

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA
COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE EDITORIAL
BRUÑO S.R.L. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING E INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Proyecto de Grado presentado para optar al título de Licenciatura en Ingeniería Industrial

POR: OLIVER FERNANDO CABRERA MORALES

TUTOR: Ing. M.Sc. ANACELI ESPADA SILVA

LA PAZ – BOLIVIA
2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRES
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Grado:

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y
PRODUCTIVIDAD DE EDITORIAL BRUÑO S.R.L. MEDIANTE HERRAMIENTAS
DE LEAN MANUFACTURING E INGENIERÍA DE MÉTODOS”**

Presentado por: Univ. Oliver Fernando Cabrera Morales

Para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Nota Numeral:

Nota Literal:

Ha sido:

Director de Carrera de Ingeniería Industrial:

Ing. M.Sc. Franz J. Zenteno Benítez

Tutor: Ing. M.Sc. Anaceli Tita Espada Silva

Tribunal: Ing. M.Sc. Juan Pablo Fernández Rocha

Tribunal: Ing. M.Sc. Edgar Quiroga Vargas

Tribunal: Ing. M.Sc. Félix Orellana Sánchez

Tribunal: Ing. M.Sc. Juan Carlos Quispe Apaza

DEDICATORIA

A mis padres, por brindarme su apoyo de manera incondicional y ser el pilar fundamental para mi crecimiento personal y profesional.

A mi hermana, por ser símbolo de constancia, esfuerzo y superación.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés, a todos los docentes, auxiliares y amigos que contribuyeron en mi formación profesional y personal.

A la Ing. Anaceli Espada Silva y a los miembros del tribunal, por haberme brindado su tiempo, dedicación y orientación, mismos que fueron claves para el desarrollo del proyecto.

A los Hermanos de las Escuelas Cristianas de La Salle, por abrirme las puertas de su editorial y brindarme toda su colaboración durante el desarrollo del proyecto.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	8
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	11
RESUMEN	12
1. ANTECEDENTES	17
1.1 Impresión Offset	17
1.2 Contexto del Mercado y la Necesidad de Mejorar Continuamente	17
1.3 Antecedentes de la empresa	19
1.3.1 Misión	19
1.3.2 Visión	20
1.3.3 Ubicación	20
1.3.4 Estructura organizacional	20
1.3.5 Tipos de Clientes	21
1.3.6 Productos Principales	21
1.3.7 Materia prima e Insumos, Mano de Obra y Maquinaria	21
1.3.8 Descripción del Proceso	23
1.3.9 Medición del Desempeño	25
1.3.9.1 Productividad Actual	25
1.3.9.2 Eficiencia Actual	25
1.3.9.3 Índice de Procesamiento Actual	25
1.3.9.4 Tiempo de Procesamiento Actual	26
1.3.9.5 Velocidad Actual	26
1.3.9.6 Utilización de Maquinaria Actual	26
1.3.9.7 Utilización de Mano de Obra Actual	27
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	28
2.1 Identificación del Problema	28
2.2 Descripción del problema	28
2.3 Identificación de causas del problema	30
2.3.1 Diagrama de Ishikawa	30
2.3.2 Diagrama de Pareto	31

2.4	Objetivos	31
2.4.1	Objetivo General	31
2.4.2	Objetivos Específicos	31
2.5	Justificación	32
2.5.1	Justificación Académica	32
2.5.2	Justificación Económico – Social	32
2.6	Pregunta de Investigación	32
2.7	Metodología de Investigación	33
3.	MARCO TEÓRICO	35
3.1.	Ingeniería de Métodos	36
3.2.1	Medición del Desempeño	36
3.2.2	Estudio de Métodos	37
3.2.3	Medición del Trabajo	38
3.3.	Herramientas de Lean Manufacturing	39
4.	INGENIERÍA DE MÉTODOS	42
4.1.	Costos de Materia Prima	42
4.2.	Costos de Mano de Obra	43
4.2.1	Estudio de Métodos	43
4.2.1.1	Registrar	43
	Cursograma Analítico	43
	Mapeo de la Cadena de Valor	44
4.2.1.2	Examinar	46
	Análisis de la operación	46
4.2.2	Medición del Trabajo	47
4.2.2.1	Muestreo del trabajo	47
4.2.2.2	Estudio de Tiempos	49
4.3.	Costos de Capital	51
5.	PROPUESTA	53
5.1	Objetivo de la Propuesta	53
5.2	Resumen de la Propuesta	53

