños, y una mayor satisfacción de los estudiantes.

Palabras clave: Automatización, proceso, eficiencia, satisfacción al cliente.

Abstract

This proposal aims to address the issues in the equipment and tool lending process in the Automotive Engineering workshop at Universidad Politécnica Salesiana, where there are currently operational inefficiencies and inadequate inventory control. To improve the situation, it is initially proposed to apply the 5'S Technique, focusing on cleanliness and order in the laboratories, which will allow for proper inventory management. This step is fundamental for the subsequent automation of the process and the implementation of a digital record that will enable more efficient and accurate control of the equipment lending process.

The main objective is to identify deficiencies and opportunities for improvement in the current process, as well as to measure operational efficiency and customer satisfaction. These data will be compared with the values obtained after the proposed improvements are implemented, allowing for the evaluation of the solution's impact and effectiveness.

The methodology to be used for implementing these improvements is the PDCA Cycle (Plan, Do, Check, Act). For simulating the process before and after the improvement, the Bizagi Modeler tool will be used, while the automation will be carried out with Bizagi Studio.

It is expected that these actions will result in a considerable improvement in process indicators, thus validating the proposal as a cost-effective and viable alternative to solve the identified issues. With more efficient and controlled management, an increase in equipment availability, a reduction in losses and damages, and greater students satisfaction are anticipated.

Keywords: Automation, process, efficiency, customer satisfaction.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Antecedentes | 1 |
| 1.1. Descripción de la Organización..... | 1 |
| Misión | 1 |
| Visión..... | 1 |
| Valores Institucionales..... | 2 |
| Organigrama funcional | 2 |
| Ubicación | 3 |
| Cartera de productos..... | 4 |
| Cartera de clientes | 4 |
| Tecnología | 5 |
| Posición en el mercado | 6 |
| Certificaciones | 7 |
| Normativa legal vigente a cumplir | 7 |
| Análisis FODA..... | 8 |
| 1.2. Descripción del Problema | 9 |
| Líneas de servicio | 12 |
| Procesos que requieren mejorar | 12 |
| 1.3. Justificación del problema..... | 13 |
| 1.4. Alcance | 14 |
| 1.5. Objetivos | 14 |
| Objetivo General | 14 |
| Objetivos Específicos | 14 |
| 2. Revisión de Literatura..... | 16 |
| Fundamentos Teóricos..... | 16 |
| Calidad..... | 16 |
| Servicio | 16 |
| Calidad del Servicio..... | 17 |
| Proceso..... | 17 |
| Caracterización de un proceso | 17 |
| Diagrama de Tendencias..... | 18 |
| Capacidad de un proceso..... | 18 |
| VSM..... | 18 |
| AMEF..... | 18 |
| Diagrama de Ishikawa | 18 |

| | |
|--|----|
| Diagrama de Pareto | 19 |
| Técnica de los 5 por qué's..... | 19 |
| Matriz de Priorización | 19 |
| Análisis de casos similares..... | 19 |
| 3. Método..... | 23 |
| 3.1. Análisis de la Situación Inicial..... | 23 |
| Gestión de procesos..... | 23 |
| Caracterización del proceso | 23 |
| 3.2. Análisis de datos y Transformación Digital..... | 24 |
| Cálculo de la capacidad el proceso..... | 27 |
| VSM Actual | 29 |
| Takt Time | 30 |
| AMEF Inicial..... | 31 |
| Árbol de problemas | 32 |
| 3.3. Análisis del problema real con datos del proceso..... | 33 |
| Simulación del proceso..... | 33 |
| 3.4. Priorización de los problemas | 35 |
| Diagrama de Pareto | 35 |
| Análisis de causas..... | 36 |
| 3.5. Priorización de causas..... | 37 |
| Matriz de priorización | 37 |
| 4. Resultados..... | 39 |
| 4.1. Propuesta y justificación de alternativas de solución | 39 |
| 4.2. Plan de mejora | 40 |
| Fases del Plan de mejora | 40 |
| Diagrama de Gantt..... | 40 |
| 4.3. Indicadores de seguimiento del plan de mejora..... | 41 |
| Matriz de Indicadores | 41 |
| 4.4. Análisis del proceso mejorado | 42 |
| Modelado de proceso mejorado..... | 42 |
| Caracterización mejorada..... | 43 |
| VSM Final | 44 |
| AMEF Final | 45 |
| Simulación Final..... | 46 |
| 4.5. Automatización del proceso..... | 47 |
| 4.6. Análisis Indicadores del proceso..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Eficiencia del proceso..... | 51 |
| Eficiencia operativa | 51 |
| Satisfacción del cliente | 52 |
| 4.7. Análisis Costo – Beneficio | 52 |
| 4.8. Análisis de Resultados | 53 |
| 4.9. Discusión de Resultados | 55 |
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 59 |
| Bibliografía..... | 61 |
| Anexos | 64 |

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Cartera de Clientes | 5 |
| Tabla 2 Inventario de Procesos..... | 10 |
| Tabla 3 Comparativa de Casos Similares..... | 20 |
| Tabla 4 Causas de No Conformidades..... | 35 |
| Tabla 5 Matriz de priorización de causas | 38 |
| Tabla 6 Matriz de Indicadores del proceso | 41 |
| Tabla 7 Registro de No Conformidades Mes de Marzo-24 | 50 |
| Tabla 8 Cálculo de Indicadores del Proceso..... | 52 |
| Tabla 9 Indicadores Costo-Beneficio..... | 53 |
| Tabla 10 Discusión de Problemática | 55 |
| Tabla 11 Discusión de Metodología y Propuesta de Mejora | 56 |
| Tabla 12 Discusión de Herramientas y Costos de Implementación..... | 57 |
| Tabla 13 Discusión de Indicadores de Mejora | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 1 Organigrama Universidad Politécnica Salesiana | 3 |
| Figura 2 Organigrama de la Carrera de Ingeniería Automotriz..... | 3 |
| Figura 3 Ubicación del Laboratorio Automotriz UPS..... | 4 |
| Figura 4 Equipos de Laboratorios Primer Piso..... | 5 |
| Figura 5 Equipos de Laboratorios Segundo Piso..... | 6 |
| Figura 6 Benchmarking de Ingeniería Automotriz en Quito..... | 7 |
| Figura 7 Análisis de Fortalezas y Debilidades..... | 8 |
| Figura 8 Análisis de Oportunidades y Amenazas..... | 9 |
| Figura 9 Mapa de Macroprocesos..... | 10 |
| Figura 10 Líneas de Servicio del Laboratorio UPS..... | 12 |
| Figura 11 Modelo de la Situación Actual del proceso | 23 |
| Figura 12 Caracterización del Proceso Actual | 24 |
| Figura 13 Diagrama de Tendencias de Tiempo en la Situación Actual..... | 25 |
| Figura 14 Diagrama de tendencias de No Conformidades en la Situación Actual..... | 26 |
| Figura 15 Gráfica de Normalidad de la Situación Actual..... | 27 |
| Figura 16 Capacidad del proceso en la Situación Actual..... | 28 |
| Figura 17 Gráfica de Normalidad de No Conformidades en la Situación Actual | 28 |
| Figura 18 Gráfica de Control de No Conformidades en la Situación Actual..... | 29 |

| | |
|--|----|
| Figura 19 VSM Actual..... | 30 |
| Figura 20 AMEF Inicial..... | 31 |
| Figura 21 Árbol de Problemas..... | 32 |
| Figura 22 Simulación de la Situación Actual..... | 34 |
| Figura 23 Resultados de Simulación de la Situación Actual..... | 34 |
| Figura 24 Diagrama de Pareto..... | 36 |
| Figura 25 Diagrama de Ishikawa..... | 36 |
| Figura 26 Técnica de los "5 Por qué´s"..... | 37 |
| Figura 27 Ciclo PHVA..... | 39 |
| Figura 28 Fases del Ciclo PHVA..... | 40 |
| Figura 29 Diagrama de Gantt..... | 41 |
| Figura 30 Modelado del Proceso Mejorado..... | 43 |
| Figura 31 Caracterización del Proceso Mejorado..... | 44 |
| Figura 32 VSM Final..... | 45 |
| Figura 33 AMEF Final..... | 46 |
| Figura 34 Simulación del Proceso Mejorado..... | 47 |
| Figura 35 Resultados de la Simulación del proceso mejorado..... | 47 |
| Figura 36 Automatización de la Solicitud..... | 48 |
| Figura 37 Automatización de la Aprobación..... | 48 |
| Figura 38 Automatización del Registro de Entrega..... | 49 |
| Figura 39 Automatización del Registro de Recepción..... | 50 |
| Figura 40 Resultados de encuesta de Satisfacción del proceso..... | 51 |
| Figura 41 Indicadores del proceso..... | 54 |
| Figura 42 Indicadores de Costo Beneficio..... | 54 |

1. Antecedentes

1.1. Descripción de la Organización

“La Universidad Politécnica Salesiana (UPS) se crea mediante Ley N.º 63 expedida por el Congreso Nacional y publicada en el Registro Oficial suplemento del 05 de agosto de 1994 - N.º 499. La UPS es una institución de derecho privado sin fines de lucro, cofinanciada con fondos provenientes del Estado, con personería jurídica propia y autonomía responsable: Académica; Administrativa; Financiera y Orgánica”. (Universidad Politécnica Salesiana, 2024c)

La Carrera de Ingeniería Automotriz Quito en el Campus Sur se crea en 2017, como respuesta a la demanda del mercado laboral actual, recibiendo una gran acogida que es la primera carrera con más demanda en el Campus Sur y la tercera en la Sede Quito.

Tanto la Universidad Politécnica Salesiana con sus 30 años de servicio, como la carrera de Ingeniería Automotriz con 7 años de creación en la Sede Quito se encuentran en etapa de crecimiento.

Misión

“La Universidad Politécnica Salesiana es una institución de educación superior humanística y politécnica, de inspiración cristiana con carácter católico e índole salesiana; dirigida de manera preferencial a jóvenes de los sectores populares; busca formar honrados ciudadanos y buenos cristianos, con excelencia humana y académica, con capacidad investigativa e innovadora, que contribuyan al desarrollo sostenible local y nacional”. (Universidad Politécnica Salesiana, 2024a)

Visión

“En los próximos diez años, la Universidad Politécnica Salesiana es una institución de educación superior de referencia en la búsqueda de la verdad y el desarrollo de la cultura, de la investigación científica y tecnológica; considerada por

la sociedad, la empresa e industria, como líder en la formación de ciudadanos profesionales de todos los estratos sociales más allá de las fronteras del Ecuador, con alto valor académico, innovador y flexible, con profundos valores para relacionarse con sus semejantes, con incidencia política y capaz de ofrecer una experiencia transformadora, con competencias para afrontar la era digital, el uso de tecnología avanzada y asegurar un futuro sostenible". (Universidad Politécnica Salesiana, 2024a)

Valores Institucionales

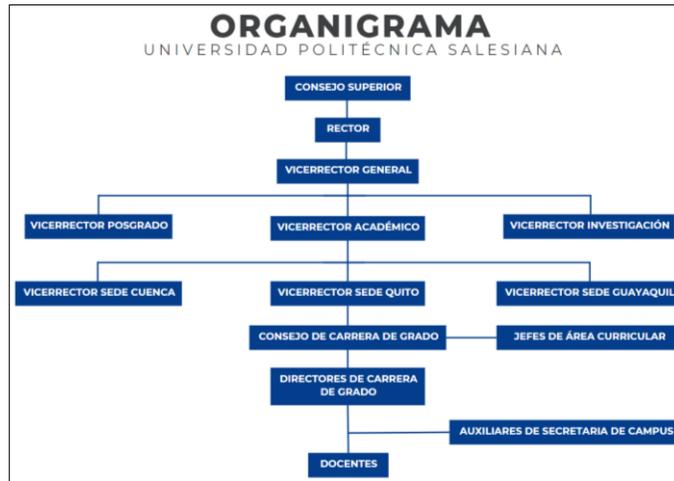
La institución promulga a sus estudiantes, docentes y personal administrativo los siguientes valores:

- Trascendencia
- Familiaridad
- Corresponsabilidad
- Solidaridad
- Honestidad

Organigrama funcional

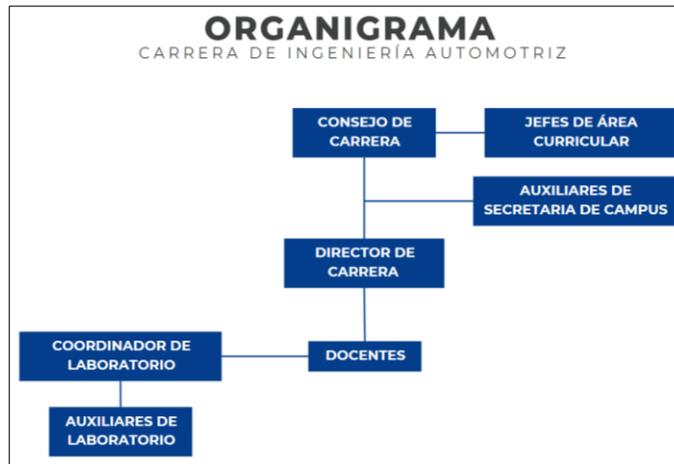
Se presentan los organigramas detallados de la estructura organizacional de la Universidad Politécnica Salesiana y de la carrera de Ingeniería Automotriz enfocados en el cumplimiento de la misión institucional.

Figura 1 Organigrama Universidad Politécnica Salesiana



Fuente: Adaptado de la página web oficial (Universidad Politécnica Salesiana, 2024b)

Figura 2 Organigrama de la Carrera de Ingeniería Automotriz

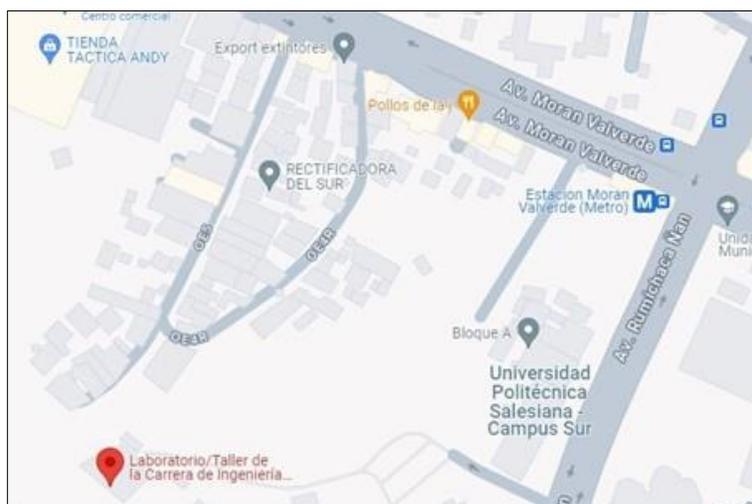


Fuente: Organigrama realizado por el autor

Ubicación

La ubicación del laboratorio se muestra en la **Figura 3** específicamente en el bloque J de la Sede Quito en el Campus Sur, entre la Av. Rumichaca Ñan y Av. Morán Valverde.

Figura 3 Ubicación del Laboratorio Automotriz UPS



Fuente: Información obtenida de Google Maps

Número de colaboradores

El Laboratorio cuenta con un coordinador y cuatro auxiliares, distribuidos según la necesidad en horarios de 7h00 a 16h00 y de 13h30 a 22h00.

Cartera de productos

Los servicios dados en el Laboratorio de Ingeniería Automotriz de la UPS son:

- Asistencia y acompañamiento en prácticas
- Préstamos de equipos y herramientas
- Mantenimiento de equipos

Cartera de clientes

La plantilla docente conformada por 16 personas y los 726 estudiantes distribuidos como lo muestra la **Tabla 1** de todos los niveles de Ingeniería Automotriz.

Tabla 1 Cartera de Clientes

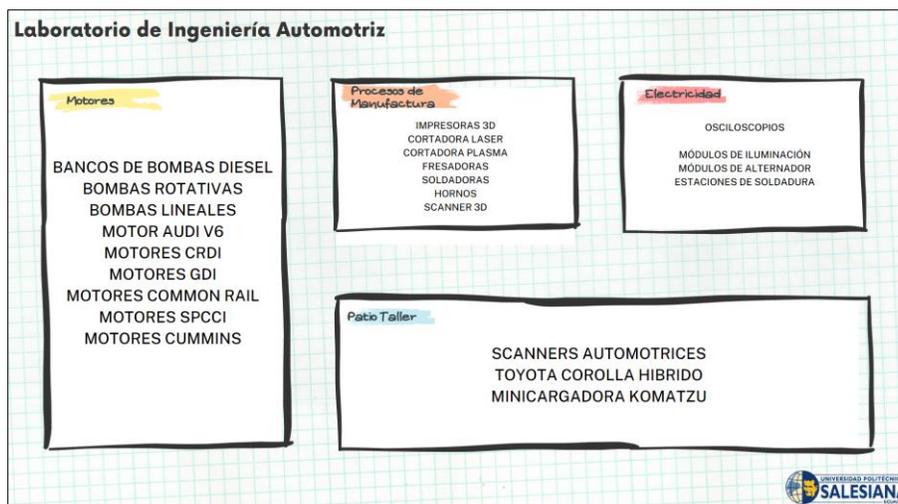
| Cientes | Primero | Segundo | Tercero | Cuarto | Quinto | Sexto | Séptimo | Octavo | Total |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|-------|
| Estudiantes | 59 | 112 | 83 | 105 | 87 | 107 | 79 | 94 | 726 |

Fuente: Estudiantes distribuidos por niveles, información levantada por el autor

Tecnología

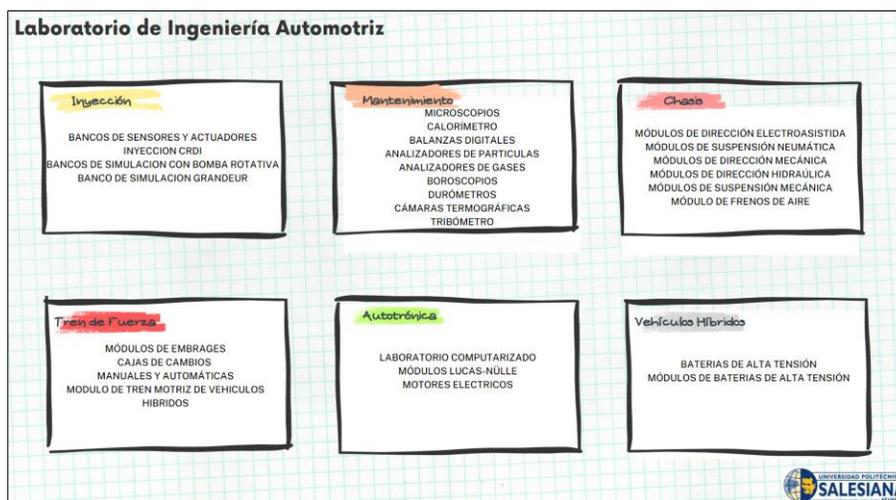
El laboratorio está equipado con tecnología de vanguardia que permite a los estudiantes relacionar la teoría con la práctica y aspectos de la ingeniería aplicada a la industria automotriz.

Figura 4 Equipos de Laboratorios Primer Piso



Fuente: Información recogida por el autor

Figura 5 Equipos de Laboratorios Segundo Piso



Fuente: Información recogida por el autor

Cuenta con herramientas de diagnóstico de última generación referenciadas en la **Figura 4** y **Figura 5**, simuladores de sistemas vehiculares, software especializado para análisis y diseño, así como equipos y bancos de pruebas y ensayos que replican condiciones reales de funcionamiento.

Posición en el mercado

La Carrera de Ingeniería Automotriz la ofertan cuatro universidades en la ciudad, todas privadas y cada una cuenta con sus propios laboratorios, el benchmarking mostrado en la **Figura 6** la ubica como el taller número uno en la ciudad de Quito.

Figura 6 Benchmarking de Ingeniería Automotriz en Quito

| Universidades | Instalaciones | Tecnología | Servicio | Total |
|---|---------------|------------|----------|-----------|
|  | 4 | 5 | 4 | 13 |
|  | 2 | 1 | 1 | 4 |
|  | 5 | 4 | 3 | 12 |
|  | 3 | 3 | 3 | 9 |

Fuente. Los datos fueron recopilados por el autor mediante consulta a docentes y estudiantes de dichas universidades.

Certificaciones

Actualmente el Laboratorio de Ingeniería Automotriz de la UPS no cuenta con certificaciones, se está trabajando en cumplir con lo establecido en la ISO 9001 para una posterior certificación.

Normativa legal vigente a cumplir

Como institución educativa la Universidad Politécnica Salesiana cumple con una acreditación institucional dada por el CEAACES para asegurar la excelencia de las enseñanzas impartidas.

Además de Cumplir con las leyes laborales ecuatorianas en cuanto a contratación de personal docente y administrativo, condiciones laborales, seguridad social y derechos de los trabajadores.

El Laboratorio por su lado debe cumplir con una Normativa de seguridad y salud ocupacional institucional para garantizar condiciones seguras de trabajo para estudiantes, docentes y personal administrativo. También debe cumplir con los requisitos para el manejo adecuado de residuos peligrosos, emisiones contaminantes y disposición de productos químicos residuales de procesos de mantenimiento y reparación de vehículos.

Análisis FODA

El análisis FODA mostrado en la **Figura 7** se realizó desde las perspectivas del cliente, del proceso y del aprendizaje y conocimiento y en la **Figura 8** el análisis se plantea desde diferentes aspectos: político, social, ambiental, educativo y tecnológico.

Figura 7 Análisis de Fortalezas y Debilidades

|  | FORTALEZAS Y DEBILIDADES FACTORES INTERNOS DE LA INSTITUCIÓN | |
|---|---|--|
| | FORTALEZAS | DEBILIDADES |
| PERSPECTIVA CLIENTE | Equipos de alta tecnología para realización de prácticas. Buen stock de herramientas y equipos para prácticas. Espacios adecuados para la realización de prácticas. | Falta de tiempo para la entrega/recepción de equipos entre prácticas. Guías de práctica sin consideraciones de tiempo de trabajo. |
| PERSPECTIVA PROCESOS | | No existe un levantamiento de procesos ni gestión. No existe un inventario con ubicaciones y registro de uso de equipos y herramientas. |
| PERSPECTIVA APRENDIZAJE Y CONOCIMIENTO | Personal calificado con títulos de tercer y cuarto nivel. Auxiliares cursando maestrías de especialización en distintos campos de la industria. | Falta de liderazgo y manejo de grupos de trabajo por parte de los auxiliares. |

Fuente: Análisis de fortalezas y debilidades realizado por el autor

Figura 8 Análisis de Oportunidades y Amenazas

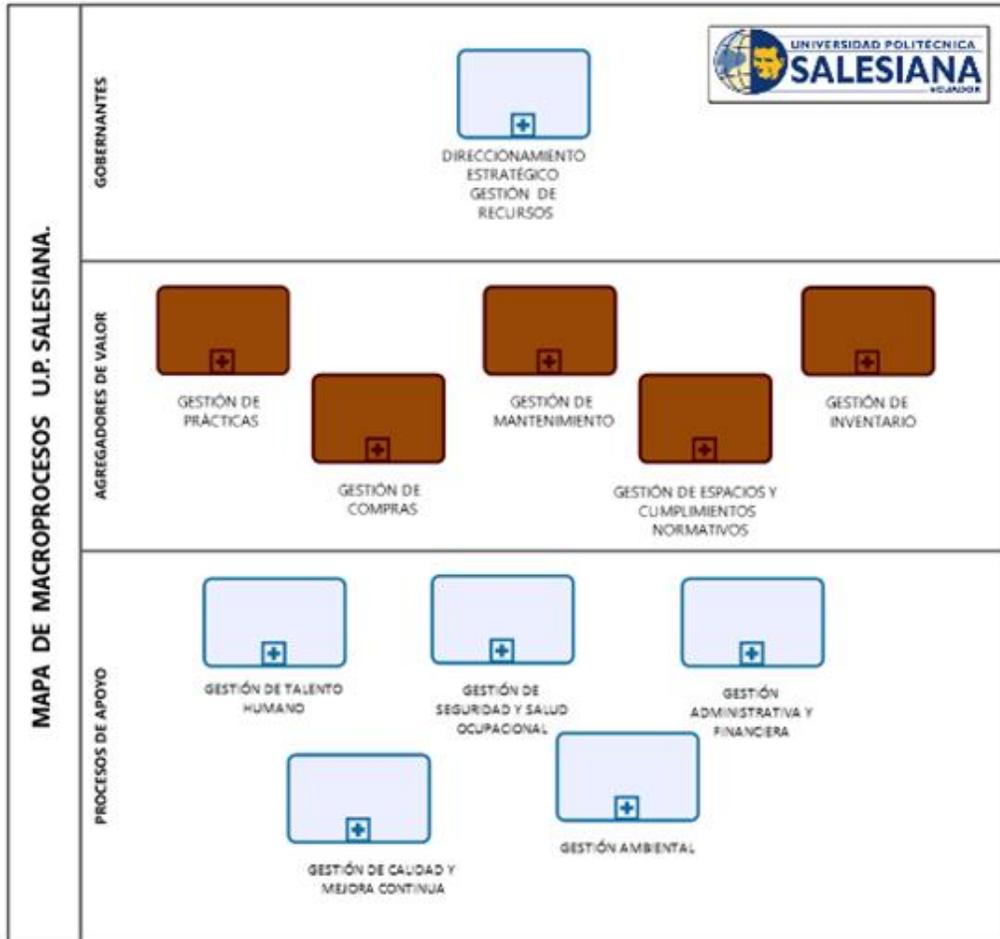
|  | OA PESTAL FACTORES EXTERNOS A LA EMPRESA | |
|---|---|--|
| | OPORTUNIDADES | AMENAZAS |
| ECONÓMICO | Aprovechar programas gubernamentales y privados de financiamiento educativo. Desarrollar cursos y programas específicos para las necesidades de la industria local y global. | Las recesiones económicas pueden reducir los fondos disponibles tanto de fuentes públicas como privadas lo que aumenta el índice de deserción y una disminución considerable en los alumnos que ingresan a la carrera, eso se traduce en menos ingresos. |
| SOCIAL | Atraer estudiantes internacionales mediante programas de intercambio y marketing global. | Rotación de personal debido a la búsqueda de crecimiento profesional y mejores compensaciones económicas. |
| AMBIENTAL | Acceder a fondos privados para proyectos de energía renovable y eficiencia energética en vehículos | Cambios en las regulaciones medioambientales pueden requerir inversiones significativas para actualizar infraestructuras, implementar nuevas políticas de gestión ambiental y asegurar el cumplimiento normativo, específicamente el incremento de los costos de gestión de residuos |
| EDUCATIVO | Ofrecimiento de programas de doble titulación y certificados especializados en colaboración con otras instituciones nacionales e internacionales. | Las demandas cambiantes del mercado laboral pueden afectar la percepción y la demanda de ciertos programas académicos. |
| TECNOLÓGICO | Acceder a fondos y becas para investigación en áreas tecnológicas avanzadas en automoción. | -Avance tecnológico disruptivo vuelve obsoletos equipos y prácticas y se requiere que las universidades inviertan continuamente en infraestructura y tecnología |

Fuente: Análisis de Oportunidades y Amenazas realizado por el autor

1.2. Descripción del Problema

Con base en la experiencia y los eventos identificados en el día a día de los procesos realizados en el laboratorio, se ha levantado el mapa de macroprocesos mostrado en la **Figura 9** y el inventario de procesos mostrado en la **Tabla 2**.

Figura 9 Mapa de Macroprocesos



Fuente. Mapa de Macroprocesos levantado por el autor

Tabla 2 Inventario de Procesos

| Tipo | Macroprocesos | Proceso |
|----------------------|---|---|
| Gobernante | Direccionamiento estratégico gestión de recursos | Planificación estratégica |
| Agregadores de Valor | Gestión de Prácticas | Préstamo de equipos y herramientas Préstamo de insumos Asistencia y acompañamiento en prácticas |
| | Gestión de Mantenimiento | Planificación de mantenimientos Programación de mantenimientos preventivos y correctivos |

| Tipo | Macroprocesos | Proceso |
|-------------------|--|--|
| | | Seguimiento y control del plan de mantenimiento externos |
| | Gestión de Inventario | Recepción de equipos, herramientas e insumos Entrega de equipos, herramientas e insumos Control de existencias y disponibilidad Análisis de Inventario Identificación y evaluación de necesidades Gestión de Inventario para mantenimientos |
| | Gestión de Compras | Actualización del plan de compras insumos Entrega / recepción de insumos Seguimiento a la actualización y/o compras de equipos Gestión de Proveedores |
| | Control de espacios y cumplimiento normativo | Asignación de espacios para el desarrollo de prácticas Control de acceso y seguridad Gestión de mantenimiento de instalaciones Monitoreo y cumplimiento de normativas establecidas Gestión de residuos Gestión de auditorías internas periódicas para evaluar el cumplimiento normativo y la eficacia de los controles de seguridad. Capacitación en los procedimientos y prácticas de seguridad |
| Procesos de Apoyo | Gestión de Talento Humano | Selección de personal / Vinculación y desvinculación de personal Capacitación y desarrollo del personal de mantenimiento Trabajo social Ejecutar capacitaciones de personal. Determinar los sistemas retributivos y de promoción interna Nómina Análisis de Riesgos |
| | Seguridad y Salud Ocupacional | Capacitación de Protocolos de seguridad Fiscalizar la ejecución de tareas y potenciarlas Elaborar política, normativa y procedimientos Supervisar la ejecución de presupuesto Distribución objetiva y eficiente de recursos Análisis de datos de mantenimiento |

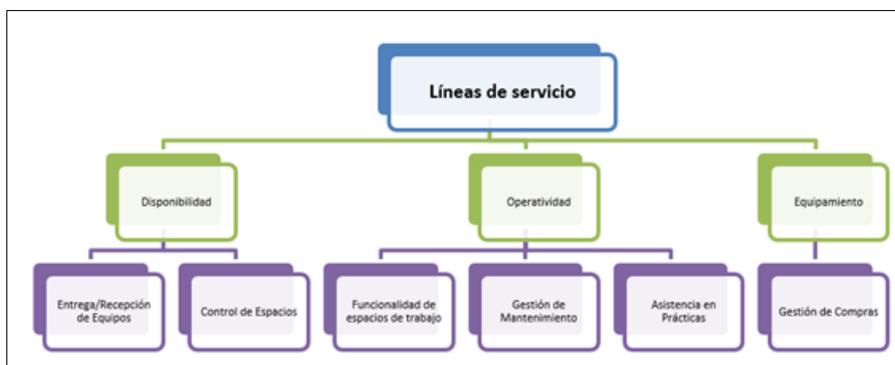
| Tipo | Macroprocesos | Proceso |
|--------------------------------------|---------------|--|
| Gestión de Calidad y Mejora Continua | | Planificación, control y aseguramiento de la calidad |
| | | Mejora continua |
| | | Gestión de No conformidades |
| Gestión Ambiental | | Recursos ambientales |
| | | Aspectos e impactos ambientales |
| | | Contingencias ambientales |

Fuente. Proceso y macroprocesos levantados por el autor

Líneas de servicio

Dentro del laboratorio se manejan tres líneas de servicio que son esenciales para cumplir con sus objetivos de funcionamiento, estas líneas se muestran en la **Figura 10**.

Figura 10 Líneas de Servicio del Laboratorio UPS



Fuente. Información levantada por el autor

Procesos que requieren mejorar

El proceso elegido para la propuesta de mejora es el Préstamo de equipos y herramientas debido al alto número de no conformidades presentadas en el proceso, mismas que serán analizadas más adelante.

1.3. Justificación del problema

El proyecto busca abordar la problemática en el proceso de préstamo de equipos y herramientas en el taller, por las dificultades y deficiencias de su eficiencia operativa y el adecuado control de recursos. Esta justificación se sustenta en los siguientes puntos:

El largo tiempo requerido para el proceso genera una disminución significativa en la productividad del taller. Esta ineficiencia operativa afecta negativamente tanto a la gestión del tiempo del personal como a la ejecución de otras tareas críticas para el funcionamiento del taller.

La falta de una revisión exhaustiva al recibir los equipos y herramientas ha ocasionado la aparición frecuente de novedades o defectos en los mismos, generando pérdidas de tiempo adicionales para solucionar problemas y realizar reparaciones. Esta circunstancia también implica un posible riesgo para la seguridad de los usuarios y el estado de los dispositivos.

La carencia de un registro efectivo que permita identificar quién utilizó un equipo o herramienta específica y quién la recibió inicialmente dificulta la rendición de cuentas y la responsabilidad sobre el uso y cuidado de estos. Esta falta de trazabilidad puede resultar en malentendidos y disputas internas, así como en un manejo inadecuado de los recursos del taller.

La falta de una base de datos que registre los préstamos realizados dificulta la capacidad de la institución para determinar la rotación de los equipos y herramientas, así como su operatividad real. Esto impide la identificación de equipos de alta rotación que podrían requerir mantenimiento más frecuente o reposición, así como la evaluación del desempeño general del taller.

La falta de datos cuantitativos sobre el proceso impide a la dirección del taller actuar en relación con la distribución de productos, la planificación de mantenimiento preventivo y correctivo, y la optimización de los procesos internos.

Dada la importancia crítica de una gestión eficiente de los recursos del taller para su funcionamiento óptimo, esta investigación se propone identificar y analizar las causas subyacentes de las deficiencias mencionadas, así como proponer soluciones y recomendaciones pertinentes que contribuyan a mejorar el proceso.

1.4. Alcance

El proyecto se limita al proceso de préstamo de equipos y herramientas en el Laboratorio de Ingeniería Automotriz de la UPS Quito del Campus Sur, excluyendo otros aspectos de la gestión de recursos o de otros procesos operativos. No se abordarán problemas relacionados con la adquisición de equipos y herramientas, ni con su mantenimiento preventivo o correctivo.

1.5. Objetivos

Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora que aborde las deficiencias identificadas, aplicando transformación digital e incluyendo la implementación de sistemas de registro, la mejora de los protocolos de recepción y devolución, y la capacitación del personal involucrado.

Objetivos Específicos

Identificar las deficiencias y problemas del proceso de préstamo y recepción de equipos y herramientas en el taller y proponer soluciones y recomendaciones para mejorar la eficiencia operativa y el control de recursos.

Evaluar la eficiencia operativa del proceso actual, determinando los tiempos de ejecución, los recursos requeridos y las principales dificultades encontradas.

Investigar las causas subyacentes de las deficiencias observadas, incluyendo la falta de control de inventarios, la ausencia de registro de uso efectivo y la dificultad para evaluar.

Plantear la propuesta de mejora al proceso actual, identificando sus componentes, etapas y actores involucrados.

Elaborar un plan de implementación detallado que describa los pasos a seguir, los recursos necesarios y los plazos de ejecución para la aplicación de la propuesta de mejora.

2. Revisión de Literatura

Fundamentos Teóricos

Calidad

La Norma ISO define calidad como "el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos". (ISO 9000:2015, 2015)

(Juran, 1951) define calidad como "la adecuación al uso, destacando la importancia de que un producto o servicio satisfaga las necesidades y expectativas del cliente".

(Crosby, 1979) define como "la conformidad con los requisitos, resaltando la importancia de cumplir con las especificaciones y expectativas establecidas".

(Deming, 1986) como "la satisfacción del cliente, enfatizando la importancia de centrarse en las necesidades y deseos del cliente para mejorar continuamente los productos y servicios".

Servicio

(Lovelock, C., & Wirtz, 2016) servicio como "un acto o rendimiento que una parte ofrece a otra y que es esencialmente intangible y no resulta en la propiedad de algo".

(Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, 2017) definen el servicio como "cualquier actividad o beneficio que una parte pueda ofrecer a otra y que sea esencialmente intangible y no resulte en la propiedad de algo".

(Kotler, P., & Armstrong, 2016) definen servicio como "cualquier actividad o beneficio que una parte puede ofrecer a otra, que es esencialmente intangible y no resulta en la propiedad de algo".

Calidad del Servicio

(Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, 1988) en su estudio seminal, definen calidad del servicio como "la discrepancia entre las expectativas del cliente y su percepción de la actuación del servicio".

(Gronroos, 1984) define calidad del servicio como "la totalidad de características de un servicio que afectan su capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas".

(Johnston, R., & Clark, 2008) definen calidad del servicio como "la evaluación global del desempeño de un servicio en comparación con las expectativas del cliente".

(Berry, L. L., Parasuraman, A., & Zeithaml, 1990) estos autores definen calidad del servicio como "el resultado de una evaluación global de la excelencia de todo el servicio".

Proceso

(Hammer, M., & Champy, 1993) definen a un proceso es "un conjunto específico de actividades interrelacionadas y repetitivas que producen un resultado particular para un cliente interno o externo".

(Davenport, 1993) define un proceso como "un conjunto de actividades estructuradas y medidas diseñadas para producir un resultado específico para un cliente particular o mercado".

Según la Norma ISO, un proceso es "un conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan que transforman entradas en salidas". (ISO 9000:2015, 2015)

Caracterización de un proceso

"La caracterización de un proceso implica la identificación y documentación detallada de las actividades, recursos, entradas, salidas y relaciones que componen

el proceso, lo que proporciona una comprensión clara de su funcionamiento y permite identificar áreas de mejora y optimización." (Hammer, M., & Champy, 1993)

Diagrama de Tendencias

"Un diagrama de tendencias de un proceso es una representación gráfica que muestra la evolución de una medida clave del proceso a lo largo del tiempo, lo que permite identificar patrones, tendencias y posibles cambios significativos en su desempeño." (Montgomery, 2009)

Capacidad de un proceso

"La capacidad de un proceso es la medida de la habilidad inherente de un proceso para cumplir con los requisitos del cliente, expresada generalmente como la relación entre la variación inherente del proceso y las especificaciones del cliente." (Montgomery, 2009)

VSM

"Un Value Stream Map es una representación gráfica que muestra el flujo de materiales e información necesarios para llevar un producto o servicio desde su concepción hasta la entrega al cliente, identificando así actividades que agregan valor y aquellas que generan desperdicios." (Rother, M., & Shook, 1999)

AMEF

"El Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF) es una metodología sistemática utilizada para identificar, evaluar y priorizar los posibles modos de falla en un proceso o producto, así como para desarrollar acciones preventivas o correctivas para mitigar los riesgos asociados." (Stamatis, 2003)

Diagrama de Ishikawa

"El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, es una herramienta gráfica utilizada para identificar y visualizar de manera sistemática las posibles causas de un problema o efecto particular. Organiza las

causas potenciales en categorías principales, lo que facilita el análisis y la búsqueda de soluciones." (Ishikawa, 1990)

Diagrama de Pareto

"El Diagrama de Pareto es una herramienta gráfica que permite identificar y priorizar las causas más significativas de un problema o conjunto de problemas. Se basa en el principio de que un pequeño número de causas (20%) suele ser responsable de la mayoría de los efectos (80%) observados." (Juran, 1951)

Técnica de los 5 por qué's

"La técnica de los 5 Por Qué es un método de análisis de causa raíz utilizado para identificar la causa subyacente de un problema al preguntar 'por qué' de manera repetida hasta llegar a la causa raíz. Se basa en la idea de que cada vez que se pregunta 'por qué', se profundiza en las causas subyacentes del problema, lo que permite abordarlas de manera efectiva." (Ohno, 1988)

Matriz de Priorización

"Una Matriz de Priorización es una herramienta de análisis utilizada para evaluar y clasificar diferentes opciones o elementos según su importancia o relevancia en relación con un conjunto de criterios predefinidos. Permite identificar y enfocar los recursos en las áreas de mayor impacto o valor para lograr los objetivos deseados." (Goetsch, D. L., & Davis, 2020)

Análisis de casos similares

En el análisis de casos similares de gestión de laboratorios y servicios de préstamos, expondremos una comparativa de cómo diversas organizaciones han abordado la logística y administración de estos procesos para maximizar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Los casos mostrados en la **Tabla 3** proporcionan una perspectiva integral de las mejores prácticas y los desafíos comunes enfrentados en la gestión de préstamos, ya sea en el ámbito de equipos tecnológicos, herramientas industriales o servicios bancarios.

Es común que las universidades implementen sistemas de préstamos de equipos y herramientas para el desempeño de las actividades educativas y de investigación, analizaremos dos casos puntuales, el Caso 1 dado en la Universidad Politécnica del Litoral y el Caso 2 de la Escuela Politécnica Nacional. Ambos casos buscan mediante la implementación de aplicaciones digitales mejorar el proceso.

El proceso de gestión de inventarios es indispensable en la industria por lo que analizaremos el Caso 3 de la empresa Ticket Show que busca mejorar la eficiencia operativa aplicando una metodología BPM, reduciendo perdidas y mejorando la disponibilidad de los activos.

El Caso 4 se analiza en el ámbito de servicios, las compañías financieras aplican estrategias efectivas para la gestión de préstamos, su relevancia en este estudio se debe a la aplicación de modelos de gestión de prestación de servicios mediante automatización de procesos.

Tabla 3 *Comparativa de Casos Similares*

| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|---------------|---|--|---|---|
| Titulo | “Diseñar un sistema de gestión para préstamos de equipos informáticos mediante tecnología RFID”. (Andrade Arizaga & Sozoranga Zhunaula, 2018) | “Propuesta de informatización de los procesos de gestión de préstamos de equipos y manejo de inventarios mediante un enfoque BPM caso de estudio LAB-FIS”. (Chirau Tomarema Diana Elizabeth & Reyes Audita Jelena, 2018) | “Análisis y diseño de una solución para gestión de procesos BPM en una imprenta electrónica”. (Salame et al., 2014) | “Implementación de sistema de Workflow para gestionar la información en el proceso de otorgamiento de crédito. Caso Cooperativa Pacífico”. (De la Cruz Delgado, 2018) |

| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|----------------------------|--|---|--|--|
| Problema | En la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, cada asistente maneja su propio inventario a través de hojas de cálculo. En consecuencia, no existe un inventario unificado en el que se pueda consultar la información actualizada de cualquier equipo. | La EPN tiene un laboratorio docente LAB-FIS donde se realizan procesos de préstamos de equipos, manejo de inventarios y de inventarios y en uso de laboratorios, estos procesos no se formalizaron y se realizan manualmente no cuentan con el apoyo de un sistema informático que permita agilizar su gestión. | Altos tiempos de espera en atender solicitudes de impresión de entradas que van desde medio a un día. La empresa no cuenta con una cultura de trabajo orientada al manejo de los procesos más importantes. | La ausencia de interacción ágil entre las áreas organizacionales es debido a que no se cuenta con información necesaria para la toma de decisiones, la falta de indicadores no permite monitorear y controlar la correcta ejecución de los procesos. |
| Metodología | Design Thinking | BPM Metodología ISEA | BPM | Investigación mixta (cualitativa-cuantitativa) BPM |
| Propuesta de mejora | Implementación de un sistema de gestión para préstamos de equipos informáticos, registro y control del inventario general. | Desarrollo de una aplicación informática que automatice el proceso mediante un enfoque por procesos y la utilización de una suite BPM | Implementación una gestión de procesos adoptando una estrategia de negocios BPM | Implementación de un sistema de Workflow para el proceso de Otorgamiento de Crédito. |
| Herramienta | Tecnología RFID | IBM-BPM | Bizagi Studio | |

| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Indicadores | Agilidad y confiabilidad | Satisfacción de Usuario | Eficiencia operacional | Tiempo de proceso |
| | Monitoreo de equipos | Facilidad de Uso | Atención al cliente | Calidad del proceso |
| | Automatización | Tiempo de Respuesta | Competitividad | Satisfacción al cliente |

Fuente: (Andrade Arizaga & Sozoranga Zhunaula, 2018; Chirau Tomarema Diana Elizabeth & Quito Reyes Audita Jelena, 2018; De la Cruz Delgado, 2018; Salame et al., 2014)

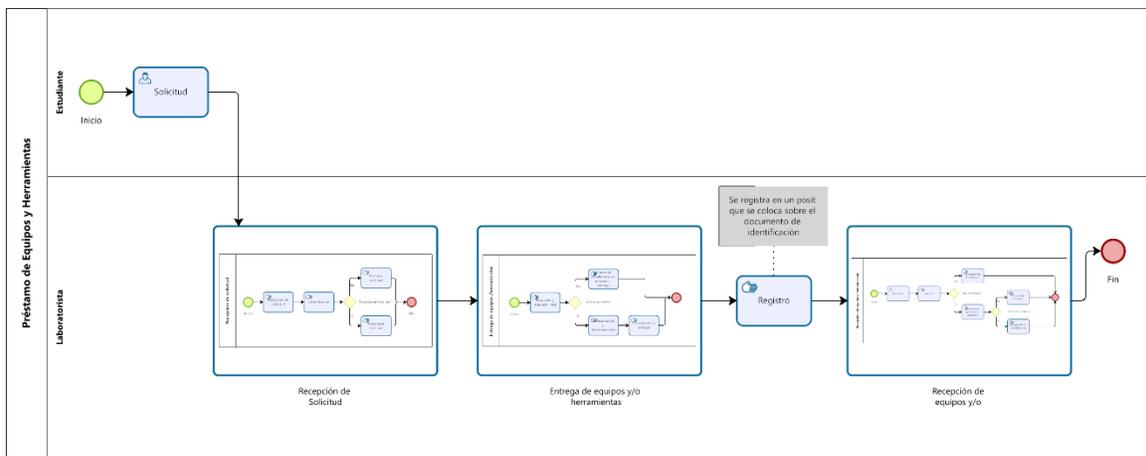
3. Método

3.1. Análisis de la Situación Inicial

Gestión de procesos

El objetivo del proceso es entregar estos equipos y/o herramientas a los estudiantes para realizar sus prácticas en el laboratorio y realizar la recepción de estos en igual estado, garantizando la operatividad del laboratorio, el control de inventario y la satisfacción del cliente que en este caso es el estudiante. La **Figura 11** representa las etapas del proceso en su situación actual. Los diagramas de los subprocesos se muestran en el **Anexo 1**.