5.3 Desarrollo de la propuesta	54
5.3.1 Materia Prima.....	54
5.3.1.1 Establecimiento de método de trabajo en prensa (Poka Yoke).....	54
5.3.1.2 Orden y Limpieza (5S).....	55
5.3.1.3 Control de Inventarios (complementario)	57
5.3.1.4 Resultados Esperados Propuesta de Materia Prima	57
5.3.2 Mano de Obra.....	58
5.3.2.1 Establecimiento de metas en compaginado y mejora del método de trabajo.....	58
5.3.2.2 Balanceo de Línea Flexible.....	59
5.3.2.4 Resultados Esperados Propuesta de Mano de Obra	60
5.3.2.3 Kanban (complementario).....	61
5.3.3 Capital	61
5.3.3.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	61
5.3.3.2 Resultados Esperados Propuesta de Capital.....	62
5.4 Productividad Esperada	62
5.5 Evaluación Financiera de la Propuesta	62
6. IMPLEMENTACIÓN.....	64
6.1 Objetivos de la Implementación	64
6.2 Desarrollo de la Implementación	64
6.2.1 Implementación de 5S.....	64
6.2.2 Desarrollo de un Sistema de Control de Inventarios (Tablero y Tarjetas Kanban) .	77
6.2.2.1 Interfaz Principal.....	77
6.2.2.2 Registro de Nuevo Pedido.....	78
6.2.2.3 Reporte de Clientes	79
6.2.2.4 Registro de Cuentas Placas y Cuentas Impresión	80
6.2.2.5 Registro de Control de Inventario	81
6.2.2.6 Tarjetas y Tablero Kanban	82
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
8. BIBLIOGRAFÍA	85
9. ANEXOS	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Vista frontal	19
Ilustración 2: Organigrama	20
Ilustración 3: Diagrama de flujo por áreas.....	24
Ilustración 4: Tiempo de procesamiento simulado	26
Ilustración 5: Utilización de maquinaria simulada	26
Ilustración 6: Utilización de mano de obra simulada	27
Ilustración 7: Papel proveniente del cortado, errores de impresión, sobreproducción y obsolescencia	29
Ilustración 8: Operarios eventuales en compaginado y acumulación de inventario en empastado	30
Ilustración 9: Diagrama de Pareto	31
Ilustración 10: Diseño de la Investigación.....	34
Ilustración 11: Tiempo de Ciclo vs Takt Time (min/libro o revista).....	45
Ilustración 12: Capacidad vs Demanda (libros y revistas/mes).....	45
Ilustración 13: Ingreso a almacén	55
Ilustración 13: Grafico radial 5S.....	56
Ilustración 15: Identificación de placas por colores y señalética.....	57
Ilustración 16: Distribución pliegos y verificación innecesaria de apilado	58
Ilustración 17: CTU vs TT con un compaginador trabajando a tiempo estándar	59
Ilustración 18: Balanceo de línea flexible.....	60
Ilustración 19: Piezas y máquinas innecesarias en el almacén	64
Ilustración 20: Piezas y repuestos innecesarios en planta.....	65
Ilustración 21: Estación de trabajo de la prensa 1	66
Ilustración 22: Almacén después de extracción de máquina obsoleta.....	67
Ilustración 23: Antes y después parte posterior derecha del almacén	67
Ilustración 24: Antes y después parte posterior izquierda almacén.....	68
Ilustración 25: Traslado de equipo a área designada para repuestos	69
Ilustración 26: Antes estación de la prensa 1.....	69
Ilustración 27: Antes y después estación de la prensa 1	70

Ilustración 28: Antes y después estación de perforado.....	71
Ilustración 29: Antes y después área de placas almacén	72
Ilustración 30: Almacén con las primeras 3S implementadas	73
Ilustración 31: Identificación de placas con códigos de color y letreros	74
Ilustración 32: Compaginado después de implementación de 5S.....	74
Ilustración 33: Cortado antes y después de implementación de 5S	75
Ilustración 34: CTP y revelado después de implementación de 5S.....	75
Ilustración 35: Diseño y prensa 4 después de implementación de 5S	75
Ilustración 36: Grafico radial 5S.....	76
Ilustración 37: Antes y después de la implementación de 5S almacén	76
Ilustración 38: Configuración de credenciales y privilegios de acceso	77
Ilustración 39: Barra de menú.....	78
Ilustración 40: Configuración de registro de pedidos	78
Ilustración 41: Configuración de reporte clientes	80
Ilustración 42: Registro de cuentas placas y cuentas impresión.....	80
Ilustración 43: Registro de inventarios	81
Ilustración 44: Tablero y tarjetas Kanban.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materia prima e insumos, mano de obra y maquinaria	21
Tabla 2: Comparación de indicadores 2020, 2021, 2022, 2023	25
Tabla 3: Esquema metodología de investigación	33
Tabla 4: Esquema marco teórico	35
Tabla 5: Descripción de las 5S	39
Tabla 6: Errores de impresión más frecuentes y causas más posibles	42
Tabla 7: Resumen del cursograma analítico de libros, revistas y tapas	43
Tabla 8: Capacidad y CTU Real.....	44
Tabla 9: Sistematización de la información muestreo del trabajo.....	48
Tabla 10: Porcentaje de utilización muestreo del trabajo.....	48
Tabla 11: Información para el tiempo estándar mediante muestreo del trabajo.....	49
Tabla 12: Descomposición de compaginado en elementos	50
Tabla 13: Resumen tiempos de compaginado por operario	50
Tabla 14: Pareto de costos de mantenimiento correctivo y repuestos.....	51
Tabla 15: Posibles causas que derivan en compra de repuestos.....	52
Tabla 16: Dispositivo Quick Peek.....	54
Tabla 17: Verificación de la dirección de la fibra de papel.....	55
Tabla 18: Resultados esperados propuesta de mano de obra	60
Tabla 19: Comparación productividad 2023 sin y con Lean Manufacturing.....	62
Tabla 20: Ingresos, costos e inversiones de la propuesta	62
Tabla 21: Flujo de Caja para la Implementación.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Calculo de Productividad de MP, MO, K, S, Total e IGP.....	87
Anexo 2: Datos introducidos a Flexsim.....	88
Anexo 3: Costos de mantenimiento, reparación y repuestos	93
Anexo 4: Diagrama de Ishikawa.....	94
Anexo 5: Ponderación de causas Diagrama de Pareto.....	95
Anexo 6: Cursograma analítico libros, revistas y tapas.....	96
Anexo 7: Mapeo de la cadena de valor	104
Anexo 8: Mapa del Estado Actual	106
Anexo 9: Análisis de la operación	108
Anexo 10: Muestreo del trabajo.....	111
Anexo 11: Estudio de tiempos	123
Anexo 12: Diagnóstico Inicial 5S	125
Anexo 13: Plan de mantenimiento.....	127
Anexo 14: Diagnóstico después de 5S.....	133
Anexo 15: Diapositivas para capacitación metodología 5S.....	135