Figura 11 Modelo de la Situación Actual del proceso



Powered by
Modeler

Fuente: Diagrama de la situación actual realizada por el autor

Caracterización del proceso

La eficiencia y la gestión adecuada de este proceso son esenciales para optimizar el uso de los recursos y mantener un flujo de trabajo fluido y productivo. En la caracterización mostrada en la **Figura 12**, exploraremos los componentes clave de este proceso, desde la solicitud inicial hasta la devolución, con el fin de encontrar sus falencias y mejorarlo. La caracterización de los subprocesos se muestra en el **Anexo 2**.

Figura 12 Caracterización del Proceso Actual

| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS SUR | | CÓDIGO: | VERSIÓN: 1 |
|---|---|---|--|--|--------------------|
| CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | | | | |
| NOMBRE DEL PROCESO: | | | Préstamo de equipos y herramientas | | DUEÑO DEL PROCESO: |
| OBJETIVO DEL PROCESO: | | | Entregar equipos o herramientas solicitadas por los estudiantes para prácticas dentro del laboratorio y recepción sin novedades de los mismos. | | |
| PROVEEDOR (Supplier) | ENTRADA (Input) | PROCESO (Process) | SALIDA (Output) | CLIENTE (Customer) | |
| Inventario de laboratorio | Solicitud verbal del estudiante | Recibir solicitud verbal del estudiante Solicitar documento de identificación al estudiante Buscar el equipo o herramienta solicitada en los laboratorios Entregar el equipo revisando el estado del mismo Registrar en un posit el equipo o herramienta con las novedades o especificaciones del préstamo y adjuntar a la identificación del Recibir el equipo o herramienta revisando que este en las mismas condiciones en las que fue prestado | Préstamo de equipos o herramientas | Estudiantes | |
| RECURSOS | CONTROLES | DOCUMENTOS GENERADOS | REQUISITOS | MEDICIÓN | |
| Herramientas | Revisión del estado del equipo o herramienta en la entrega y recepción del equipo. | Diagrama de flujo del proceso | Documento de identificación | Tiempo total del proceso | |
| Equipos | | | | Número de proceso finalizados | |
| Laboratorista | | | | Solicitudes no atendidas por pérdida avería o disponibilidad de equipos y/o herramientas | |
| Material de oficina (Posit, esferos, cinta adhesiva.) | | | | | |
| MEDICIÓN DE INDICADORES | | | | | |
| OBJETIVO | FORMULA | FRECUENCIA DEL ANALISIS | DIMENSION ADMINISTRATIVA | RESPONSABLE DE LA MEDICION | |
| Tiempo de proceso | | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia del proceso en tiempo | $\%Ef_{pr} = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo total del proceso}} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. | |
| Procesos Finalizados | | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia operativa del proceso | $\%Ef_{op} = \frac{\text{Cantidad de procesos finalizados en un periodo de tiempo}}{\text{Cantidad estándar de procesos finalizados en el mismo periodo de tiempo}} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. | |
| Solicitudes no atendidas | | | | | |
| Garantizar la satisfacción del cliente respecto al proceso de préstamo de equipos y herramientas. | $\%ISC = \frac{\text{Cantidad de solicitudes no atendidas}}{\text{Total de solicitudes}}$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. | |

Fuente: Caracterización del proceso actual levantada por el autor

3.2. Análisis de datos y Transformación Digital

El análisis de datos requirió recabar información durante 40 semanas empezando junio del 2023 y finalizando en marzo del 2024, considerando un promedio de 50 préstamos de equipos y/o herramientas semanalmente, dando así un total de 2000 eventos.

Para el análisis estadístico del proceso con una población de 2000 eventos se ha tomado una muestra con un nivel de confianza del 90%, una proporción

estimada del 50% y un margen de error del 5%, calculamos el tamaño de la muestra con la siguiente formula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1 - p)}{E^2(N - 1) + Z^2 \cdot p(1 - p)}$$

Donde:

$$N = 2000$$

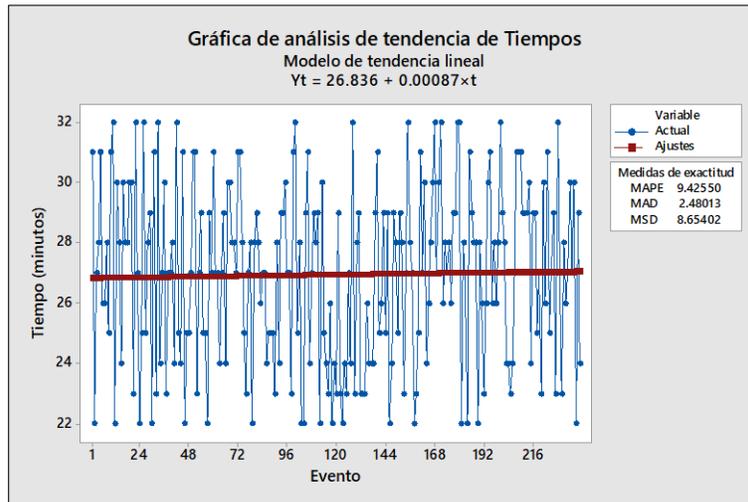
$$Z = 1.645 \text{ (valor para un nivel de confianza del 90\%)}$$

$$p = 0.5 \text{ (proporción estimada)}$$

$$E = 0.05 \text{ (margen de error)}$$

Redondeando al número entero más cercano tenemos una muestra de 239 eventos. Los datos obtenidos en este muestreo se observan en el **Anexo 3** y se ha realizado un diagrama de tendencias mostrado en la **Figura 13** que nos indica que tenemos valores entre 22 y 32 minutos los cuales muestran un modelo de tendencia lineal donde podemos concluir que el tiempo promedio del proceso es aproximadamente 26.836 minutos.

Figura 13 Diagrama de Tendencias de Tiempo en la Situación Actual

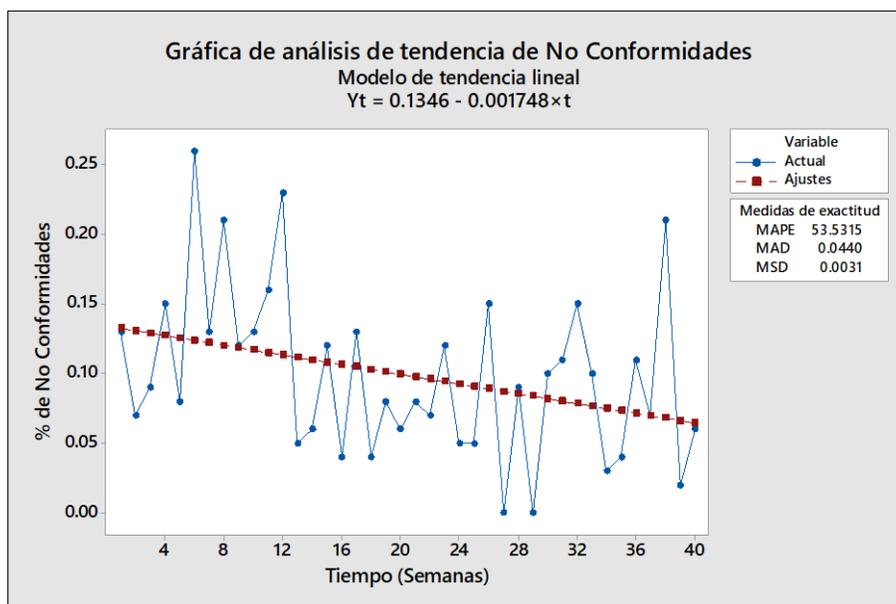


Fuente: Diagrama realizado por el autor en Minitab

Definimos a las No conformidades del proceso como solicitudes de los estudiantes que no han sido atendidas sea esto debido a no disponibilidad, avería o pérdida del equipo y/o herramienta o la no disponibilidad del laboratorista. Para el análisis de las No Conformidades en el proceso se han tomado los datos de ocurrencia por semana, estos datos son expuestos en el **Anexo 4**.

Con el objetivo de identificar tendencias, ciclos o comportamientos que puedan influir en el análisis se presentan los datos de forma gráfica a lo largo de un eje temporal mediante la **Figura 14**.

Figura 14 Diagrama de tendencias de No Conformidades en la Situación Actual



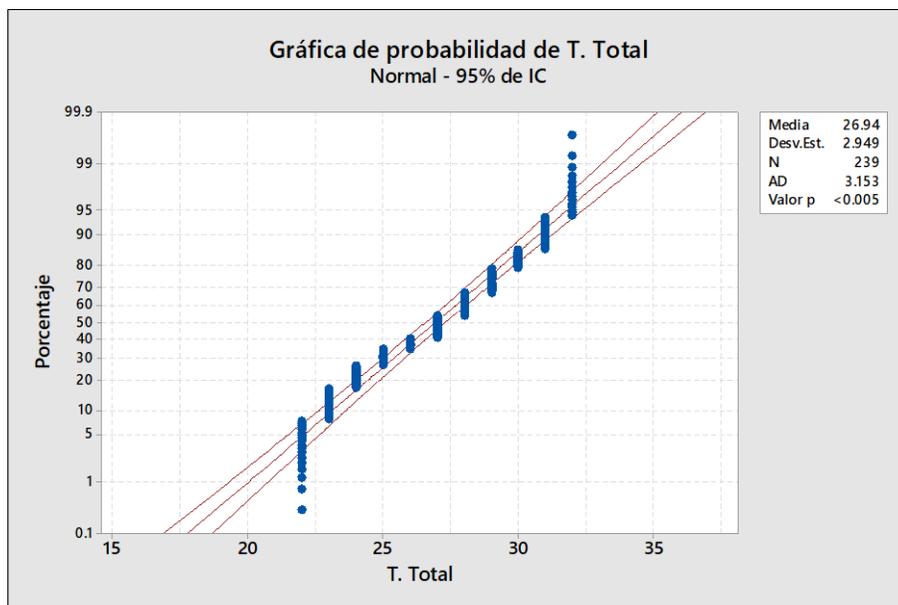
Fuente: Diagrama de Tendencias realizada por el autor en Minitab

El diagrama de tendencias de la **Figura 14** indica que el proceso muestra altos porcentajes de eventos No Conformes los mismos que son muy superiores al objetivo que se ha planteado para el proceso que es de un 2%. No existe un comportamiento cíclico, pero si se evidencian los picos más significativos en meses que coinciden con semanas de evaluaciones semestrales donde aumenta el número de prácticas en el laboratorio.

Cálculo de la capacidad el proceso

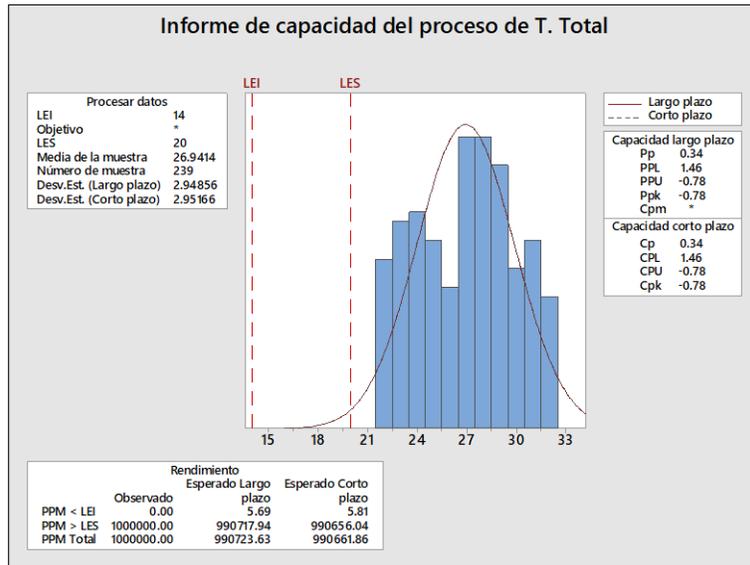
Se analiza la capacidad para los datos recolectados de tiempos totales y de no conformidades del proceso. Iniciamos con una prueba de normalidad mostrada en la **Figura 15**, con estos resultados, la hipótesis nula indica que los datos siguen una distribución normal. Puesto que el valor p es menor que el nivel de significancia de 0.005, la decisión es que se rechaza la hipótesis nula. Los datos no tienen un comportamiento normal.

Figura 15 Gráfica de Normalidad de la Situación Actual



Fuente: Gráfica realizada por el autor en Minitab

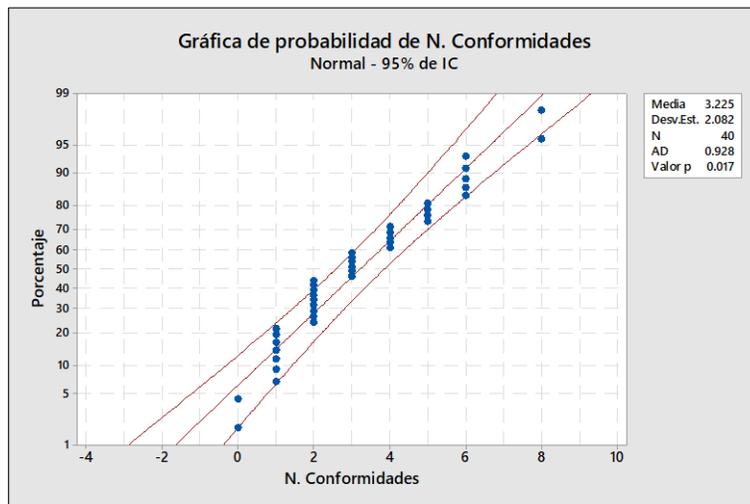
Figura 16 Capacidad del proceso en la Situación Actual



Fuente: Gráfica realizada por el autor en Minitab

La **Figura 16** muestra el Cp y Pp que indican la capacidad potencial del proceso mientras que el Cpk y Ppk indican la capacidad real del proceso. Un valor menor que 1 en los índices de capacidad sugiere que no se cumple consistentemente con las especificaciones y que el proceso necesita mejoras.

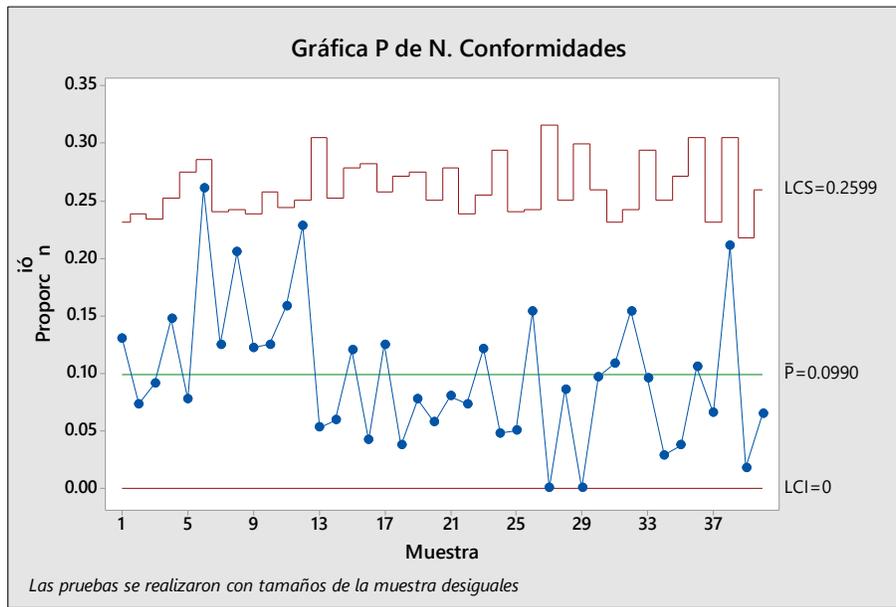
Figura 17 Gráfica de Normalidad de No Conformidades en la Situación Actual



Fuente: Gráfica realizada por el autor en Minitab

La **Figura 17** sugiere que la hipótesis nula postula que los datos se distribuyen de manera normal. En esta prueba de normalidad, el valor p obtenido es de 0.017, el cual es mayor que el nivel de significancia de 0.005. Por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula, concluyendo que los datos presentan un comportamiento normal.

Figura 18 Gráfica de Control de No Conformidades en la Situación Actual



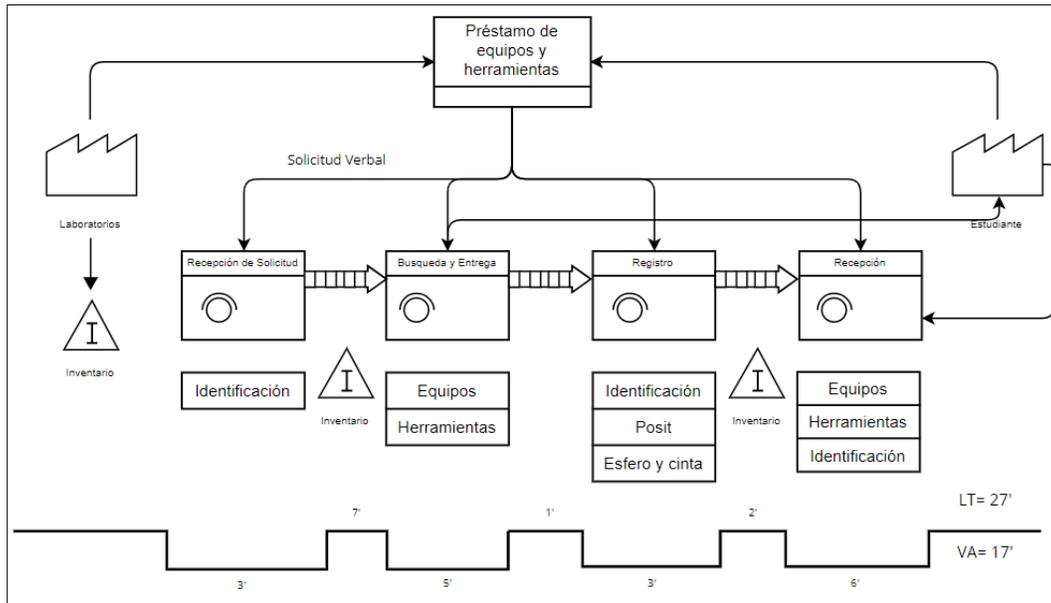
Fuente: Gráfica realizada por el autor en Minitab

Obtenemos nuestra gráfica de control P mostrada en la **Figura 18** y cómo podemos observar los límites de control no son líneas rectas, ya que el tamaño de muestra en este tipo de gráfico es variable. No se detectan puntos que excedan los límites de control, lo cual nos lleva a concluir que el proceso está bajo control.

VSM Actual

La **Figura 19** presenta el Mapa de Cadena de Valor (VSM) del proceso, con el objetivo de analizar de manera detallada cada etapa, identificar posibles áreas de desperdicio y comprender mejor cómo podemos optimizar este flujo para maximizar la eficiencia y satisfacción del estudiante.

Figura 19 VSM Actual



Fuente: Diagrama realizado por el autor

El VSM nos muestra que existen altos tiempos de espera en la búsqueda y la de los equipos y herramientas, lo que hace que el tiempo total del proceso sea de 27 minutos elevado y repercute en la operatividad del laboratorio.

Takt Time

El "takt time" es una medida crucial en la gestión de operaciones, ya que representa la frecuencia con la que el servicio se brinda para satisfacer la demanda del cliente. El tiempo disponible para esta actividad es de 960 minutos. La demanda que estimada es de 50 eventos.

$$Takt\ Time = \frac{Time\ disponible\ de\ producción}{Demanda\ del\ cliente}$$

$$Takt\ Time = \frac{960}{50} = 19,2$$

$$Takt\ Time = 19,2\ min/evento$$

AMEF Inicial

Para alcanzar la excelencia operativa y fomentar la mejora continua, es indispensable anticipar posibles riesgos y elaborar estrategias eficaces para su mitigación. s. En este contexto, **Figura 20** presenta el Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) inicial del proceso, explorando las posibles fallas potenciales, sus causas subyacentes y los efectos que podrían tener en nuestras operaciones.