RESUMEN

A través del diagnóstico de Editorial Bruño S.R.L (empresa dedicada a la producción de libros, revistas y folletos), se identificaron costos que reducen el nivel de productividad:

Costos de Materia Prima: Cada mes la empresa reúne de 20 a 25 sacos de papel (1200 kg aprox, equivalente a 37 paquetes de papel nuevos \approx **4365 Bs/mes**) para vender a reciclaje provenientes de errores de impresión (tonos, fallas de registro y manchas), obsolescencia debido a áreas de trabajo desorganizadas y mermas del refile. Lo que refleja la necesidad de incorporar un método de prevención de errores en prensa (relación tinta/papel) y el establecimiento de orden y limpieza en el almacén y áreas de trabajo, para reducir los costos de materia prima.

Costos de Mano de Obra: El mapeo de la cadena de valor identificó que el cuello de botella es el compaginado, (CTU de 0,92 min/u) lo que representa que la capacidad actual de la planta es de 11973 u/mes (240 tirajes aprox). Sin embargo, la demanda mensual de clientes externos y de libros Bruño alcanza las 13958 u/mes (280 tirajes aprox) estimándose el Takt Time en 0,79 min/u, lo que se refleja en retrasos de los plazos de entrega en algunas ocasiones, teniéndose que incurrir en horas extras y contratación de operarios eventuales en compaginado (**17461 Bs/año**).

El muestreo del trabajo determinó que los retrasos en compaginado se dan porque solo el 49,5% del tiempo es productivo, mientras que el 50,5% restante se pierde en retrasos inevitables (0,6%), retrasos evitables (17,6% - debido al método de trabajo por la verificación innecesaria del bloque apilado) y retrasos personales (32,2% - debido a distracciones y trabajo lento deliberado por los operarios en 1,68 min/u – op), siendo que el tiempo óptimo para la ejecución de la tarea (tiempo estándar) es de 0,857 min/u – op y 0,394 min/u – op para el muestreo del trabajo y estudio de tiempos respectivamente. Esta situación refleja la necesidad de mejorar el método de trabajo y establecer metas de producción en compaginado. Asimismo, se identificó que existe más personal del necesario, incurriendo en costos de **65082 Bs/año**.

Costos de Capital: El registro de costos del último año, revela que la compra de rodillos, mantillas, elementos menores (pines, pernos) y mantenimiento correctivo son los costos de mayor incidencia y más representativos en cuanto al capital, siendo que los rodillos y mantillas

duran alrededor de un año, pero deberían durar 2, esto revela un desgaste prematuro de estos componentes posiblemente a raíz de un manejo y limpieza inadecuada (no existe registro de fallas), lo que refleja la necesidad de incorporar un plan de mantenimiento (autónomo, preventivo) que pueda extender la vida útil de los componentes y reducir los costos de capital. **(58642 Bs en 2023** por la compra de repuestos y mantenimiento correctivo principalmente en las prensas).

Por tanto, el proyecto tiene la finalidad de diseñar una propuesta de mejora que permita incrementar la productividad de Editorial Bruño S.R.L. mediante herramientas de Lean Manufacturing e Ingeniería de Métodos:

Propuesta Materia Prima: Se estableció un método de verificación previo de la tinta/papel (Poka Yoke) mediante la utilización del dispositivo Quick Peek, el cual prevé errores en la tonalidad y manchas por repinte, además de la verificación de las fibras de papel y el ajuste de las guías en prensa para evitar errores de registro. Adicionalmente se implementó 5S con el fin de reducir la obsolescencia de papel dentro el almacén y las áreas de trabajo, mejorar la imagen de la empresa y mejorar las condiciones de seguridad del personal. Y, complementariamente se implementó una aplicación diseñada en File Maker Pro, misma que permitirá un mejor control sobre los inventarios de tapas barnizadas, a fin de evitar la sobreproducción innecesaria de las mismas y su deterioro. Mediante la propuesta se espera reducir el desperdicio de materia prima por papel obsoleto y errores de impresión al menos a la mitad **(21825 Bs/año)**.