Figura 20 AMEF Inicial

| Análisis de modo y efecto de fallas | | | | | | | |
|--|---|---|----|--|---|------------|-------|
| Actividad | Modos de fallo | Efecto | S | Causa | O | Controles | D NPR |
| Recibir solicitud verbal de préstamo de equipos o herramientas | La información que llega al laboratorista es incorrecta | El préstamo es incorrecto Aumenta el tiempo de espera de otros estudiantes | 2 | Falta de comunicación efectiva entre el estudiante y el laboratorista | 2 | No existen | 3 12 |
| | No existe disponibilidad del personal | Se genera una no conformidad del proceso | 3 | Préstamo solicitado en horarios pico de prácticas | 2 | No existen | 5 30 |
| Solicitar documento de identificación | El estudiante no cuenta con un documento de identificación válido. | Aumenta el tiempo de espera de otros estudiantes | 3 | El estudiante desconoce el proceso de préstamos | 2 | No existen | 1 6 |
| Buscar el equipo o herramienta solicitado | Equipo o herramienta averiado | Se genera una no conformidad del proceso | 10 | No existe un registro físico de equipos o herramientas que presentan averías | 8 | No existen | 5 400 |
| | No encontrar el equipo o herramienta | Se genera una no conformidad del proceso Pérdida de tiempo mientras se realiza la búsqueda | 9 | No existe un control de inventario | 8 | No existen | 5 360 |
| Entregar el equipo o herramienta | Equipo o herramienta entregado sin revisión de estado | Se genera una no conformidad del proceso | 6 | Mal procedimiento por parte del laboratorista | 3 | No existen | 5 90 |
| | Equipo o herramienta entregada sin prueba de funcionamiento | Manipulación incorrecta y generación de avería | 8 | Mal procedimiento por parte del laboratorista | 3 | No existen | 5 120 |
| Registrar préstamo | Perdida del posit que contiene la información | No se garantiza la correcta devolución del equipo o herramienta No existe información que respalde el préstamo | 10 | No existe un registro físico del préstamo de equipos o herramientas | 6 | No existen | 6 360 |
| | La información no es clara ni detallada imposibilita seguir el proceso por otro laboratorista | Se podría pasar por alto una avería o una pérdida | 9 | No existe un registro físico del préstamo de equipos o herramientas | 6 | No existen | 8 432 |
| Recibir el equipo o herramienta | Equipo o herramienta averiado o extraviado | Equipo o herramienta fuera de servicio | 6 | Mala manipulación del estudiante | 4 | No existen | 3 72 |
| | No se tiene claro que recibir y en que estado | Se genera una no conformidad del proceso | 9 | No existe un registro físico del préstamo de equipos o herramientas | 6 | | 7 378 |

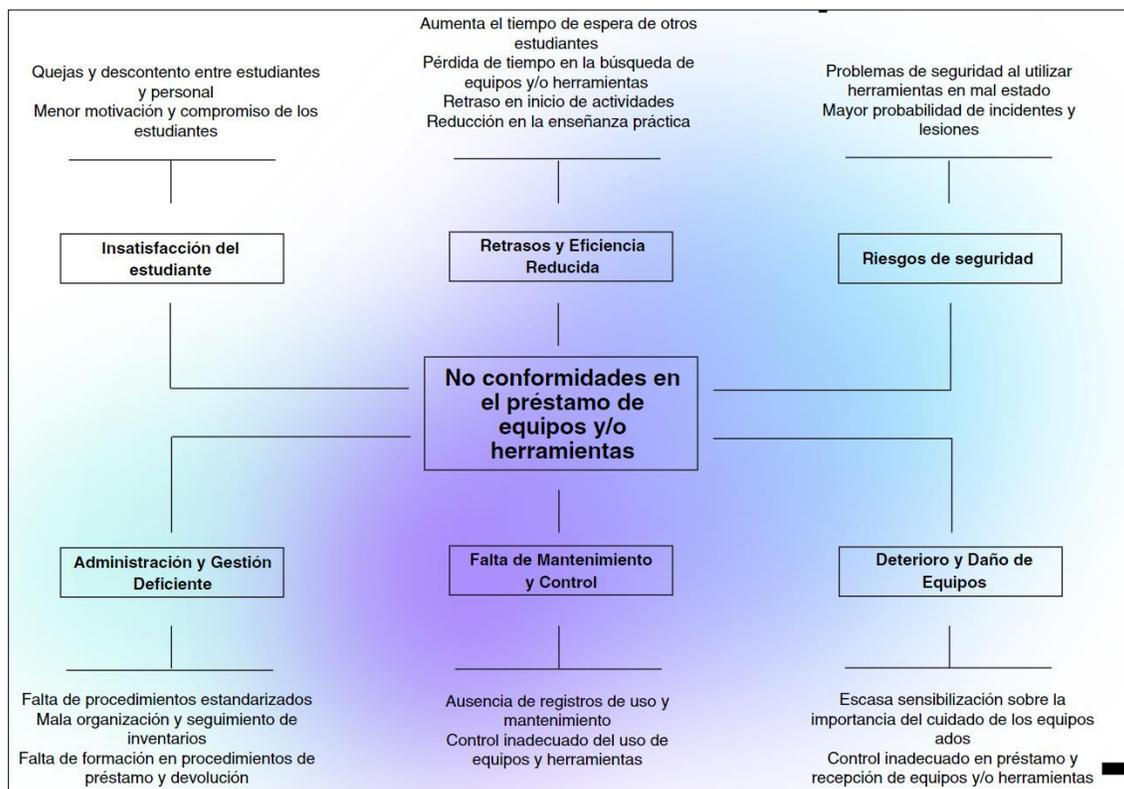
Fuente: Análisis realizado por el autor

Lo primero que se ve en este análisis es la inexistencia de controles en las actividades del proceso, además se han identificado dos actividades con los mayores riesgos potenciales en el proceso: la búsqueda y el registro de equipos y herramientas, serán la prioridad para reducir su impacto y probabilidad de ocurrencia.

Árbol de problemas

En cualquier organización, identificar y solucionar los problemas es esencial para mejorar los procesos y aumentar la eficiencia, hemos observado varias no conformidades en el proceso, estas no conformidades afectan a la satisfacción de los estudiantes y la eficiencia del proceso.

Figura 21 *Árbol de Problemas*



Fuente: Análisis realizado por el autor

Para abordar de manera sistemática estas cuestiones, hemos utilizado una herramienta visual y analítica mostrada en la **Figura 21** conocida como el Árbol de Problemas. Este es un instrumento que facilita el desglose y análisis de los problemas principales, junto con sus causas y efectos, brindando una comprensión clara y detallada de las dificultades que enfrentamos.

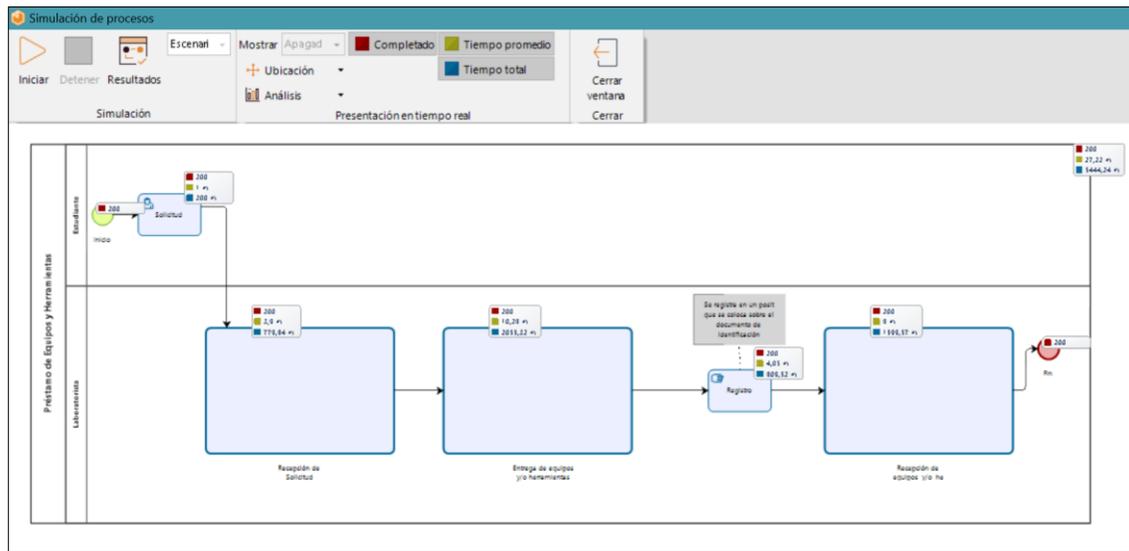
3.3. Análisis del problema real con datos del proceso

Simulación del proceso

La simulación del proceso de préstamo de equipos y herramientas realizada en Bizagi y mostrada en la **Figura 22** permite comprender y optimizar este proceso, es posible visualizar el flujo de actividades, detectar potenciales cuellos de botella y evaluar el rendimiento del proceso bajo condiciones controlada. Para esta simulación se han determinado 50 entradas al proceso que son el estándar de préstamos que se realizan por semana en el laboratorio.

Los resultados mostrados en la **Figura 23** indican que el proceso tiene un tiempo promedio de 27m 13s y los recursos alcanzan un valor de \$596.98, esta simulación nos ofrece una visión detallada de cómo se desarrolla el proceso, permitiéndonos tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y la satisfacción tanto de personal como de los estudiantes.

Figura 22 Simulación de la Situación Actual



Fuente: Simulación realizada por el autor en Bizagi Modeler

Figura 23 Resultados de Simulación de la Situación Actual

| Información del Escenario | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------|------------------------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|
| Nombre | Escenario 1 | | | | | | |
| Unidad de tiempo | Minutos | | | | | | |
| Duración | 020,00:00:00 | | | | | | |
| Nombre | Tipo | Instancias completadas | Instancias iniciadas | Tiempo mínimo | Tiempo máximo | Tiempo promedio | Tiempo total |
| Préstamo de Equipos y Herramientas | Proceso | 200 | 200 | 16m 53s | 37m 14s | 27m 13s | 3d 18h 44m 14s |
| Información del Escenario | | | | | | | |
| Nombre | Escenario 1 | | | | | | |
| Unidad de tiempo | Minutos | | | | | | |
| Duración | 020,00:00:00 | | | | | | |
| Recurso | Uso | Costo fijo total | Costo unitario total | Costo total | | | |
| Estudiante | 9,15 % | 0 | 0 | 0 | | | |
| Laboratorista | 60,01 % | 0 | 437,02 | 437,02 | | | |
| Coordinador | 73,22 % | 0 | 159,96 | 159,96 | | | |
| Total | | 0 | 596,98 | 596,98 | | | |

Fuente: Simulación realizada por el autor en Bizagi Modeler

3.4. Priorización de los problemas

Diagrama de Pareto

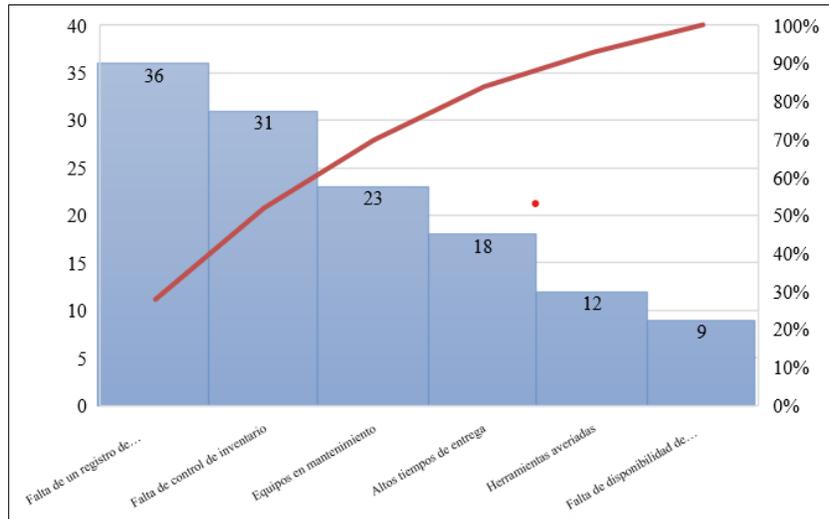
Los datos tomados entre el mes de junio del 2023 y marzo del 2024 fueron agrupados según la causa de no conformidad y son expuestos en la **Tabla 4**, con ello se realizó un Diagrama de Pareto mostrado en la **Figura 24** que nos ha permitido identificar y priorizar a la falta de un registro de préstamos y la falta de control de inventario como las causas principales que contribuyen significativamente al problema y poder enfocar los esfuerzos de mejora de manera eficiente y efectiva en mejorar el proceso.

Tabla 4 Causas de No Conformidades

| Indicador | No conformidades en el proceso de préstamo de herramientas y equipos | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------|-------------|----------------------|
| Causas | Frecuencia | Frecuencia acumulada | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
| Altos tiempos de entrega | 18 | 18 | 14% | 14% |
| Falta de control de inventario | 31 | 49 | 24% | 38% |
| Falta de un registro de préstamos | 36 | 85 | 28% | 66% |
| Equipos en mantenimiento | 23 | 108 | 18% | 84% |
| Herramientas averiadas | 12 | 120 | 9% | 93% |
| Falta de disponibilidad de personal | 9 | 129 | 7% | 100% |
| | 129 | | 100% | |

Fuente: Información levantada por el autor

Figura 24 Diagrama de Pareto

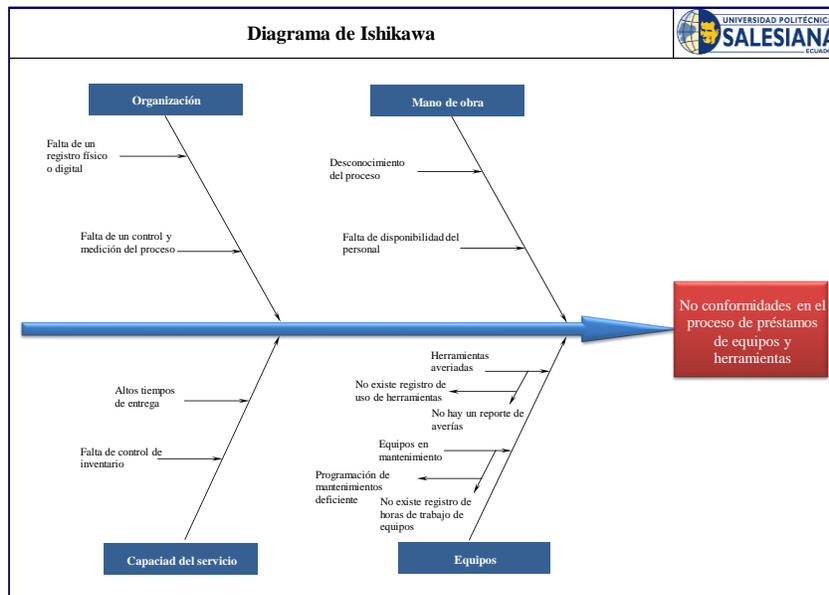


Fuente: Gráfica realizada por el autor en Excel con base a los datos de la Tabla 4

Análisis de causas

El diagrama mostrado en la **Figura 25** explora las causas raíz del problema de no conformidades en el proceso, lo que nos capacita para tomar medidas efectivas y realizar mejoras sustanciales en nuestro proceso.

Figura 25 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Diagrama realizado por el autor

Para el análisis de causas utilizamos la técnica de los 5 por qué's mostrado en la **Figura 26** que nos permite identificar y afrontar eficazmente los problemas en su origen para lograr mejoras significativas y sostenibles.

Figura 26 Técnica de los "5 Por qué's"

| PARTICIPANTES | | CARGO | DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD |
|--|--|-------------|--|
| ING. JOHNNY PANCHÁ | | COORDINADOR | Eventos en los que el proceso de préstamos de equipos y herramientas genera una no conformidad con respecto al tiempo de entrega, a la disponibilidad o al estado de equipos y herramientas, |
| ING. CATHERINE RODRIGUEZ | | AUXILIAR | |
| ING. LENIN VINLANSACA | | AUXILIAR | |
| ING. KEVIN GRANIZO | | AUXILIAR | |
| ING. STEVEEN ROCHA | | AUXILIAR | |
| RESPUESTAS | | | |
| 1. ¿POR QUÉ? | La no conformidad se genera por los altos tiempos de entrega | | |
| 2. ¿POR QUÉ? | Los altos tiempos de entrega se generan porque auxiliares deben buscar en que laboratorio esta el equipo o herramienta y si no lo encuentran preguntar quien uso o a quien prestaron, o si presenta avería no pueden anticiparlo | | |
| 3. ¿POR QUÉ? | Los auxiliares se demoran en la búsqueda de equipos y herramienta porque se manejan varios laboratorios y cada uno cuenta con un gran número de equipos y herramientas | | |
| 4. ¿POR QUÉ? | No pueden saber enseguida quien esta usando o a quien se presto porque no existe un registro de préstamos al que se tenga acceso inmediato | | |
| 5. ¿POR QUÉ? | No pueden saber cuántos equipos o herramientas estan disponibles porque no existe un control de inventario que se pueda reportar una avería o mantenimiento de equipo o herramienta. | | |
| CAUSA RAIZ | | | |
| No existe un registro de préstamos de equipos y herramientas al que se tenga acceso en tiempo real, ni un control de inventario que evidencia las existencias y su disponibilidad. | | | |

Fuente: Análisis realizado por el autor

3.5. Priorización de causas

Matriz de priorización

Como herramienta para la priorización de causas se ha utilizado la matriz de priorización que facilita la visualización sucinta de los factores contribuyen más significativamente a los desafíos que enfrenta el proceso de préstamo de equipos y herramientas. En resumen, se pudo ratificar lo ya identificado con otras

herramientas de análisis donde pudimos concluir que la carencia de un registro de préstamo y de un control de inventario son la prioridad al abordar estos problemas de manera sistemática y centrada en soluciones.

Tabla 5 *Matriz de priorización de causas*

| Causas/ Criterios | Impacto en la Satisfacción del proceso (1-5) | Probabilidad de Ocurrencia (1-5) | Costo de Solución (1-5) | Tiempo requerido para Solución (1-5) | Total |
|-------------------------------------|---|---|--------------------------------|---|--------------|
| Altos tiempos de entrega | 5 | 3 | 1 | 3 | 12 |
| Falta de control de inventario | 4 | 5 | 3 | 4 | 16 |
| Falta de un registro de préstamos | 4 | 5 | 3 | 4 | 16 |
| Equipos en mantenimiento | 5 | 3 | 3 | 2 | 13 |
| Herramientas averiadas | 4 | 3 | 3 | 2 | 12 |
| Falta de disponibilidad de personal | 4 | 2 | 1 | 2 | 9 |

Fuente: Análisis realizado por el autor

4. Resultados

4.1. Propuesta y justificación de alternativas de solución

En nuestro estudio, hemos identificado varias áreas en el proceso que requieren atención y mejora. Para abordar estas áreas de manera sistemática y eficaz, proponemos la implementación del Ciclo Deming, también conocido como el ciclo PHVA.

La propuesta de implementar el Ciclo Deming mostrado en la **Figura 27** para mejorar el proceso, se fundamenta en su habilidad para suministrar un marco bien definido y repetible para la resolución de problemas. Esta metodología nos permite abordar las no conformidades de manera sistemática, asegurar la implementación de mejoras efectivas, reducción de tiempos y promover un entorno de mejora constante dentro del laboratorio.

Figura 27 Ciclo PHVA



Fuente. Diagrama realizado por el autor

Como propuesta de solución se plantea un sistema de control de inventario digital por laboratorio y la implementación de una aplicación para el registro de préstamo de equipos y herramientas. Para el control de inventarios previamente se aplicará la técnica de las 5'S con el propósito de perfeccionar las condiciones de

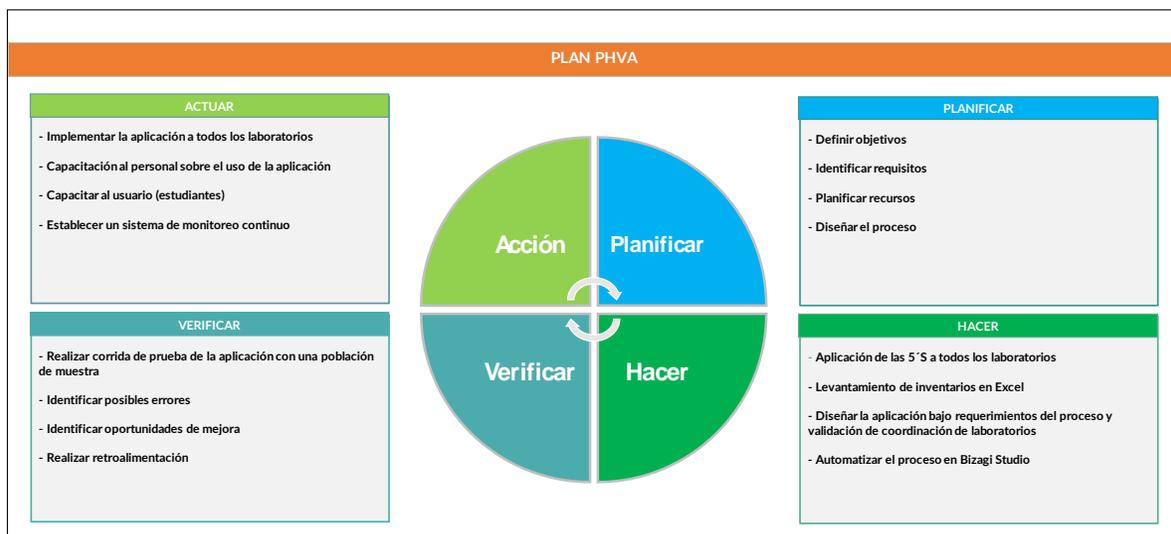
todos los laboratorios, orden y limpieza y se procederá con la recopilación de datos. Para la implementación de la aplicación, se propone levantar los inventarios en Excel y realizar el diseño y creación de la aplicación en Bizagi Studio.

4.2. Plan de mejora

Fases del Plan de mejora

La **Figura 28** detalla las fases especificadas para la implementación de la mejora mediante un Ciclo PHVA, cada fase incluye las actividades a realizarse.