Propuesta Mano de Obra: Se estableció la meta por operario de compaginado en 113 u/op – hora, y un mejor método de trabajo mediante la eliminación de la verificación innecesaria del bloque apilado y la disposición de pliegos, a fin de evitar el trabajo lento deliberado que derive en retrasos en esta operación. Adicionalmente, se realizó el balanceo de línea flexible el cual determinó que el compaginador sobrante debe ir a la empastadora, liberando al gerente para realizar actividades administrativas y de supervisión, asimismo determinó que bajo las condiciones actuales solo son necesarios 3 de 4 prensistas. Y, complementariamente se incorporó a la aplicación diseñada un módulo de Kanban para mejorar la comunicación, y el seguimiento y control a los operarios. Mediante la propuesta se espera reducir en su totalidad

los costos de horas extras y operarios eventuales (**17461 Bs/año**) y los costos asociados al prensista 3 (**65082 Bs/año**).

Propuesta Capital: Se estableció un plan de mantenimiento autónomo realizado por los operarios (requerimiento de limpieza, inspección y electrónica básica), preventivo y correctivo (realizado por técnicos). Además, la elaboración del registro de Hoja de Vida de cada máquina para establecer un historial acerca de los costos, repuestos, y posibles fallas que permitan establecer un mejor plan de mantenimiento a futuro. Mediante la propuesta se espera prevenir el desgaste prematuro de los componentes de mayor incidencia, y reducir un tercio de los costos de capital (**16669 Bs/año**).

Finalmente, la evaluación económica de la propuesta determinó que esta es rentable (VAN: 39565, TIR: 15,20% y R B/C: 2,30). Estimándose mediante la aplicación de la propuesta un crecimiento de la productividad total de 1,623 a 1,865, tomando como referencia los datos del 2023.

Palabras clave: *Productividad, Competitividad, Lean Manufacturing, Ingeniería de Métodos, Impresión Offset*

SUMMARY

Through the diagnosis of Editorial Bruño S.R.L (a company dedicated to the production of books, magazines, and brochures), costs that reduce productivity were identified:

Material Costs: Each month, the company gathers 20 to 25 sacks of paper (approximately 1200 kg, equivalent to 37 new paper packs \approx 4365 Bs/month) for recycling due to printing errors (color issues, registration failures, and stains), obsolescence due to disorganized work areas, and trimming waste. This highlights the need to implement a method for error prevention in printing (ink/paper relationship) and to establish order and cleanliness in the warehouse and work areas to reduce raw material costs.

Labor Costs: Value chain mapping identified the bottleneck as the collating process (CTU of 0.92 min/unit), meaning the current plant capacity is 11,973 units/month (approximately 240 print runs). However, the monthly demand from external clients and Bruño books reaches 13,958 units/month (approximately 280 print runs), with an estimated Takt Time of 0.79 min/unit, leading to occasional delivery delays, overtime, and temporary collating operators (17,461 Bs/year). Work sampling determined that delays in collating occur because only 49.5% of the time is productive, with 50.5% lost to unavoidable delays (0.6%), avoidable delays (17.6% - due to unnecessary verification of the stacked block), and personal delays (32.2% - due to distractions and deliberate slow work by operators at 1.68 min/unit - op), while the optimal time for task execution (standard time) is 0.857 min/unit - op and 0.394 min/unit - op for work sampling and time study, respectively. This situation highlights the need to improve the work method and set production goals in collating. Additionally, it was identified that there is more staff than necessary, resulting in costs of 65,082 Bs/year.

Capital Costs: The cost record from the past year reveals that the purchase of rollers, blankets, minor elements (pins, bolts), and corrective maintenance are the most significant and representative capital costs. Rollers and blankets last about a year but should last two years, indicating premature wear likely due to improper handling and cleaning (no failure records), highlighting the need for a maintenance plan (autonomous, preventive) to extend component life and reduce capital costs (58,642 Bs in 2023 for spare parts and corrective maintenance mainly for presses).

Therefore, the project aims to design an improvement proposal to increase productivity at Editorial Bruño S.R.L. using Lean Manufacturing and Methods Engineering tools:

Material Proposal: A prior verification method for ink/paper (Poka Yoke) was established using the Quick Peek device, which prevents errors in tone and stains from overprinting, as well as verifying paper fibers and adjusting press guides to avoid registration errors. Additionally, 5S was implemented to reduce paper obsolescence in the warehouse and work areas, improve the company's image, and enhance staff safety conditions. A File Maker Pro-designed application was also implemented to better control varnished cover inventories, avoiding unnecessary overproduction and deterioration. The proposal aims to reduce raw material waste from obsolete paper and printing errors by at least half (21,825 Bs/year).

Labor Proposal: The collating operator target was set at 113 units/operator-hour, and a better work method was established by eliminating unnecessary verification of the stacked block and the disposition of sheets to avoid deliberate slow work that causes delays in this operation. Additionally, a flexible line balancing determined that the surplus collator should move to the binder, freeing up the manager to perform administrative and supervisory tasks. It also determined that under current conditions, only 3 of 4 press operators are needed. Furthermore, a Kanban module was added to the designed application to improve communication, and monitoring and control of operators. The proposal aims to entirely eliminate overtime and temporary operator costs (17,461 Bs/year) and the costs associated with the 3rd press operator (65,082 Bs/year).

Capital Proposal: An autonomous maintenance plan by operators (requiring cleaning, inspection, and basic electronics), preventive, and corrective maintenance (by technicians) was established. Additionally, a machine life sheet was created to track costs, spare parts, and potential failures to establish a better future maintenance plan. The proposal aims to prevent premature wear of high-impact components and reduce capital costs by one-third (16,669 Bs/year). Finally, the economic evaluation of the proposal determined that it is profitable (NPV: 39,565, IRR: 15.20%, B/C Ratio: 2.30). The application of the proposal is estimated to increase total productivity from 1.623 to 1.865, based on 2023 data. **Keywords:** *Productivity, Competitiveness, Lean Manufacturing, Methods Engineering, Offset Printing*

1. ANTECEDENTES

1.1 Impresión Offset

La impresión offset es una de las técnicas más utilizadas de impresión indirecta (plancha – mantilla de goma – papel), que se basa en la repulsión de aceite y agua para delimitar las áreas de impresión con tinta, mediante un proceso planográfico (quemado y revelado de planchas). (Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2013). Contempla 4 etapas:

- **Área de pre – impresión:** Incluye las fases de diseño de una imagen, que luego pasan a un quemador y revelador de planchas de impresión. (Computer to film CTF, Computer to plate CTP, Computer to print o Computer to press).
- **Área de impresión:** Transmite la imagen de la plancha al papel a través de prensas planas o de bobinas, donde las partes lipofílicas de la plancha retienen la tinta, y las hidrofílicas la repelen.
- **Área de post – impresión:** Incluye la limpieza con disolventes de los rodillos debido a un cambio de color o de plancha.
- **Área de acabado:** Incluye tratamientos adicionales dependiendo el tipo de producto: cortado, plegado o doblado, compaginado, alzado, encolado, cosido, grapado, encarte, fresado, estampado, encuadernado, barnizado, entre otros.

1.2 Contexto del Mercado y la Necesidad de Mejorar Continuamente

En la industria, la mejora continua y el incremento de la productividad son esenciales para mantener una ventaja competitiva y asegurar el éxito a largo plazo. A continuación, se justifica por qué se debe prestar atención a estos aspectos:

- **Competencia en el Mercado:** Bolivia cuenta con una gran cantidad de empresas dedicadas a la impresión.¹ Para destacarse en este entorno competitivo² es esencial que la empresa mejore continuamente sus procesos e incremente su productividad, de esta manera la empresa puede ofrecer precios más competitivos³ y tiempos de entrega más rápidos, lo que es crucial para ganar y retener clientes.⁴

¹ De las 2.039 microempresas, 826 pymes y 23 industrias grandes a nivel nacional; 1.168 microempresas, 361 pymes y 9 industrias grandes pertenecen al departamento de La Paz, de los cuales 744 microempresas, 295 pymes y 9 industrias grandes se encuentran en la ciudad de La Paz y 405 microempresas y 63 pymes en la ciudad de El Alto. (Instituto Nacional de Estadística, Número de unidades económicas por actividad, 2015).

² Existe competidores como la Imprenta del Estado, que durante los últimos años ha incrementado su participación en el mercado mediante la participación en ferias nacionales e internacionales, cierre de convenios con organizaciones como Albor, UMSA y Cámara Departamental del Libro, lo cual incremento sus ventas de 5,7 MM en 2020 a 89,4 MM en 2021 y 127 MM en 2022, además de realizar inversiones en maquinaria y espacios de planta. (La Razón, Editorial del Estado aumenta ventas de Bs 89 MM a 127 MM, 2023) (Ministerio de la Presidencia, 2023).

³ Libros Bruño registró un incremento en el precio de venta de 3 a 6 Bs en comparación con el año 2023. (Bruño, Librería Bio-Arqui - Editorial Bruño Tarija, 2024).

⁴ Con la mira puesta en adquirir nuevos clientes, Editorial Bruño S.R.L realizó la adquisición de la prensa Offset de 6 cuerpos. (Bruño, 2023).

- **Costos de Producción:** La mejora continua permite identificar y eliminar ineficiencias en el proceso de producción, hacer uso más eficiente de los recursos y reducir los costos operativos. A su vez, puede mitigar el impacto por el aumento de precios de materia prima y las fluctuaciones en la disponibilidad de insumos.⁵

⁵ Las importaciones de materia prima se vieron afectadas durante la pandemia debido a las restricciones sanitarias, generando un incremento en los costos de materia prima (papel) de hasta 50%. (Carpio, 2022).