Figura 28 Fases del Ciclo PHVA



Fuente. Diagrama realizado por el autor

Diagrama de Gantt

La gestión eficiente de proyectos y procesos es imprescindible para que las tareas se completen a tiempo. En nuestro caso, la mejora del proceso requiere una planificación detallada y una ejecución controlada. Para facilitar esta gestión y asegurar una coordinación efectiva, proponemos el uso de un Diagrama de Gantt cuyo extracto se muestra en la **Figura 29**.

Figura 29 Diagrama de Gantt

| ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO | TÍTULO DE LA TAREA | PROPIETARIO DE LA TAREA | CANTIDAD DE TRABAJO EN HORAS | | | FECHA DE INICIO | FECHA DE VENCIMIENTO | DURACIÓN | PCT DE TAREA COMPLETADA |
|------------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|------------|----------|-----------------|----------------------|----------|-------------------------|
| | | | ESTIMAR | COMPLETADO | RESTANTE | | | | |
| 1 | PLANIFICAR | | 8 | 3 | 5 | | | | 38% |
| 1.1 | Definir Objetivos | Catherine Rodríguez | 1 | 1 | 0 | 2024-04-01 | 2024-04-01 | 1 | 100% |
| 1.2 | Identificar requisitos | Catherine Rodríguez | 1 | 1 | 0 | 2024-04-01 | 2024-04-01 | 1 | 100% |
| 1.3 | Planificar recursos | Catherine Rodríguez | 1 | 1 | 0 | 2024-04-01 | 2024-04-01 | 1 | 100% |
| 1.4 | Diseñar el proceso | Catherine Rodríguez | 5 | 0 | 5 | 2024-04-02 | 2024-04-02 | 1 | 0% |
| 2 | HACER | | 180 | 100 | 80 | | | | 56% |
| 2.1 | Aplicar de la técnica 5S en todos los laboratorios | Auxiliares Laboratorio | 80 | 70 | 10 | 2024-04-03 | 2024-04-17 | 15 | 88% |
| 2.2 | Levantar el inventario de cada laboratorio en excel | Auxiliares Laboratorio | 40 | 30 | 10 | 2024-04-18 | 2024-04-25 | 8 | 75% |
| 2.3 | Generar una base de datos en Sharepoint | Catherine Rodríguez | 20 | 0 | 20 | 2024-04-26 | 2024-04-30 | 5 | 0% |
| 2.4 | Crear la aplicación en Power Apps | Catherine Rodríguez | 40 | 0 | 40 | 2024-05-01 | 2024-05-15 | 15 | 0% |
| 3 | VERIFICAR | | 44 | 0 | 44 | | | | 0% |
| 3.1 | Realizar corrida de prueba | Catherine Rodríguez | 20 | 0 | 20 | 2024-05-16 | 2024-05-23 | 8 | 0% |
| 3.2 | Identificar posibles errores | Auxiliares Laboratorio | 4 | 0 | 4 | 2024-05-24 | 2024-05-24 | 1 | 0% |
| 3.3 | Identificar oportunidades de mejora | Auxiliares Laboratorio | 4 | 0 | 4 | 2024-05-24 | 2024-05-24 | 1 | 0% |
| 3.4 | Realizar una retroalimentación y correcciones | Catherine Rodríguez | 16 | 0 | 16 | 2024-05-27 | 2024-05-29 | 3 | 0% |
| 4 | ACTUAR | | 33 | 0 | 33 | | | | 0% |
| 4.1 | Implementar la aplicación a todos los laboratorios | Catherine Rodríguez | 20 | 0 | 20 | 2024-05-30 | 2024-06-03 | 5 | 0% |
| 4.2 | Capacitar al personal en el uso de la aplicación | Catherine Rodríguez | 3 | 0 | 3 | 2024-06-04 | 2024-06-04 | 1 | 0% |
| 4.3 | Capacitar al usuario en el proceso y uso de la aplicación | Catherine Rodríguez | 2 | 0 | 2 | 2024-06-05 | 2024-06-05 | 1 | 0% |
| 4.5 | Establecer un sistema de monitoreo continuo | Catherine Rodríguez | 8 | 0 | 8 | 2024-06-06 | 2024-06-07 | 2 | 0% |
| | | | ESTIMAR | COMPLETADO | RESTANTE | EST/ DÍAS | | | |
| TOTAL DE HORAS | | | 265 | 103 | 162 | 3,95522 | | | |

Fuente. Diagrama realizado por el autor

4.3. Indicadores de seguimiento del plan de mejora

Matriz de Indicadores

Para el proceso de estudio se han considerado como indicadores los siguientes: eficiencia del proceso, eficiencia operativa y el índice de satisfacción del cliente, cuyo análisis a detalle se muestra en la **Tabla 6**.

Tabla 6 Matriz de Indicadores del proceso

| Objetivo | Actividades | Indicadores | Evidencia | Meta | Responsables |
|--|---|------------------------|-----------------------|---|---|
| Diseñar un proceso eficiente que permite | Diseño del proceso mejorado Aplicación de la | Eficiencia del proceso | Modelado y Simulación | Disminuir el 30% del tiempo del proceso | Coordinación de laboratorios y Laboratoristas |

| Objetivo | Actividades | Indicadores | Evidencia | Meta | Responsables |
|---|--|------------------------------------|--|---|-----------------------------|
| reducir los tiempos del proceso | técnica 5'S en todos los laboratorios | | | para mejorar su eficiencia | |
| Implementar un App que permita aumentar el número de procesos de préstamos exitosos | Implementación de una aplicación móvil para la solicitud y el registro de préstamo de equipos y/o herramientas | Eficiencia operativa | Modelado y Simulación | Mejorar la eficiencia operativa del proceso en un 20% | Coordinación de laboratorio |
| Mejorar el servicio a los estudiantes | Pruebas con el proceso mejorado | Índice de Satisfacción del cliente | Cantidad de informes de no conformidades presentadas | Mejorar el Índice de Satisfacción al cliente 20% | Laboratoristas |

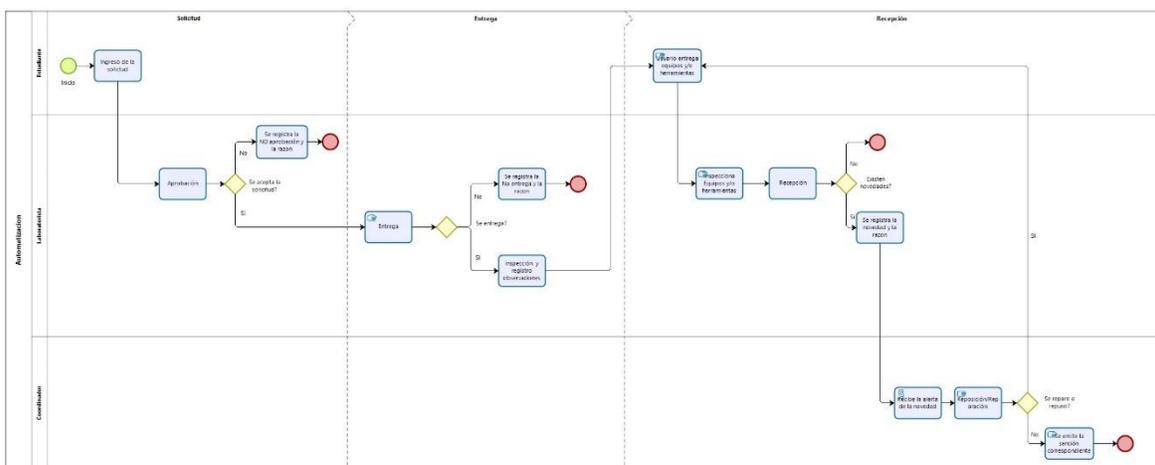
Fuente: Análisis de indicadores realizado por el autor

4.4. Análisis del proceso mejorado

Modelado de proceso mejorado

Este proceso mejorado mostrado en la **Figura 30** es el resultado de un análisis exhaustivo, donde hemos identificado oportunidades de mejora y hemos diseñado soluciones para abordarlas. El modelado del proceso nos proporciona una representación gráfica sucinta y minuciosa de cómo se llevarán a cabo estas mejoras, dividiendo el proceso en 3 subprocesos desde la solicitud inicial hasta la devolución del equipo o herramienta prestada.

Figura 30 Modelado del Proceso Mejorado



Fuente. Diagrama realizado por el autor en Bizagi Modeler

Caracterización mejorada

La caracterización de procesos mejorada mostrada en la **Figura 31** es un componente fundamental de nuestro compromiso con el progreso constante y la excelencia operativa del proceso. A continuación, se presenta la caracterización detallada, destacando los roles, las actividades y los indicadores que guiarán la ejecución exitosa de este proceso mejorado.

Figura 31 Caracterización del Proceso Mejorado

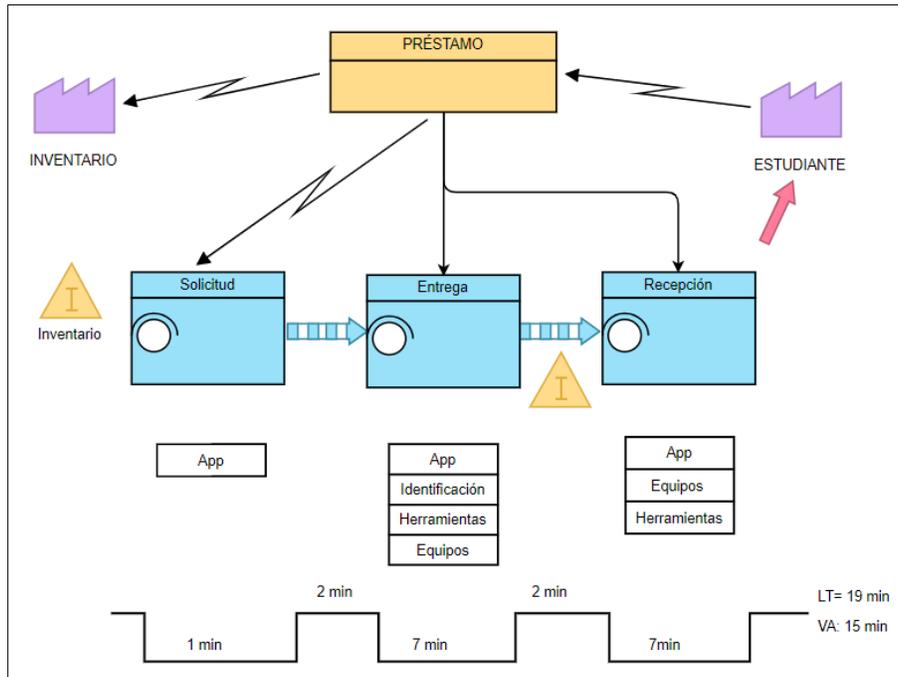
| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS SUR | | CÓDIGO: |
|---|---|--|--|--|
| | | CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | VERSIÓN: 1 |
| | | | | EMISIÓN: 08/05/2024 |
| NOMBRE DEL PROCESO: | Préstamo de equipos y herramientas | | DUEÑO DEL PROCESO: | Coordinación de Laboratorio |
| OBJETIVO DEL PROCESO: | Entregar equipos o herramientas solicitadas por los estudiantes para prácticas dentro del laboratorio y recepción sin novedades de los mismos. | | | |
| PROVEEDOR (Supplier) | ENTRADA (Input) | PROCESO (Process) | SALIDA (Output) | CLIENTE (Customer) |
| Inventario de laboratorio | Solicitud mediante App | Aprobar solicitud por App | Préstamo de equipos o herramientas | Estudiantes |
| | | Verificar identidad solicitando documento de identificación | Reporte de solicitudes | |
| | | Entregar el equipo y/o herramientas revisando el estado y funcionamiento | Reporte de aprobaciones o negaciones | |
| | | Registrar entrega por App | Reporte de entregas y recepción | |
| | | Recibir el equipo y/o herramienta revisando que este en las mismas condiciones en las que fue prestado | Reporte de uso de equipos y herramientas | |
| | | Registrar recepción o novedad por App | Reporte de novedades | |
| RECURSOS | CONTROLES | DOCUMENTOS GENERADOS | REQUISITOS | MEDICIÓN |
| Herramientas | Registro de solicitudes | Diagrama de flujo del proceso | Documento de identificación | Tiempo total del proceso |
| Equipos | Registro de aprobaciones | Reporte de solicitudes | Solicitud en App | Numero de procesos finalizados |
| Laborarista | Registro de entregas | Reporte de aprobaciones o negaciones | | Solicitudes no atendidas por pérdida avería o disponibilidad de equipos y/o herramientas |
| Coordinador de laboratorio | Registro de recepción | Reporte de entregas y recepción | | |
| App de préstamos de equipos y herramientas | Registro de novedades | Reporte de uso de equipos y herramientas Reporte de novedades | | |
| MEDICIÓN DE INDICADORES | | | | |
| OBJETIVO | FORMULA | FRECUENCIA DEL ANALISIS | DIMENSION ADMINISTRATIVA | RESPONSABLE DE LA MEDICION |
| Tiempo de proceso | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia del proceso en tiempo | $%Ef_{pr} = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo total del proceso}} \times 100\%$ | Semanal | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |
| Procesos Finalizados | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia operativa del proceso | $%Ef_{op} = \left(\frac{\text{Cantidad de procesos finalizados en un periodo de tiempo}}{\text{Cantidad estándar de procesos finalizados en el mismo periodo de tiempo}} \right) \times 100\%$ | Semanal | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |
| Solicitudes no atendidas | | | | |
| Garantizar la satisfacción del cliente respecto al proceso de préstamo de equipos y herramientas. | $%ISC = \frac{\text{Cantidad de solicitudes atendidas}}{\text{Total de solicitudes}} \times 100\%$ | Semanal | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |

Fuente. Caracterización realizada por el autor

VSM Final

El VSM final mostrado en la **Figura 32** proporciona una representación visual clara de nuestro proceso mejorado, se ha mapeado meticulosamente cada etapa del proceso, desde la solicitud inicial hasta la recepción del equipo y/o herramienta, hemos identificado áreas de desperdicio, cuellos de botella y oportunidades para simplificar y agilizar nuestras operaciones. Podemos destacar que el proceso ha reducido significativamente el tiempo de espera y con ello el tiempo total del proceso.

Figura 32 VSM Final



Fuente: Diagrama realizado por el autor

AMEF Final

A continuación, presentamos en detalle el AMEF final mostrado en la **Figura 33**, resaltando los riesgos identificados y las acciones recomendadas, este AMEF servirá como una herramienta para poner en marcha acciones de correctivas y preventivas que fortalezcan la calidad de nuestro proceso.

Figura 33 AMEF Final

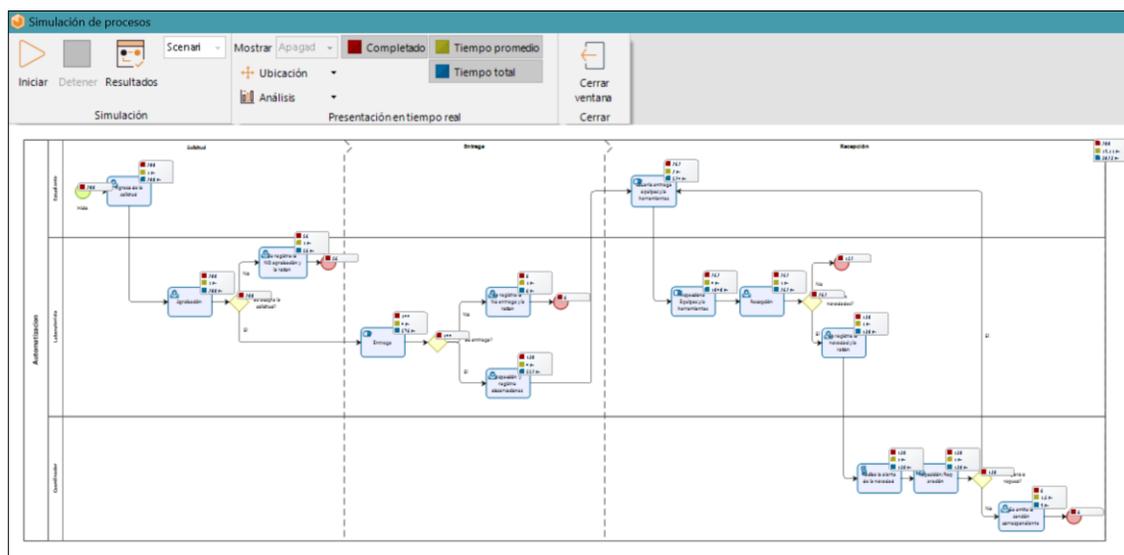
| Análisis de modo y efecto de fallas | | | | | | | | | | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | | |
|--|---|---|----|--|---|------------|---|-----|--|---|---|---|-----|
| Actividad | Modos de fallo | Efecto | S | Causa | O | Controles | D | NPR | Acciones | S | O | D | NPR |
| Recibir solicitud verbal de préstamo de equipos o herramientas | La información que llega al laboratorista es incorrecta | El préstamo es incorrecto Aumenta el tiempo de espera de otros estudiantes | 2 | Falta de comunicación efectiva entre el estudiante y el laboratorista | 2 | No existen | 3 | 12 | Corroborar el pedido del estudiante antes de aprobar | 2 | 1 | 2 | 4 |
| | No existe disponibilidad del personal | Se genera una no conformidad del proceso | 3 | Préstamo solicitado en horarios pico de prácticas | 2 | No existen | 5 | 30 | Socializar los horarios de disponibilidad de los laboratoristas | 3 | 1 | 4 | 12 |
| Solicitar documento de identificación | El estudiante no cuenta con un documento de identificación válido. | Aumenta el tiempo de espera de otros estudiantes | 3 | El estudiante desconoce el proceso de préstamos | 2 | No existen | 1 | 6 | Socializar el proceso de préstamo de equipos y herramientas | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Buscar el equipo o herramienta solicitado | Equipo o herramienta averiado | Se genera una no conformidad del proceso | 10 | No existe un registro físico de equipos o herramientas que presentan averías | 8 | No existen | 5 | 400 | Implementar una App que permita el registro de novedades | 10 | 3 | 1 | 30 |
| | No encontrar el equipo o herramienta | Se genera una no conformidad del proceso Pérdida de tiempo mientras se realiza la búsqueda | 9 | No existe un control de inventario | 8 | No existen | 5 | 360 | Implementar un control de inventario mediante la App | 9 | 2 | 1 | 18 |
| Entregar el equipo o herramienta | Equipo o herramienta entregado sin revisión de estado | Se genera una no conformidad del proceso | 6 | Mal procedimiento por parte del laboratorista | 3 | No existen | 5 | 90 | Realizar auditorías al cumplimiento del proceso | 6 | 1 | 5 | 30 |
| | Equipo o herramienta entregada sin prueba de funcionamiento | Manipulación incorrecta y generación de avería | 8 | Mal procedimiento por parte del laboratorista | 3 | No existen | 5 | 120 | Realizar auditorías al cumplimiento del proceso | 8 | 1 | 5 | 40 |
| Registrar préstamo | Perdida del posit que contiene la información | No se garantiza la correcta devolución del equipo o herramienta No existe información que respalde el préstamo | 10 | No existe un registro físico del préstamo de equipos o herramientas | 6 | No existen | 6 | 360 | Implementar una App que permita el registro de préstamos de equipos y herramientas | 10 | 2 | 1 | 20 |
| | La información no es clara ni detallada imposibilita seguir el proceso por otro laboratorista | Se podría pasar por alto una avería o una pérdida | 9 | No existe un registro físico del préstamo de equipos o herramientas | 6 | No existen | 8 | 432 | Implementar un registro | 9 | 1 | 1 | 9 |
| Recibir el equipo o herramienta | Equipo o herramienta averiado o extraviado | Equipo o herramienta fuera de servicio | 6 | Mala manipulación del estudiante | 4 | | 3 | 72 | Realizar auditorías al cumplimiento del proceso | 6 | 1 | 3 | 18 |
| | No se tiene claro que recibir y en que estado | Se genera una no conformidad del proceso | 9 | No existe un registro físico del préstamo de equipos o herramientas | 6 | No existen | 7 | 378 | Implementar una App que permita el registro de préstamos de equipos y herramientas | 9 | 1 | 1 | 9 |

Fuente: Análisis realizado por el autor

Simulación Final

La simulación presentada en la **Figura 34** tiene como objetivo ilustrar y examinar el curso de las actividades involucradas en la mejora del proceso, desde la solicitud hasta la devolución del equipo, se busca optimizar el proceso, identificar posibles cuellos de botella y mejorar la eficiencia operativa. Los resultados obtenidos se muestran en la **Figura 34**.