- **Cambios en las Preferencias del Consumidor:** El aumento en la participación en redes sociales en cuanto a publicidad y material promocional y la tendencia en crecimiento de adquirir libros digitales reflejan una transformación en las preferencias de los consumidores.⁶ Sin embargo, dado que una parte de la población sigue prefiriendo libros impresos, ofrecer productos de calidad sigue siendo crucial. La mejora continua garantiza la satisfacción del cliente en términos de calidad y puntualidad, lo que puede traducirse en una mayor lealtad y una base de clientes más amplia.

⁶ Según la Cámara Departamental del Libro de La Paz, en 2018, el 34% de los lectores prefería comprar libros en librerías, pero, en 2020 dicha preferencia redujo al 29%. Además, según la encuesta de IPSOS CIESMORI, la descarga de libros había aumentado de 15 a 25%, y la compra de libros digitales de 5 a 9% (EFE, 2021), adicionalmente señala que el 64% de los habitantes del eje de Bolivia, lee libros de manera regular principalmente por fines académicos y de entretenimiento, donde el 82% de las mujeres y el 49% de los hombres prefieren libros impresos.

En conclusión, la mejora continua y el incremento de la productividad son necesarios para que una empresa se mantenga competitiva, reduzca costos, garantice la calidad del producto y ofrezca tiempos de entrega más ágiles.

1.3 Antecedentes de la empresa

Editorial Bruño S.R.L es una empresa dedicada a la producción de textos de educación escolar y toda impresión sobre papel (libros, revistas, folletos). Surge hace 72 años por parte de la iniciativa de los Hermanos de las Escuelas Cristianas de La Salle, los cuales cuentan con colegios particulares y de convenio en todo el país, la radio San Gabriel, el asilo de huérfanos José Mecado y la editorial. (Gallego, 1993), y la Universidad La Salle.

Ilustración 1: Vista frontal



Fuente: (Bruño, 2023)

1.3.1 Misión

“Servir a la sociedad boliviana a través del compromiso educativo lasallista, desarrollando y comercializando contenidos educativos, servicios y productos afines al diseño y la impresión de óptima calidad que responden a las necesidades de los clientes.” (Bruño, 2023)

1.3.2 Visión

“Ser la empresa boliviana líder del sector editorial con productos y servicios de calidad; fortaleciendo la identidad cristiana con responsabilidad social y visión de futuro.” (Bruño, 2023)

1.3.3 Ubicación

La planta de producción se encuentra a lado del Colegio La Salle La Paz, ubicada en Av. Arequipa Nro. 8578, La Florida – Telf. 2 2795178, mientras que la librería se encuentra en Av. Camacho y calle Loayza, Nro. 167 – Telf. 2 2312248.

1.3.4 Estructura organizacional

La planta de producción se conforma por el gerente general, quien se ocupa de las negociaciones con proveedores y clientes externos, coordinar tareas de producción y coordinar con la gerencia administrativa, a su cargo se encuentran 9 operarios, distribuidos en las actividades de diseño, foto mecanizado (CTP) y revelado, impresión, cortado, plegado, compaginado, engrampado, anillado, encolado, refilado, empastado y empaquetado.

La librería se conforma por el gerente administrativo, quien se ocupa de la tienda física, principalmente enfocado a la venta y distribución de libros de educación inicial, primaria, secundaria y cristiana, a su cargo se encuentran tres vendedores, un contador y un encargado de almacén.

Ilustración 2: Organigrama



Fuente: (Bruño, 2023)

1.3.5 Tipos de Clientes

1. **Librería Bruño:** Se proporciona anualmente libros y cuadernillos de educación escolar en función al requerimiento previsto. Estos libros son vendidos a colegios afiliados (18250 estudiantes y 700 profesores en 7 deptos.) (La planta planifica la producción de estos libros cuando no existen pedidos externos o cuando son de bajas cantidades).
2. **Empresas o personas ajenas a la institución:** donde los pedidos son variables en cantidad, plazos de entrega, tipo de producto (libro, revista, folleto, entre otros). (La planta debe contar la disponibilidad de aceptar un nuevo pedido).

1.3.6 Productos Principales

1. **Libros Bruño:** 158 Libros de nivel inicial, primaria y secundaria (diseños propios de la institución que abarcan lenguaje, matemática, sociales, naturales, música, religión, lectura, caligrafía, filosofía, psicología, biología, cívica, geografía, química, física, artes plásticas, tautos y otros libros como diccionario IPER y cuentos infantiles).
2. **Libros:** Se producen a pedido, con los diseños y especificaciones del cliente. Se caracterizan por un gran número de páginas que son empastadas.
3. **Revistas:** Se producen a pedido, con los diseños y especificaciones del cliente. Se caracterizan por tener pocas hojas que se engrapan.
4. **Folletos:** Se producen a pedido, con los diseños y especificaciones del cliente. Se caracterizan por tener carácter publicitario o informativo, no necesitan ser empastados, ni engrapados.