Figura 34 Simulación del Proceso Mejorado



Fuente: Simulación realizada por el autor en Bizagi Modeler

Figura 35 Resultados de la Simulación del proceso mejorado

| Información del Escenario | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|------------------------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|
| Nombre | Escenario 1 | | | | | | |
| Unidad de tiempo | Minutos | | | | | | |
| Duración | 020,00:00:00 | | | | | | |
| Nombre | Tipo | Instancias completadas | Instancias iniciadas | Tiempo mínimo | Tiempo máximo | Tiempo promedio | Tiempo total |
| Automatización | Proceso | 200 | 200 | 3m | 2h 27m | 19m 6s | 2d 15h 43m |
| Información del Escenario | | | | | | | |
| Nombre | Escenario 1 | | | | | | |
| Unidad de tiempo | Minutos | | | | | | |
| Duración | 020,00:00:00 | | | | | | |
| Recurso | Uso | Costo fijo total | Costo unitario total | Costo total | | | |
| Laboratorista | 97,57 % | 0 | 247,5 | 247,5 | | | |
| Coordinador | 19,32 % | 0 | 14,7 | 14,7 | | | |
| Estudiante | 26,28 % | 0 | 0 | 0 | | | |
| Total | | 0 | 262,2 | 262,2 | | | |

Fuente: Resultados obtenidos por el autor en Bizagi Modeler

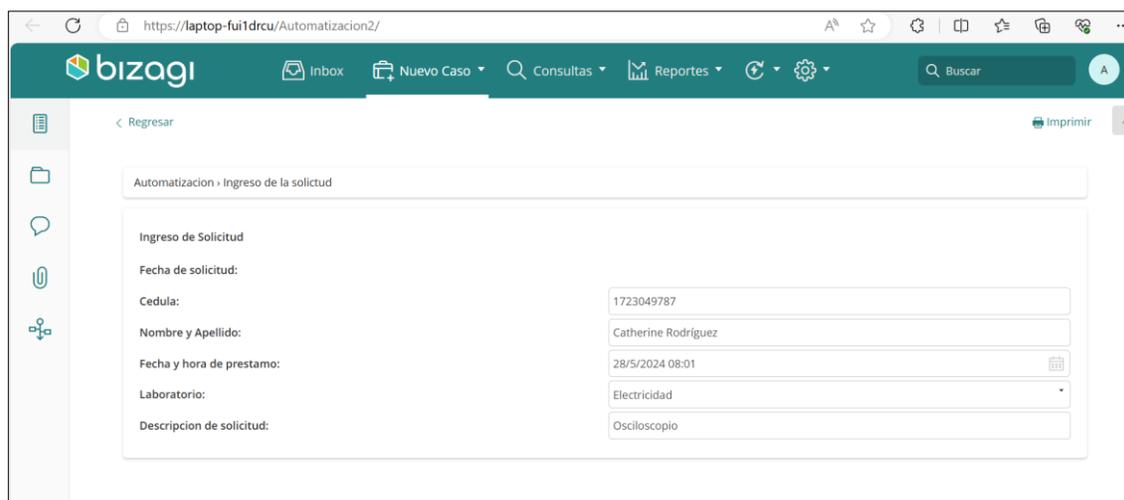
4.5. Automatización del proceso

La automatización del proceso en Bizagi Studio representa un avance significativo en la gestión eficiente de recursos dentro de laboratorio. Mediante la

implementación de esta solución, se busca optimizar el control de inventarios, reducir tiempos de espera, minimizar errores humanos como averías y pérdidas y mejorar la satisfacción de los usuarios.

La **Figura 36** muestra la automatización del proceso de solicitud, donde se ingresan los datos del solicitante y detalles de la solicitud como fecha a que laboratorio corresponde y la descripción del préstamo.

Figura 36 Automatización de la Solicitud

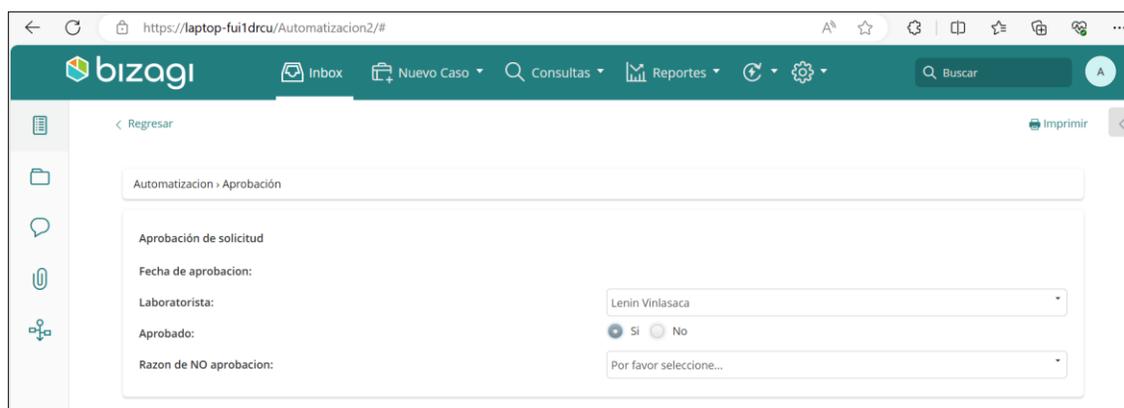


The screenshot displays a web browser window with the Bizagi Studio interface. The URL is <https://laptop-fui1drcu/Automatizacion2/>. The interface includes a navigation bar with 'Inbox', 'Nuevo Caso', 'Consultas', 'Reportes', and a search bar. The main content area is titled 'Automatización > Ingreso de la solicitud' and contains a form with the following fields:

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Ingreso de Solicitud | |
| Fecha de solicitud: | |
| Cedula: | 1723049787 |
| Nombre y Apellido: | Catherine Rodríguez |
| Fecha y hora de préstamo: | 28/5/2024 08:01 |
| Laboratorio: | Electricidad |
| Descripcion de solicitud: | Osciloscopio |

Fuente: Automatización realizada por el autor en Bizagi Studio

Figura 37 Automatización de la Aprobación



The screenshot displays the Bizagi Studio interface for the 'Aprobación' form. The URL is <https://laptop-fui1drcu/Automatizacion2/#>. The interface includes a navigation bar with 'Inbox', 'Nuevo Caso', 'Consultas', 'Reportes', and a search bar. The main content area is titled 'Automatización > Aprobación' and contains a form with the following fields:

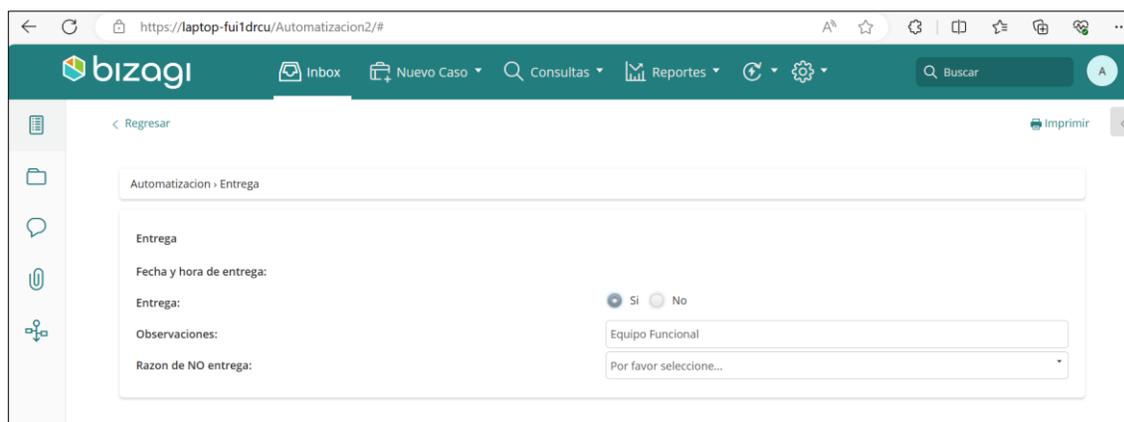
| | |
|-------------------------|--|
| Aprobación de solicitud | |
| Fecha de aprobación: | |
| Laboratorista: | Lenin Vinlasaca |
| Aprobado: | <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No |
| Razon de NO aprobación: | Por favor seleccione... |

Fuente: Automatización realizada por el autor en Bizagi Studio

La actividad de aprobación automatizada mostrada en la **Figura 37** permite que el laboratorista registre la respuesta a la solicitud y en caso de ser rechazada mencionar la razón del rechazo.

El registro de esta entrega se realiza mediante la aplicación como se muestra en la **Figura 38** donde se registra fecha y hora de la entrega de forma automática o en su defecto, de no realizarse la entrega se debe colocar la causa.

Figura 38 Automatización del Registro de Entrega



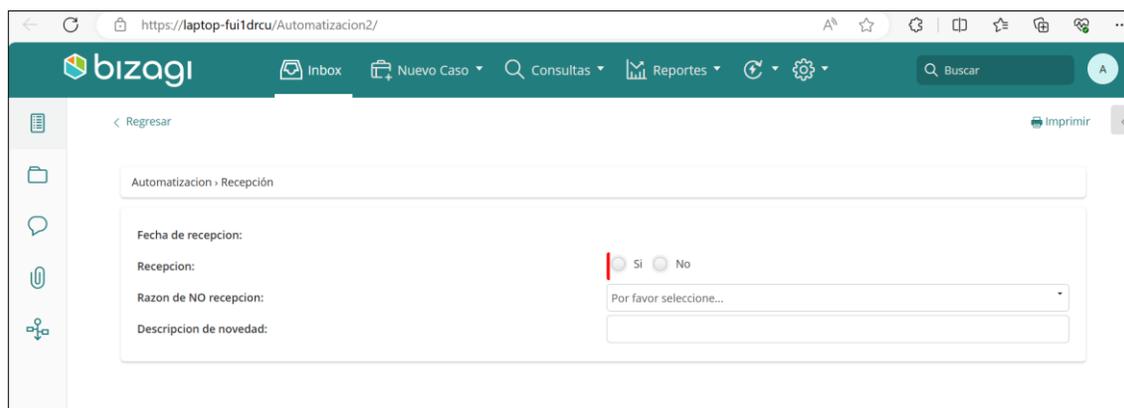
The screenshot displays a web browser window with the Bizagi Studio interface. The browser's address bar shows the URL 'https://laptop-fui1drcu/Automatizacion2/#'. The Bizagi logo is visible in the top left corner of the application. The main content area is titled 'Automatizacion > Entrega' and contains a form with the following fields and options:

- Entrega**
- Fecha y hora de entrega:** (Automatic)
- Entrega:** Radio buttons for **Si** (selected) and **No**.
- Observaciones:** A text input field containing 'Equipo Funcional'.
- Razon de NO entrega:** A dropdown menu with the text 'Por favor seleccione...'.

Fuente: Automatización realizada por el autor en Bizagi Studio

Finalmente se automatizó la recepción de los equipos y/o herramientas como se muestra en la **Figura 39** permitiendo así la detección y registro de novedades en la actividad, lo que conlleva a que el causante de la avería o pérdida repare o reponga el equipo, esto resulta en una considerable disminución de costos por mantenimientos correctivos y reposición, dichos costos salían del presupuesto del laboratorio.

Figura 39 Automatización del Registro de Recepción



Fuente: Automatización realizada por el autor en Bizagi Studio

4.6. Análisis Indicadores del proceso

Este análisis se realiza con el objetivo de hacer una estimación de cuanto mejorarían los indicadores al aplicar la propuesta de mejora. Es importante recalcar que la información recaba de la situación inicial corresponde a toma de tiempos realizadas para este proyecto y para las No Conformidades se han usado reportes entregados por la coordinación del laboratorio, de los cuales hemos tomado el mes de marzo como se muestra en la **Tabla 7** justo antes de la implementación de la mejora.

Tabla 7 Registro de No Conformidades Mes de Marzo-24

| Mes | Semana | Eventos | NC Pérdida/Avería | NC Tiempo | NC Total |
|---------------|----------------------|---------|----------------------------------|-----------|----------|
| | 1 | 46 | 3 | 11 | 14 |
| | 2 | 19 | 4 | 2 | 6 |
| mar-24 | 3 | 57 | 1 | 16 | 17 |
| | 4 | 31 | 2 | 7 | 9 |
| | Total Eventos | 153 | Total de No Conformidades | | 46 |

Nota. Las NC (No conformidades) son eventos en el proceso donde existe avería o pérdida de equipos y/o herramientas y también son reportes por altos tiempos en la entrega de los equipos y/o herramientas que retrasen las prácticas del laboratorio.

Fuente: Información entregada por la coordinación de Laboratorio

En cuanto a los datos usados para la proyección de resultados de la mejora se han tomado los datos de tiempo y recursos producto de la simulación del proceso y el nivel de satisfacción a de la mejora se ha trabajado con un modelo de encuesta aplicada durante el mes de abril. La representación gráfica de los datos se muestra en la **Figura 40** y sus resultados en la **Tabla 8**.

Figura 40 Resultados de encuesta de Satisfacción del proceso



Fuente: Encuesta realizada por el autor en Google Forms

Eficiencia del proceso

La eficiencia del proceso implica medir cuán efectivamente se utilizan los recursos para producir los resultados deseados. La producción esperada en este proceso es de 200 eventos mensuales y la producción real se tomará de los meses de marzo para la situación inicial y abril para la mejora.

$$Eficiencia\ del\ proceso = \frac{producción\ real}{producción\ esperada} * 100$$

Eficiencia operativa

La eficiencia operativa se define como la habilidad del proceso para minimizar los recursos utilizados en este caso el tiempo utilizado para el servicio y maximizar la producción del proceso, estos valores serán tomados del VSM inicial y final.

$$Eficiencia\ del\ proceso = \frac{tiempo\ de\ valor\ agregado}{tiempo\ total\ del\ proceso} * 100$$

Satisfacción del cliente

El indicador de satisfacción al cliente se utilizará como una medida del nivel de contento o agrado de los estudiantes al solicitar el préstamo de equipos y/o herramientas. Para la situación inicial se consideran 107 eventos sin No Conformidades y para la mejora se toman los eventos que tienen una calificación de 4 y 5 que son 179 usuarios satisfechos.

$$\text{Satisfacción del cliente} = \frac{\text{número de eventos sin NC}}{\text{total de eventos}} * 100$$

Tabla 8 Cálculo de Indicadores del Proceso

| | Situación Inicial | Mejora | %Mejora |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------------|
| Producción Real | 153 | 199 | |
| Eficiencia del proceso | 76.5% | 99.5% | 23% |
| Eventos sin NC | 107 | 179 | |
| Satisfacción del cliente | 69.9% | 90% | 20.1% |
| Tiempo Valor Agregado | 17 | 15 | |
| Tiempo Total del Proceso | 27 | 19 | |
| Eficiencia Operativa | 63% | 79% | 16% |

Fuente: Información levantada por el autor

4.7. Análisis Costo – Beneficio

El análisis de indicadores costo-beneficio permite evaluar la viabilidad y rendimiento económico de la propuesta por medio de un análisis organizado de los costos implicados y los beneficios anticipados.

El análisis nos muestra que el ROI es 129.33%, lo que indica que la inversión inicial se recupera con un beneficio significativo dentro del primer año. A partir del segundo año se incrementará lo que representa un retorno mayor debido a que el costo de implementación ya fue cubierto en el primer año.

Tabla 9 *Indicadores Costo-Beneficio*

| Tipo | Indicador | Valor ASIS | Valor TOBE | % de Mejora |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Indicador de Costo | Costo total de implementación | \$1,763.65 | \$1,518.45 | 13.9% |
| Indicador de Beneficio | Reducción de tiempo | 27.22 | 19.1 | 29.83% |
| Indicadores de Beneficio | Costo- Retorno de la inversión ROI | 129.33% | | |
| | Payback period | 0.77 | | |

Fuente: Análisis realizado por el autor

El payback period nos indica que 0.77 años será el periodo necesario para ver un retorno de inversión es decir que aproximadamente a partir del noveno mes ya se habrá recuperado la inversión. Podemos concluir que la propuesta es altamente rentable tanto a corto como a largo plazo. El análisis completo de Costos-Beneficios se muestra en el **Anexo 5** analizaremos un resumen en la **Tabla 9**.

4.8. Análisis de Resultados

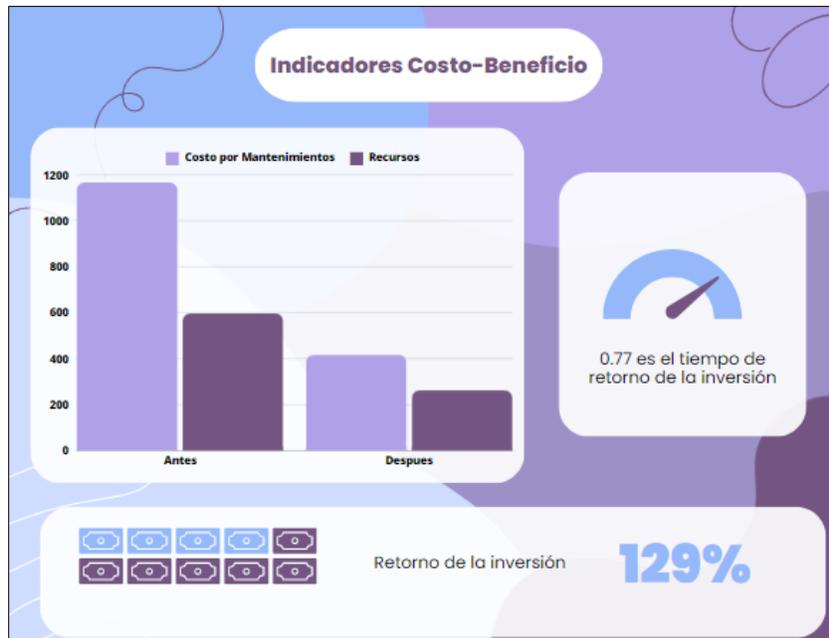
El análisis de resultados nos permite comprender el desempeño y la efectividad de nuestra mejora, mediante los indicadores relacionados con el proceso que se muestran en la **Figura 41** y con los indicadores de costo-beneficio mostrados en la **Figura 42**, lo cual impacta directamente en la productividad y satisfacción de nuestros estudiantes.

Figura 41 Indicadores del proceso



Fuente: Análisis realizado por el autor

Figura 42 Indicadores de Costo Beneficio



Fuente: Análisis realizado por el autor

4.9. Discusión de Resultados

Este análisis comparativo se realiza con el objetivo de identificar mejores prácticas y lecciones aprendidas que se pueden aplicar a la mejora del proceso.

Tabla 10 *Discusión de Problemática*

| | Problema |
|--------------------------|---|
| Caso 1 | “En el proceso, cada asistente maneja su propio inventario a través de hojas de cálculo. En consecuencia, no existe un inventario unificado en el que se pueda consultar la información actualizada de cualquier equipo”.(Andrade Arizaga & Sozoranga Zhunaula, 2018) |
| Caso 2 | “La EPN tiene un laboratorio docente LAB-FIS donde se realizan procesos de préstamos de equipos, manejo de inventarios y uso de laboratorios, estos procesos no se formalizaron y se realizan manualmente no cuentan con el apoyo de un sistema informático que permita agilizar su gestión”. (Chirau Tomarema Diana Elizabeth & Quito Reyes Audita Jelena, 2018) |
| Caso 3 | “Altos tiempos de espera en atender solicitudes de impresión de entradas que van desde medio a un día. La empresa no cuenta con una cultura de trabajo orientada al manejo de los procesos más importantes”. (Salame et al., 2014) |
| Caso 4 | “La ausencia de interacción ágil entre las áreas organizacionales es debido a que no se cuenta con información necesaria para la toma de decisiones, la falta de indicadores no permite monitorear y controlar la correcta ejecución de los procesos”. (De la Cruz Delgado, 2018) |
| Proyecto Capstone | Los altos tiempos requeridos para proceso generan una disminución significativa en la productividad del taller. Esta ineficiencia operativa afecta negativamente tanto a la gestión del tiempo del personal como a la ejecución de otras tareas críticas para el funcionamiento del taller. |

Fuente: Análisis realizado por el autor

La **Tabla 10** muestra la problemática abordada en cada caso, podemos resaltar que existe una convergencia en el manejo y control de inventarios los cuales se busca automatizar para agilizar la gestión y reducir los altos tiempos en los procesos.

La **Tabla 11** compara la metodología y la propuesta de mejora presentada en cada caso, destacando que la metodología BPM es ampliamente utilizada para la mejora de procesos, en cuanto a la mejora existe una constante que es el desarrollo de aplicaciones o entornos informáticos para la automatización de proceso.

Tabla 11 *Discusión de Metodología y Propuesta de Mejora*

| | Metodología | Propuesta de Mejora |
|--------------------------|--|---|
| Caso 1 | Design Thinking | “Implementación de un sistema de gestión para préstamos de equipos informáticos, registro y control del inventario general”. (Andrade Arizaga & Sozoranga Zhunaula, 2018) |
| Caso 2 | BPM Metodología ISEA | Desarrollo de una aplicación informática que automatice el proceso mediante un enfoque por procesos y la utilización de una suite BPM |
| Caso 3 | BPM | Implementación una gestión de procesos adoptando una estrategia de negocios BPM |
| Caso 4 | BPM + Investigación mixta (cualitativa-cuantitativa) | “Implementación de un sistema de Workflow para el proceso de Otorgamiento de Crédito”. (De la Cruz Delgado, 2018) |
| Proyecto Capstone | Ciclo PHVA BPM | Implementación de un Sistema de control de inventario digital por laboratorio y la implementación de una aplicación para el registro de préstamo de equipos y herramientas. |

Fuente: Análisis realizado por el autor

El análisis comparativo de las herramientas y costos de implementación mostrado en la **Tabla 12** proporciona información valiosa para la planificación y estimación de ahorros, tiempos y costos. Conocer cómo se han desarrollado proyectos similares puede mejorar la precisión de las estimaciones. En los casos examinados no todos realizan un análisis de costos sin embargo se puede destacar que la mejora planteada para este proyecto es de bajo costo con relación a los casos similares y tiene un alto retorno de inversión, considerando que también trabajan con la herramienta Bizagi Studio.

Tabla 12 *Discusión de Herramientas y Costos de Implementación*

| | Herramienta | Costo de Implementación | Tiempo de implementación | Ahorros Generados | ROI |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|---------|
| Caso 1 | Tecnología RFID | \$20,414.00 | 77 | - | - |
| Caso 2 | IBM-BPM | - | - | - | - |
| Caso 3 | Bizagi Studio | \$4,910.00 | - | - | - |
| Caso 4 | Bizagi Studio Workflow | \$37,164.85 | - | \$15,916.35 | 42.83% |
| Proyecto Capstone | Bizagi Studio | \$2,925.00 | 68 | \$2,942.36 | 129.33% |

Fuente: Análisis realizado por el autor

Tabla 13 *Discusión de Indicadores de Mejora*

| | Indicadores de Mejora |
|--------------------------|--|
| Caso 1 | Registro ágil, confiable y automatizado Mejora en el monitoreo de equipos Eliminación de registros manuales |
| Caso 2 | Satisfacción de Usuario Facilidad de Uso Tiempo de Respuesta |
| Caso 3 | Mejora de la eficiencia operacional Mejora de la atención al cliente Aumentar la competitividad |
| Caso 4 | Tiempo promedio de 7.5h a 5.7 h Mejora de la calidad del proceso Satisfacción al cliente |
| Proyecto Capstone | Mejora de la Eficiencia operativa 16% Mejora del índice de Satisfacción al Cliente 20.1% Mejora de la eficiencia del proceso 23% |

Fuente: Análisis realizado por el autor

Otro aspecto de importancia en este análisis son los indicadores de mejora, la **Tabla 13** nos permite inferir que todos los proyectos analizados buscan la mejora

en la Satisfacción del cliente, esto a través de disminución en los tiempos del proceso, eliminación de registros o actividades manuales. Otro aspecto de importancia para este análisis es la mejora en la eficiencia y calidad del proceso.