1.3.7 Materia prima e Insumos, Mano de Obra y Maquinaria

Tabla 1: Materia prima e insumos, mano de obra y maquinaria

Proceso	Materia prima insumos	Operarios	Maquinaria y equipo
Diseño		Diseñador	PC con Illustrator
Quemado	Placa nueva de 75 * 60 cm o menos	Diseñador	CTP Heidelberg Suprasetter A52/A75 Cap. Nominal: 3 min/placa
Revelado	Placa quemada Revelador de planchas	Diseñador	Reveladora Ipagsa Cap. Nominal: 3 min/placa

Cortado	Papel de diferentes gramajes y tipos (bond, couché, triplex) dependiendo del tipo de producto a elaborar.	Cortador	Cortadora Polar 115x Cap. Nominal: 0,3 min/corte
Impresión	1. Papel cortado al tamaño de la bandeja 2. Tinta de colores cyan, negro, magenta y amarillo 3. Solución Fuente para preparación de una impresora offset. 5. Goma Arábica para proteger placas 6. Diesel o gasolina para limpieza de placas y rodillos 7. Polvo antirrepinte para acelerar el secado de tinta y evitar que se junten las hojas cuando abandonan la prensa 8. Limpiador de rodillos y mantillas para disolver la tinta 9. Trapos	Prensista 1	Offset de 1 Cuerpo Heidelberg GTO Cap. Nominal: 8000 hojas/hora Bandeja: Hoja de 36 * 52 cm 2 pág./placa, imprime un color/tiraje
		Prensista 2	Offset de 2 Cuerpos Heidelberg MOZ Cap. Nominal: 12000 hojas/hora Bandeja: Hoja de 48 * 65 cm 4 pág./placa, imprime 2 colores/tiraje
		Prensista 3 Prensista 4	Offset de 4 Cuerpos Heidelberg PM Cap. Nominal: 13000 hojas/hora Bandeja: Hoja de 60 * 75 cm 8 pág./placa, imprime a full color/tiraje
		Prensista 3 Doblador	Offset de 6 Cuerpos Lithrone 640P Cap. Nominal: 15000 hojas/hora Bandeja: Hoja de 72 * 102 cm 8 pág./placa, imprime a full color/tiraje
Doblado		Doblador	Plegadora Stahlfolder Cap. Nominal: 7600 pliegos/hora
Compaginado		Compag. 1 Compag. 2	
Emblocado	Cola vinílica	Compag. 1	
Engrapado	Rollos de alambre de calibre variable	Gerente	Engrapadora JMD G5 Cap. Nominal: 0,2 min/engrape
Empastado	Cola vinílica	Gerente	Empastadora Heidelberg Eurobind600 Cap. Nominal: 0,2 min/empastado
Refilado		Cortador	Cortadora Polar 115x Cap. Nominal: 0,3 min/corte
Empaquetado	Empaques de papel Scotch	Compag. 1 Compag. 2	

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

1.3.8 Descripción del Proceso

Diseño, Diagramación, CTP y revelado: Se realiza el diseño y modificación de Libros Bruño y la adaptación de los diseños de los clientes para incorporarlos al formato de las planchas. Concluido el diseño, se realiza el quemado (CTP) y revelado de las planchas.

Cortado: Se corta el papel tamaño resma al tamaño que utilizan las bandejas de las prensas para su impresión. (Cada prensa maneja diferentes tamaños de papel).

Impresión: Se realiza la limpieza de planchas, rodillos y mantillas con cada cambio de impresión, se coloca tinta y se realiza el control visual. (En caso de presentarse defectuosos por errores de asimetría o tonos, se vuelven a imprimir los pliegos faltantes, además, la impresión se lleva a cabo mediante tirajes de millares, dónde: un millar = 1000 impresiones).

Doblado: Se forman pliegos. (Cada hoja impresa contiene varias páginas de un libro o revista, dependiendo de la impresora, la Offset de 1 cuerpo genera 2 páginas por cara, la Offset de 2 cuerpos: 4 páginas por cara, la Offset de 4 cuerpos: 8 páginas por cara y la Offset de 6 cuerpos: 16 páginas por cara; lo que implica pliegos de 4, 8, 16 y 32 páginas respectivamente).

Compaginado: Se ordena numéricamente las revistas obtenidas del doblado.

Emblocado: Permite unir hojas entre sí, con cola vinílica y prensado para formar talonarios.

Engramado: Debido al bajo volumen de páginas, se engraman las revistas.