Para este proyecto los indicadores tanto de eficiencia del proceso, eficiencia operativa y satisfacción al cliente han mejorado en más del 20%.

Conclusiones y Recomendaciones

La implementación de un sistema digital de gestión de registro de préstamos, junto con la mejora del proceso permitirá abordar las deficiencias actuales del proceso. La transformación digital es clave para mejorar la eficiencia operativa y asegurar un control más preciso de los recursos.

El análisis de la eficiencia operativa del proceso en su situación actual ha revelado elevados tiempos de ejecución y el uso ineficiente de recursos. Identificar los principales inconvenientes ha permitido proponer mejoras específicas, como la disminución de tiempos de espera y de eventos no conformes en el proceso.

La aplicación del Ciclo PHVA describe claramente los pasos a seguir, los recursos necesarios y los plazos de implementación de la propuesta. Este plan asegura que la propuesta se implemente de manera efectiva, dentro de un tiempo que permite una transición adecuada tanto para el personal como para los estudiantes.

La implementación de la propuesta, mediante la automatización del proceso demuestra ser una inversión rentable y viable. El análisis costo beneficio proyecta un favorable retorno de inversión en un tiempo menor a un año lo que se traduce en un significativo ahorro operativo y una considerable optimización de recursos, parámetros indispensables para mejorar los indicadores de eficiencia y satisfacción del cliente.

Se recomienda establecer un plan de evaluación continua que permitirá identificar rápidamente cualquier problema o ineficiencia que surja después de la implementación. También ayudará a calcular el impacto real de las mejoras implementadas, asegurando que los objetivos de eficiencia operativa y control de inventarios se perpetúen a lo largo del tiempo.

Como parte de la cultura de mejora continua se recomienda un programa de capacitación para que los involucrados en el proceso tengan sólidos conocimientos

de mejores prácticas, mejoras y actualizaciones del sistema esto con el fin de asegurar el aprovechamiento de la herramienta y la eficiencia del personal en sus funciones.

Bibliografía

- Andrade Arizaga, N. R., & Sozoranga Zhunaula, K. de los A. (2018). *“Diseñar un sistema de gestión para préstamos de equipos informáticos mediante tecnología RFID.”*
- Berry, L. L., Parasuraman, A., & Zeithaml, V. A. (1990). *Delivering quality service: Balancing customer perceptions and expectations*. The Free Press.
- Chirau Tomarema Diana Elizabeth, & Quito Reyes Audita Jelena. (2018). *Propuesta De Informatización De Los Procesos De Gestión De Equipos Y Manejo De Inventarios Mediante Un Enfoque Bpm*.
- Crosby, P. B. (1979). *Quality is free: The art of making quality certain*. McGraw-Hill.
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: Reengineering work through information technology*. Harvard Business Press.
- De la Cruz Delgado, W. (2018). *Implementación de un sistema de Workflow para gestionar la información en el proceso de otorgamiento de crédito. Caso Cooperativa Pacífico*. San Ignacio de Loyola.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT press.
- Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, M. J. (2017). *Service management: Operations, strategy, information technology*. (9th ed). McGraw-Hill.
- Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2020). *Quality management for organizational excellence*. Pearson.
- Gronroos, C. (1984). A service quality model and its marketing implications. *European Journal of Marketing*, 18(4), 36–44.
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution*. HarperBusiness.
- Ishikawa, K. (1990). *Introduction to quality control*. Chapman & Hall.

ISO 9000:2015. (2015). *ISO 9000:2015(en). Quality management systems — Fundamentals and vocabulary. ISO.*

Johnston, R., & Clark, G. (2008). *Service operations management: Improving service delivery*, (3rd ed.). Pearson Education.

Juran, J. M. (1951). *Quality control handbook*. McGraw-Hill.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2016). *Principles of marketing* (16th ed.). Pearson.

Lovelock, C., & Wirtz, J. (2016). *Services marketing: People, technology, strategy*. (8th ed.). Pearson.

Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & Sons.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing.*, 64(1), 12-40.

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Salame, J., Mora, J., & Andrade, R. (2014). *Análisis y Diseño de una Solución para Gestión de Procesos del Negocio (BPM) en una Imprenta Electrónica*. 1–6.

Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. ASQ Quality Press.

Universidad Politécnica Salesiana. (2024a). *Razón de ser*.
<https://www.ups.edu.ec/razon-de-ser>

Universidad Politécnica Salesiana. (2024b). *Razón de Ser*.

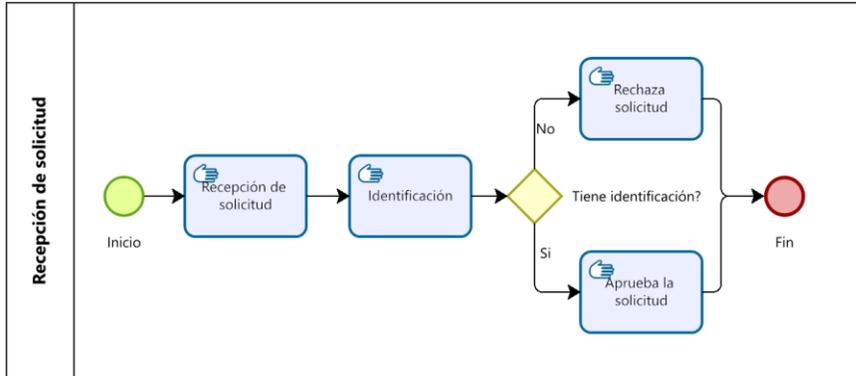
<https://www.ups.edu.ec/razon-de-ser>

Universidad Politécnica Salesiana. (2024c). *Reseña Histórica*.

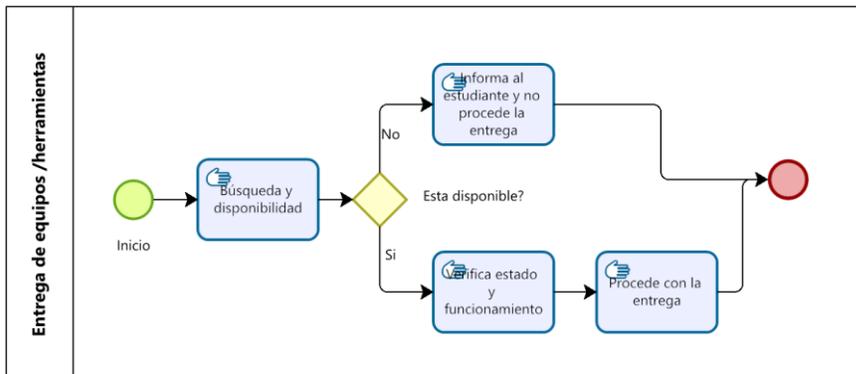
<https://www.ups.edu.ec/resena-historica#naceUPS>

Anexos

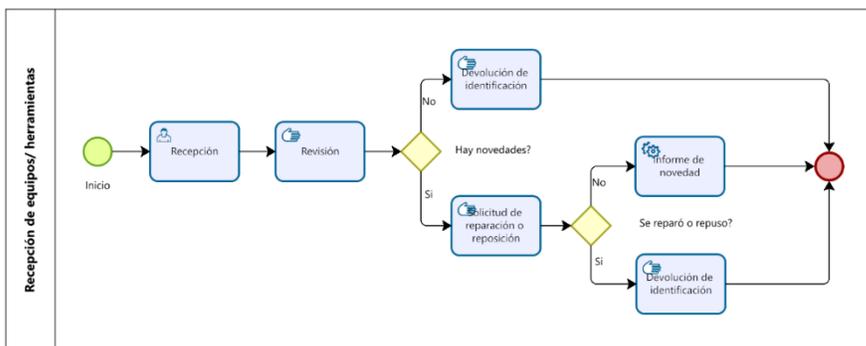
Anexo 1. Subprocesos de la Situación Actual



Powered by
bizagi
Modeler



Powered by
bizagi
Modeler



Powered by
bizagi
Modeler

Anexo 2. Caracterización de Subprocesos Situación Actual

| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS SUR | | CÓDIGO: |
|--|--|---|-----------------------------------|---|
| | | CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | VERSIÓN: 1 |
| | | | | EMISIÓN: 19/03/2024 |
| NOMBRE DEL SUBPROCESO: | Recepción de Solicitud | | DUEÑO DEL PROCESO: | Coordinación de Laboratorio |
| OBJETIVO DEL SUBPROCESO: | Recibir la solicitud del estudiante | | | |
| PROVEEDOR (Supplier) | ENTRADA (Input) | PROCESO (Process) | SALIDA (Output) | CLIENTE (Customer) |
| Inventario de laboratorio | Solicitud verbal del estudiante | Recibir solicitud verbal del estudiante Solicitar documento de identificación al estudiante | Aprobar la solicitud | Estudiantes |
| RECURSOS | CONTROLES | DOCUMENTOS GENERADOS | REQUISITOS | MEDICIÓN |
| Laboratorista | | Diagrama de flujo del proceso | Documento de identificación | Tiempo total del subproceso Solicitudes no atendidas |
| MEDICIÓN DE INDICADORES | | | | |
| OBJETIVO | FORMULA | FRECUENCIA DEL ANALISIS | DIMENSION ADMINISTRATIVA | RESPONSABLE DE LA MEDICION |
| Tiempo de proceso | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia del tiempo | $\%Ef_1 = \text{Tiempo de valor agregado} / \text{tiempo total del proceso} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |
| Solicitudes no atendidas | | | | |
| Garantizar la satisfacción del cliente respecto a la disponibilidad de equipos y herramientas. | $\%N_{conf} = \text{Cantidad de solicitudes no atendidas} / \text{Total de solicitudes}$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |
| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS SUR | | CÓDIGO: |
| | | CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | VERSIÓN: 1 |
| | | | | EMISIÓN: 19/03/2024 |
| NOMBRE DEL SUBPROCESO: | Busqueda y entrega de equipos y herramientas | | DUEÑO DEL PROCESO: | Coordinación de Laboratorio |
| OBJETIVO DEL SUBPROCESO: | Entregar equipos o herramientas solicitadas por los estudiantes | | | |
| PROVEEDOR (Supplier) | ENTRADA (Input) | PROCESO (Process) | SALIDA (Output) | CLIENTE (Customer) |
| Inventario de laboratorio | Solicitud aprobada del estudiante | Buscar el equipo o herramienta solicitada en los laboratorios Entregar el equipo revisando el estado del mismo | Entrega de herramientas o equipos | Estudiantes |
| RECURSOS | CONTROLES | DOCUMENTOS GENERADOS | REQUISITOS | MEDICIÓN |
| Herramientas Equipos Laboratorista | Revisión del estado del equipo o herramienta en la entrega. | Diagrama de flujo del proceso | | Tiempo total del proceso Solicitudes no atendidas |
| MEDICIÓN DE INDICADORES | | | | |
| OBJETIVO | FORMULA | FRECUENCIA DEL ANALISIS | DIMENSION ADMINISTRATIVA | RESPONSABLE DE LA MEDICION |
| Tiempo de proceso | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia del tiempo | $\%Ef_1 = \text{Tiempo de valor agregado} / \text{tiempo total del proceso} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |
| Novedades en inventario | | | | |
| Llevar un control de inventario que garantice la operatividad del laboratorio y la satisfacción del cliente y estado del equipo o herramienta. | $\%N_{inv} = (\text{Eventos avería} + \text{Eventos pérdida}) / \text{presentados} / \text{Total de préstamos} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. |

| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS SUR | | | CÓDIGO: |
|--|--|---|---|---|-----------------------------|
| | | CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | | VERSIÓN: 1 |
| | | | | | EMISIÓN: 19/03/2024 |
| NOMBRE DEL SUBPROCESO: | | Registro de préstamo de equipos y herramientas | | DUEÑO DEL PROCESO: | Coordinación de Laboratorio |
| OBJETIVO DEL SUBPROCESO: | | Registrar la entregar equipos o herramientas solicitadas por los estudiantes con las novedades que puedan presentarse | | | |
| PROVEEDOR (Supplier) | ENTRADA (Input) | PROCESO (Process) | SALIDA (Output) | CLIENTE (Customer) | |
| Inventario de laboratorio | Documento de identificación Listado de equipos o herramientas entregadas | Anotar en un posit el equipo o herramienta con las novedades o especificaciones del préstamo Adjuntar el posit a la identificación del estudiante y almacenarla en la coordinación | Identificación con registro de préstamo | Estudiantes | |
| RECURSOS | CONTROLES | DOCUMENTOS GENERADOS | REQUISITOS | MEDICIÓN | |
| Laboratorista Material de oficina (Posit, esferos, cinta adhesiva.) | | Diagrama de flujo del proceso | Documento de identificación | Tiempo total del proceso | |
| MEDICIÓN DE INDICADORES | | | | | |
| OBJETIVO | FORMULA | FRECUENCIA DEL ANALISIS | DIMENSION ADMINISTRATIVA | RESPONSABLE DE LA MEDICION | |
| Tiempo de proceso | | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia del tiempo | $\%Ef_1 = \text{Tiempo de valor agregado} / \text{tiempo total del proceso} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. | |
| Novedades en inventario | | | | | |
| Llevar un control de inventario que garantice la operatividad del laboratorio y la satisfacción del cliente y estado del equipo o herramienta. | $\%N.inv = (\text{Eventos avería} + \text{Eventos pérdida}) / \text{presentados} / \text{Total de préstamos} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. | |

| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR | | LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS SUR | | | CÓDIGO: |
|---|---|--|------------------------------|--|-----------------------------|
| | | CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | | VERSIÓN: 1 |
| | | | | | EMISIÓN: 19/03/2024 |
| NOMBRE DEL SUBPROCESO: | | Recepción de equipos y herramientas | | DUEÑO DEL PROCESO: | Coordinación de Laboratorio |
| OBJETIVO DEL SUBPROCESO: | | Recibir los equipos o herramientas solicitadas por los estudiantes en el mismo estado que fueron entregadas y sin novedades de los mismos. | | | |
| PROVEEDOR (Supplier) | ENTRADA (Input) | PROCESO (Process) | SALIDA (Output) | CLIENTE (Customer) | |
| Inventario de laboratorio | Registro de préstamo | Recibir el equipo o herramienta revisando que este en las mismas condiciones en las que fue prestado Devolver documento de identificación al estudiante | | Estudiantes | |
| RECURSOS | CONTROLES | DOCUMENTOS GENERADOS | REQUISITOS | MEDICIÓN | |
| Herramientas Equipos Laboratorista | Revisión del estado del equipo o herramienta en la recepción. | Diagrama de flujo del proceso | Documento de identificación | Tiempo total del proceso Solicitudes no atendidas | |
| MEDICIÓN DE INDICADORES | | | | | |
| OBJETIVO | FORMULA | FRECUENCIA DEL ANALISIS | DIMENSION ADMINISTRATIVA | RESPONSABLE DE LA MEDICION | |
| Tiempo de proceso | | | | | |
| Medir y monitorear la eficiencia del tiempo | $\%Ef_1 = \text{Tiempo de valor agregado} / \text{tiempo total del proceso} \times 100\%$ | Mensual | Coordinación de laboratorios | Coordinador de laboratorio: Ing. Johnny Pancha MSc. | |

Anexo 3. Datos de Tiempos de la Situación Actual del Proceso

| Evento | Recepción de Solicitud (min) | Búsqueda y entrega (min) | Registro (min) | Recepción (min) | Tiempo VA (min) | Tiempo Espera (min) | Tiempo total (min) | Ef_Proceso |
|--------|------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| 1 | 2 | 6 | 3 | 5 | 16 | 15 | 31 | 52% |
| 2 | 2 | 6 | 3 | 6 | 17 | 5 | 22 | 77% |
| 3 | 2 | 5 | 4 | 7 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 4 | 4 | 6 | 2 | 4 | 16 | 12 | 28 | 57% |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 14 | 17 | 31 | 45% |
| 6 | 2 | 6 | 4 | 3 | 15 | 11 | 26 | 58% |
| 7 | 4 | 5 | 3 | 8 | 20 | 6 | 26 | 77% |
| 8 | 2 | 4 | 4 | 10 | 20 | 8 | 28 | 71% |
| 9 | 2 | 6 | 2 | 4 | 14 | 11 | 25 | 56% |
| 10 | 2 | 6 | 2 | 8 | 18 | 13 | 31 | 58% |
| 11 | 3 | 5 | 3 | 4 | 15 | 17 | 32 | 47% |
| 12 | 2 | 4 | 3 | 8 | 17 | 5 | 22 | 77% |
| 13 | 3 | 6 | 3 | 3 | 15 | 15 | 30 | 50% |
| 14 | 4 | 4 | 3 | 4 | 15 | 13 | 28 | 54% |
| 15 | 4 | 5 | 4 | 7 | 20 | 4 | 24 | 83% |
| 16 | 2 | 4 | 2 | 10 | 18 | 12 | 30 | 60% |
| 17 | 3 | 5 | 3 | 4 | 15 | 13 | 28 | 54% |
| 18 | 4 | 5 | 4 | 3 | 16 | 12 | 28 | 57% |
| 19 | 3 | 4 | 4 | 8 | 19 | 11 | 30 | 63% |
| 20 | 2 | 4 | 4 | 3 | 13 | 17 | 30 | 43% |
| 21 | 2 | 6 | 4 | 10 | 22 | 1 | 23 | 96% |
| 22 | 3 | 4 | 2 | 6 | 15 | 17 | 32 | 47% |
| 23 | 2 | 5 | 2 | 8 | 17 | 10 | 27 | 63% |
| 24 | 3 | 6 | 2 | 8 | 19 | 3 | 22 | 86% |
| 25 | 4 | 5 | 2 | 8 | 19 | 6 | 25 | 76% |
| 26 | 2 | 6 | 3 | 7 | 18 | 14 | 32 | 56% |
| 27 | 2 | 4 | 3 | 11 | 20 | 5 | 25 | 80% |
| 28 | 2 | 5 | 2 | 7 | 16 | 12 | 28 | 57% |
| 29 | 3 | 5 | 1 | 4 | 13 | 16 | 29 | 45% |
| 30 | 3 | 4 | 3 | 8 | 18 | 4 | 22 | 82% |
| 31 | 4 | 4 | 2 | 9 | 19 | 12 | 31 | 61% |
| 32 | 3 | 4 | 3 | 7 | 17 | 6 | 23 | 74% |
| 33 | 4 | 6 | 3 | 3 | 16 | 16 | 32 | 50% |
| 34 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 8 | 24 | 67% |
| 35 | 2 | 6 | 3 | 4 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 36 | 2 | 4 | 2 | 9 | 17 | 13 | 30 | 57% |
| 37 | 4 | 6 | 4 | 6 | 20 | 3 | 23 | 87% |
| 38 | 2 | 4 | 4 | 7 | 17 | 10 | 27 | 63% |
| 39 | 2 | 4 | 4 | 4 | 14 | 13 | 27 | 52% |
| 40 | 3 | 6 | 4 | 5 | 18 | 10 | 28 | 64% |
| 41 | 2 | 4 | 3 | 7 | 16 | 8 | 24 | 67% |
| 42 | 2 | 4 | 2 | 7 | 15 | 17 | 32 | 47% |
| 43 | 3 | 6 | 2 | 9 | 20 | 5 | 25 | 80% |

| Evento | Recepción de Solicitud (min) | Búsqueda y entrega (min) | y Registro (min) | Recepción (min) | Tiempo VA (min) | Tiempo Espera (min) | Tiempo total (min) | Ef_Proceso |
|--------|------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| 44 | 3 | 5 | 3 | 5 | 16 | 8 | 24 | 67% |
| 45 | 1 | 5 | 4 | 4 | 14 | 17 | 31 | 45% |
| 46 | 4 | 4 | 4 | 10 | 22 | 0 | 22 | 100% |
| 47 | 3 | 4 | 1 | 6 | 14 | 11 | 25 | 56% |
| 48 | 3 | 5 | 1 | 5 | 14 | 11 | 25 | 56% |
| 49 | 3 | 5 | 4 | 6 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 50 | 3 | 5 | 1 | 4 | 13 | 18 | 31 | 42% |
| 51 | 2 | 5 | 3 | 10 | 20 | 11 | 31 | 65% |
| 52 | 4 | 5 | 2 | 5 | 16 | 7 | 23 | 70% |
| 53 | 3 | 6 | 4 | 5 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 54 | 4 | 5 | 2 | 6 | 17 | 12 | 29 | 59% |
| 55 | 3 | 4 | 4 | 9 | 20 | 5 | 25 | 80% |
| 56 | 2 | 5 | 2 | 6 | 15 | 10 | 25 | 60% |
| 57 | 2 | 5 | 4 | 3 | 14 | 8 | 22 | 64% |
| 58 | 4 | 4 | 3 | 7 | 18 | 11 | 29 | 62% |
| 59 | 4 | 5 | 2 | 4 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 60 | 2 | 5 | 2 | 5 | 14 | 17 | 31 | 45% |
| 61 | 3 | 6 | 3 | 4 | 16 | 11 | 27 | 59% |
| 62 | 2 | 6 | 3 | 6 | 17 | 10 | 27 | 63% |
| 63 | 3 | 4 | 4 | 7 | 18 | 6 | 24 | 75% |
| 64 | 2 | 5 | 1 | 5 | 13 | 14 | 27 | 48% |
| 65 | 2 | 6 | 3 | 6 | 17 | 12 | 29 | 59% |
| 66 | 2 | 4 | 2 | 6 | 14 | 10 | 24 | 58% |
| 67 | 2 | 4 | 2 | 5 | 13 | 17 | 30 | 43% |
| 68 | 2 | 5 | 1 | 5 | 13 | 17 | 30 | 43% |
| 69 | 2 | 5 | 1 | 5 | 13 | 15 | 28 | 46% |
| 70 | 2 | 4 | 2 | 11 | 19 | 9 | 28 | 68% |
| 71 | 2 | 5 | 4 | 7 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 72 | 4 | 5 | 3 | 5 | 17 | 14 | 31 | 55% |
| 73 | 4 | 4 | 1 | 5 | 14 | 17 | 31 | 45% |
| 74 | 4 | 4 | 2 | 3 | 13 | 15 | 28 | 46% |
| 75 | 4 | 4 | 2 | 5 | 15 | 10 | 25 | 60% |
| 76 | 3 | 5 | 1 | 5 | 14 | 9 | 23 | 61% |
| 77 | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | 13 | 27 | 52% |
| 78 | 3 | 5 | 4 | 8 | 20 | 8 | 28 | 71% |
| 79 | 2 | 6 | 2 | 5 | 15 | 7 | 22 | 68% |
| 80 | 2 | 5 | 1 | 5 | 13 | 15 | 28 | 46% |
| 81 | 2 | 5 | 1 | 5 | 13 | 16 | 29 | 45% |
| 82 | 3 | 5 | 2 | 6 | 16 | 12 | 28 | 57% |
| 83 | 2 | 6 | 3 | 6 | 17 | 9 | 26 | 65% |
| 84 | 2 | 5 | 3 | 7 | 17 | 10 | 27 | 63% |
| 85 | 2 | 6 | 1 | 6 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 86 | 3 | 4 | 2 | 9 | 18 | 6 | 24 | 75% |
| 87 | 2 | 6 | 4 | 5 | 17 | 8 | 25 | 68% |
| 88 | 2 | 5 | 1 | 5 | 13 | 12 | 25 | 52% |

| Evento | Recepción de Solicitud (min) | Búsqueda y entrega (min) | y Registro (min) | Recepción (min) | Tiempo VA (min) | Tiempo Espera (min) | Tiempo total (min) | Ef_Proceso |
|--------|------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| 89 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 | 10 | 25 | 60% |
| 90 | 3 | 5 | 2 | 8 | 18 | 5 | 23 | 78% |
| 91 | 3 | 5 | 3 | 8 | 19 | 9 | 28 | 68% |
| 92 | 1 | 5 | 2 | 6 | 14 | 10 | 24 | 58% |
| 93 | 4 | 4 | 4 | 7 | 19 | 10 | 29 | 66% |
| 94 | 1 | 5 | 2 | 5 | 13 | 16 | 29 | 45% |
| 95 | 3 | 5 | 3 | 5 | 16 | 14 | 30 | 53% |
| 96 | 2 | 5 | 2 | 11 | 20 | 7 | 27 | 74% |
| 97 | 4 | 6 | 4 | 6 | 20 | 7 | 27 | 74% |
| 98 | 3 | 5 | 2 | 5 | 15 | 8 | 23 | 65% |
| 99 | 2 | 4 | 2 | 11 | 19 | 12 | 31 | 61% |
| 100 | 2 | 6 | 3 | 5 | 16 | 16 | 32 | 50% |
| 101 | 2 | 5 | 3 | 5 | 15 | 10 | 25 | 60% |
| 102 | 4 | 4 | 2 | 10 | 20 | 8 | 28 | 71% |
| 103 | 3 | 5 | 2 | 7 | 17 | 5 | 22 | 77% |
| 104 | 1 | 5 | 3 | 5 | 14 | 8 | 22 | 64% |
| 105 | 4 | 5 | 3 | 6 | 18 | 11 | 29 | 62% |
| 106 | 3 | 5 | 2 | 6 | 16 | 15 | 31 | 52% |
| 107 | 2 | 5 | 4 | 8 | 19 | 5 | 24 | 79% |
| 108 | 1 | 5 | 4 | 5 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 109 | 1 | 5 | 3 | 4 | 13 | 16 | 29 | 45% |
| 110 | 1 | 5 | 2 | 6 | 14 | 14 | 28 | 50% |
| 111 | 2 | 6 | 2 | 6 | 16 | 13 | 29 | 55% |
| 112 | 4 | 4 | 3 | 6 | 17 | 5 | 22 | 77% |
| 113 | 2 | 4 | 2 | 9 | 17 | 13 | 30 | 57% |
| 114 | 1 | 4 | 3 | 5 | 13 | 12 | 25 | 52% |
| 115 | 4 | 6 | 3 | 4 | 17 | 7 | 24 | 71% |
| 116 | 4 | 5 | 2 | 9 | 20 | 3 | 23 | 87% |
| 117 | 3 | 4 | 4 | 7 | 18 | 8 | 26 | 69% |
| 118 | 2 | 6 | 4 | 3 | 15 | 7 | 22 | 68% |
| 119 | 4 | 6 | 3 | 4 | 17 | 7 | 24 | 71% |
| 120 | 2 | 5 | 2 | 6 | 15 | 8 | 23 | 65% |
| 121 | 2 | 4 | 2 | 7 | 15 | 14 | 29 | 52% |
| 122 | 2 | 5 | 3 | 8 | 18 | 5 | 23 | 78% |
| 123 | 2 | 5 | 3 | 3 | 13 | 9 | 22 | 59% |
| 124 | 4 | 4 | 2 | 10 | 20 | 4 | 24 | 83% |
| 125 | 4 | 5 | 3 | 6 | 18 | 5 | 23 | 78% |
| 126 | 4 | 5 | 3 | 5 | 17 | 10 | 27 | 63% |
| 127 | 4 | 4 | 2 | 3 | 13 | 11 | 24 | 54% |
| 128 | 4 | 5 | 2 | 4 | 15 | 17 | 32 | 47% |
| 129 | 2 | 5 | 4 | 8 | 19 | 4 | 23 | 83% |
| 130 | 3 | 5 | 2 | 10 | 20 | 8 | 28 | 71% |
| 131 | 2 | 6 | 3 | 9 | 20 | 9 | 29 | 69% |
| 132 | 2 | 4 | 3 | 10 | 19 | 4 | 23 | 83% |
| 133 | 3 | 6 | 4 | 4 | 17 | 6 | 23 | 74% |

| Evento | Recepción de Solicitud (min) | Búsqueda y entrega (min) | y Registro (min) | Recepción (min) | Tiempo VA (min) | Tiempo Espera (min) | Tiempo total (min) | Ef_Proceso |
|--------|------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| 134 | 2 | 4 | 2 | 11 | 19 | 4 | 23 | 83% |
| 135 | 2 | 6 | 3 | 6 | 17 | 9 | 26 | 65% |
| 136 | 2 | 6 | 2 | 7 | 17 | 7 | 24 | 71% |
| 137 | 3 | 4 | 2 | 9 | 18 | 6 | 24 | 75% |
| 138 | 3 | 6 | 4 | 4 | 17 | 7 | 24 | 71% |
| 139 | 3 | 4 | 3 | 9 | 19 | 10 | 29 | 66% |
| 140 | 4 | 4 | 4 | 8 | 20 | 11 | 31 | 65% |
| 141 | 2 | 6 | 3 | 8 | 19 | 6 | 25 | 76% |
| 142 | 4 | 4 | 2 | 8 | 18 | 8 | 26 | 69% |
| 143 | 2 | 6 | 4 | 8 | 20 | 9 | 29 | 69% |
| 144 | 2 | 4 | 3 | 9 | 18 | 7 | 25 | 72% |
| 145 | 2 | 4 | 4 | 6 | 16 | 13 | 29 | 55% |
| 146 | 2 | 5 | 2 | 4 | 13 | 9 | 22 | 59% |
| 147 | 3 | 4 | 3 | 6 | 16 | 8 | 24 | 67% |
| 148 | 2 | 6 | 2 | 10 | 20 | 9 | 29 | 69% |
| 149 | 3 | 6 | 2 | 4 | 15 | 13 | 28 | 54% |
| 150 | 4 | 4 | 2 | 5 | 15 | 10 | 25 | 60% |
| 151 | 2 | 5 | 3 | 3 | 13 | 16 | 29 | 45% |
| 152 | 2 | 6 | 2 | 7 | 17 | 11 | 28 | 61% |
| 153 | 4 | 5 | 2 | 6 | 17 | 6 | 23 | 74% |
| 154 | 2 | 5 | 2 | 11 | 20 | 7 | 27 | 74% |
| 155 | 3 | 4 | 2 | 4 | 13 | 19 | 32 | 41% |
| 156 | 4 | 4 | 2 | 3 | 13 | 15 | 28 | 46% |
| 157 | 2 | 4 | 2 | 7 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 158 | 2 | 4 | 2 | 8 | 16 | 6 | 22 | 73% |
| 159 | 3 | 6 | 4 | 4 | 17 | 6 | 23 | 74% |
| 160 | 2 | 6 | 2 | 10 | 20 | 5 | 25 | 80% |
| 161 | 2 | 6 | 4 | 5 | 17 | 14 | 31 | 55% |
| 162 | 4 | 5 | 2 | 4 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 163 | 3 | 5 | 3 | 4 | 15 | 15 | 30 | 50% |
| 164 | 4 | 5 | 2 | 5 | 16 | 8 | 24 | 67% |
| 165 | 2 | 6 | 2 | 4 | 14 | 12 | 26 | 54% |
| 166 | 3 | 5 | 4 | 6 | 18 | 10 | 28 | 64% |
| 167 | 4 | 5 | 4 | 7 | 20 | 10 | 30 | 67% |
| 168 | 2 | 4 | 2 | 7 | 15 | 17 | 32 | 47% |
| 169 | 2 | 6 | 3 | 7 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 170 | 3 | 4 | 2 | 10 | 19 | 11 | 30 | 63% |
| 171 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 16 | 32 | 50% |
| 172 | 4 | 4 | 2 | 10 | 20 | 6 | 26 | 77% |
| 173 | 2 | 6 | 1 | 5 | 14 | 14 | 28 | 50% |
| 174 | 4 | 5 | 2 | 7 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 175 | 4 | 6 | 2 | 7 | 19 | 9 | 28 | 68% |
| 176 | 4 | 5 | 4 | 3 | 16 | 10 | 26 | 62% |
| 177 | 1 | 4 | 2 | 8 | 15 | 14 | 29 | 52% |
| 178 | 2 | 4 | 3 | 5 | 14 | 15 | 29 | 48% |

| Evento | Recepción de Solicitud (min) | Búsqueda y entrega (min) | y Registro (min) | Recepción (min) | Tiempo VA (min) | Tiempo Espera (min) | Tiempo total (min) | Ef_Proceso |
|--------|------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| 179 | 4 | 5 | 4 | 9 | 22 | 10 | 32 | 69% |
| 180 | 4 | 6 | 2 | 8 | 20 | 12 | 32 | 63% |
| 181 | 4 | 6 | 4 | 5 | 19 | 3 | 22 | 86% |
| 182 | 2 | 5 | 4 | 9 | 20 | 8 | 28 | 71% |
| 183 | 2 | 4 | 2 | 6 | 14 | 13 | 27 | 52% |
| 184 | 3 | 5 | 2 | 10 | 20 | 2 | 22 | 91% |
| 185 | 4 | 6 | 3 | 6 | 19 | 12 | 31 | 61% |
| 186 | 4 | 6 | 3 | 5 | 18 | 11 | 29 | 62% |
| 187 | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | 14 | 28 | 50% |
| 188 | 4 | 5 | 2 | 8 | 19 | 9 | 28 | 68% |
| 189 | 4 | 5 | 4 | 4 | 17 | 5 | 22 | 77% |
| 190 | 2 | 4 | 3 | 7 | 16 | 12 | 28 | 57% |
| 191 | 3 | 6 | 3 | 7 | 19 | 7 | 26 | 73% |
| 192 | 2 | 5 | 2 | 11 | 20 | 3 | 23 | 87% |
| 193 | 3 | 6 | 3 | 8 | 20 | 6 | 26 | 77% |
| 194 | 4 | 4 | 4 | 8 | 20 | 10 | 30 | 67% |
| 195 | 4 | 5 | 2 | 6 | 17 | 14 | 31 | 55% |
| 196 | 2 | 5 | 2 | 6 | 15 | 11 | 26 | 58% |
| 197 | 2 | 4 | 2 | 9 | 17 | 11 | 28 | 61% |
| 198 | 3 | 6 | 4 | 6 | 19 | 7 | 26 | 73% |
| 199 | 2 | 6 | 1 | 4 | 13 | 15 | 28 | 46% |
| 200 | 2 | 5 | 2 | 6 | 15 | 17 | 32 | 47% |
| 201 | 3 | 6 | 3 | 5 | 17 | 12 | 29 | 59% |
| 202 | 4 | 5 | 4 | 7 | 20 | 8 | 28 | 71% |
| 203 | 2 | 4 | 2 | 11 | 19 | 5 | 24 | 79% |
| 204 | 3 | 5 | 2 | 8 | 18 | 6 | 24 | 75% |
| 205 | 2 | 6 | 2 | 10 | 20 | 3 | 23 | 87% |
| 206 | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | 10 | 24 | 58% |
| 207 | 1 | 5 | 2 | 6 | 14 | 13 | 27 | 52% |
| 208 | 3 | 4 | 2 | 10 | 19 | 12 | 31 | 61% |
| 209 | 4 | 6 | 2 | 8 | 20 | 11 | 31 | 65% |
| 210 | 4 | 6 | 3 | 5 | 18 | 13 | 31 | 58% |
| 211 | 2 | 5 | 3 | 4 | 14 | 15 | 29 | 48% |
| 212 | 4 | 4 | 4 | 7 | 19 | 10 | 29 | 66% |
| 213 | 3 | 6 | 2 | 4 | 15 | 14 | 29 | 52% |
| 214 | 4 | 4 | 4 | 5 | 17 | 13 | 30 | 57% |
| 215 | 4 | 6 | 2 | 6 | 18 | 6 | 24 | 75% |
| 216 | 4 | 6 | 3 | 4 | 17 | 12 | 29 | 59% |
| 217 | 2 | 6 | 4 | 7 | 19 | 10 | 29 | 66% |
| 218 | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | 11 | 25 | 56% |
| 219 | 3 | 5 | 2 | 5 | 15 | 12 | 27 | 56% |
| 220 | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | 9 | 23 | 61% |
| 221 | 4 | 4 | 3 | 6 | 17 | 13 | 30 | 57% |
| 222 | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | 12 | 26 | 54% |
| 223 | 3 | 5 | 2 | 7 | 17 | 14 | 31 | 55% |

| Evento | Recepción de Solicitud (min) | Búsqueda y entrega (min) | y Registro (min) | Recepción (min) | Tiempo VA (min) | Tiempo Espera (min) | Tiempo total (min) | Ef_Proceso |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| 224 | 2 | 4 | 2 | 7 | 15 | 10 | 25 | 60% |
| 225 | 3 | 4 | 4 | 8 | 19 | 8 | 27 | 70% |
| 226 | 3 | 4 | 3 | 7 | 17 | 12 | 29 | 59% |
| 227 | 3 | 5 | 2 | 5 | 15 | 8 | 23 | 65% |
| 228 | 4 | 6 | 2 | 4 | 16 | 16 | 32 | 50% |
| 229 | 3 | 4 | 3 | 8 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 230 | 2 | 4 | 2 | 11 | 19 | 4 | 23 | 83% |
| 231 | 3 | 5 | 3 | 7 | 18 | 10 | 28 | 64% |
| 232 | 4 | 5 | 1 | 4 | 14 | 12 | 26 | 54% |
| 233 | 2 | 4 | 3 | 9 | 18 | 9 | 27 | 67% |
| 234 | 3 | 5 | 2 | 8 | 18 | 12 | 30 | 60% |
| 235 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 11 | 27 | 59% |
| 236 | 4 | 4 | 4 | 5 | 17 | 13 | 30 | 57% |
| 237 | 2 | 4 | 4 | 8 | 18 | 4 | 22 | 82% |
| 238 | 3 | 6 | 3 | 4 | 16 | 13 | 29 | 55% |
| 239 | 2 | 6 | 3 | 5 | 16 | 8 | 24 | 67% |
| T. Promedio | 3 | 5 | 3 | 6 | 17 | 10 | 27 | 62% |

Anexo 4. Datos de No Conformidades de la Situación Actual del Proceso

| No Conformidades | | | | | |
|------------------|--------|-------|----|-----|----------|
| Mes | Semana | Total | NC | % | Objetivo |
| jun-23 | 1 | 46 | 6 | 13% | 2% |
| | 2 | 41 | 3 | 7% | 2% |
| | 3 | 44 | 4 | 9% | 2% |
| | 4 | 34 | 5 | 15% | 2% |
| | 5 | 26 | 2 | 8% | 2% |
| jul-23 | 6 | 23 | 6 | 26% | 2% |
| | 7 | 40 | 5 | 13% | 2% |
| | 8 | 39 | 8 | 21% | 2% |
| | 9 | 41 | 5 | 12% | 2% |
| ago-23 | 10 | 32 | 4 | 13% | 2% |
| | 11 | 38 | 6 | 16% | 2% |
| | 12 | 35 | 8 | 23% | 2% |
| | 13 | 19 | 1 | 5% | 2% |
| sep-23 | 14 | 34 | 2 | 6% | 2% |
| | 15 | 25 | 3 | 12% | 2% |
| | 16 | 24 | 1 | 4% | 2% |
| | 17 | 32 | 4 | 13% | 2% |
| oct-23 | 18 | 27 | 1 | 4% | 2% |
| | 19 | 26 | 2 | 8% | 2% |

| No Conformidades | | | | | |
|------------------|--------|-------------|------------|------------|----------|
| Mes | Semana | Total | NC | % | Objetivo |
| nov-23 | 20 | 35 | 2 | 6% | 2% |
| | 21 | 25 | 2 | 8% | 2% |
| | 22 | 41 | 3 | 7% | 2% |
| | 23 | 33 | 4 | 12% | 2% |
| | 24 | 21 | 1 | 5% | 2% |
| dic-23 | 25 | 40 | 2 | 5% | 2% |
| | 26 | 39 | 6 | 15% | 2% |
| | 27 | 17 | 0 | 0% | 2% |
| | 28 | 35 | 3 | 9% | 2% |
| | 29 | 20 | 0 | 0% | 2% |
| ene-24 | 30 | 31 | 3 | 10% | 2% |
| | 31 | 46 | 5 | 11% | 2% |
| | 32 | 39 | 6 | 15% | 2% |
| | 33 | 21 | 2 | 10% | 2% |
| | 34 | 35 | 1 | 3% | 2% |
| feb-24 | 35 | 27 | 1 | 4% | 2% |
| | 36 | 19 | 2 | 11% | 2% |
| | 37 | 46 | 3 | 7% | 2% |
| | 38 | 19 | 4 | 21% | 2% |
| mar-24 | 39 | 57 | 1 | 2% | 2% |
| | 40 | 31 | 2 | 6% | 2% |
| Total | | 1303 | 129 | 10% | |

Anexo 5 Indicadores Costo-Beneficio

| MATRIZ DE INDICADORES COSTO BENEFICIO | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|--|--|---|------------------|------------------|---|-------------|----------------------|----------------------|--|-----------------------------|
| | Indicador | Definición | Fórmula | Período de Medición | Unidad de Medida | Datos de Entrada | Valor ASIS | Valor TOBE | Porcentaje de Ahorro | Beneficios Asociados | Responsable | |
| INDICADORES DE BENEFICIOS/INDICADORES DE COSTOS | 1 | Costo por Novedades en el inventario | Disminución de los costos por mantenimientos correctivos y reposición de equipos y/o herramientas | CNS=Costo de mantenimiento correctivo+ costos de reposición | Manual | Dólares | Costos de mantenimiento correctivo Costos de reposición | \$ 1,166.67 | \$ 416.67 | 64.29% | Optimización de recursos Mejora en la satisfacción del cliente Reducción de costos Mayor eficiencia operativa | Coordinación de Laboratorio |
| | 2 | Costo de Implementación de la Mejora | Relación entre el costo de la implementación de la mejora y los costos generados por el problema a solucionar en la mejora del proceso | IMI=Costo de desarrollo+costo de capacitación+costo de software+costo de almacenamiento y servidor+ personal de operaciones | Manual | Dólares | Costo de desarrollo Costo de software Costo de capacitación Costo de Servidor y Almacenamiento Costo de personal de operaciones | \$ 1,763.65 | \$ 1,518.45 | 13.90% | Reducción de costos Aumento de la eficiencia operativa Mejora la calidad del servicio Mejora la toma de decisiones Optimización Recursos | |
| INDICADORES DE BENEFICIOS/INDICADORES DE COSTOS | 3 | Reducción de Recursos del proceso | Disminución en el costo de recursos necesarios para el proceso | Reducción de Recursos del proceso: Recursos simulados para el proceso/Total de servicios | Manual | Dólares | Costos de Recursos simulados Número de servicios mensuales | \$ 2.98 | \$ 1.31 | 56.08% | Optimización de recursos Mejora en la satisfacción del cliente Reducción de costos Mayor eficiencia operativa | |
| | 4 | Reducción del Tiempo de proceso | Disminución en el tiempo promedio necesario para dar el servicio | Reducción del tiempo de proceso= Tiempo promedio del proceso - Tiempo simulado al proceso mejorado | Manual | Minutos | Tiempo promedio del proceso Tiempo simulado del proceso mejorado | 27.22 | 19.1 | 29.83% | Optimización de recursos Mejora en la satisfacción del cliente Reducción de costos Mayor eficiencia operativa | |
| INDICADOR COSTO BENEFICIO | 5 | Retorno de la Inversión (ROI) | Relación entre los beneficios obtenidos y los costos invertidos en la implementación de la mejora | ROI = (Ahorros totales / Costos total de la inversión)* 100 | Manual | Porcentaje | Costos totales antes y después de la mejora Ahorros obtenidos | | 129.33% | | Evaluación cuantitativa de inversiones Optimización de recursos Evaluación del impacto de las mejoras | |
| | 6 | Periodo de recuperación (Payback Period) | Tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de los beneficios generados. | PR= Inversión Inicial / Beneficio Anual Neto | Anal | Años | Inversión inicial Beneficio anual neto (Ahorros) | | 0.77 | | Evaluación cuantitativa de inversiones Optimización de recursos Evaluación del impacto de las mejoras | |