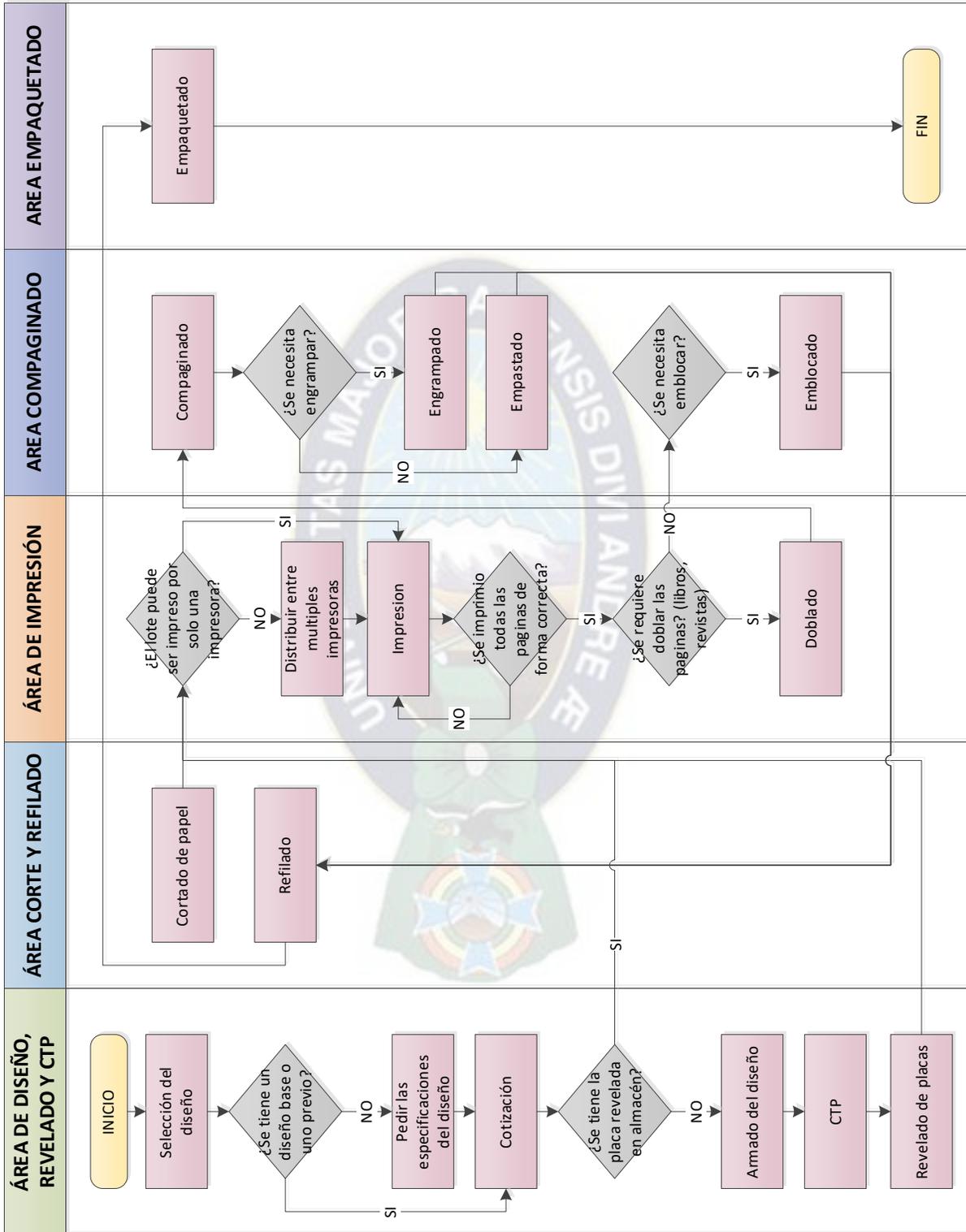
Empastado: Debido al elevado volumen de páginas, se empastan los libros con cola vinílica y se prensa la tapa.

Barnizado: Se barnizan las tapas, sin embargo, la empresa terceriza este proceso debido a que la prensa Offset de 6 cuerpos aún necesita la reparación del horno interno. (Solo se mandan a barnizar las tapas de libros Bruño).

Refilado: Después del empastado o engramado (libros, revistas) y de la impresión (folletos, talonarios) se refilan las partes sobrantes de papel. (Las mermas generadas se embolsan para su venta y posterior reciclaje).

Empaquetado: Para un mejor transporte, se empaqueta el producto terminado.

Ilustración 3: Diagrama de flujo por áreas



Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

1.3.9 Medición del Desempeño

1.3.9.1 Productividad Actual

Con los datos proporcionados por la empresa, se obtiene del [Anexo 1](#) la siguiente tabla:

Tabla 2: Comparación de indicadores 2020, 2021, 2022, 2023

ITEM	2020	2021	2022	2023
Productividad de MP	6,966	7,080	5,434	6,213
Productividad de MO	2,791	3,126	3,162	2,846
Productividad de K	21,865	13,697	6,896	11,064
Productividad de S	80,567	69,011	63,709	74,076
Productividad Total	1,786	1,823	1,513	1,623

Fuente: Elaboración en base al Anexo 1

Se observa que la productividad total para los últimos 4 años queda próxima a la unidad, lo que indica que el nivel de productividad necesita seguir mejorando para mantener en funcionamiento el sistema productivo, debido a costos operativos elevados relacionados con materia prima, mano de obra y capital.

1.3.9.2 Eficiencia Actual

Mediante el pronóstico de la demanda mensual en base a datos históricos (pedidos externos y libros Bruño) y la capacidad actual de la planta (capacidad del cuello de botella) se obtiene:

$$Eficiencia = \frac{Capacidad\ actual\ de\ la\ planta}{Demanda\ mensual\ aproximada} = \frac{11973\ u/mes\ (240\ tiraje\ aprox)}{13958\ u/mes\ (280\ tiraje\ aprox)} = 85,8\%$$

Además, se observa que la capacidad de la planta es insuficiente para cubrir la demanda mensual estimada, por lo que se registran retrasos en los plazos de entrega en algunas ocasiones, o en su defecto, se hace uso de operarios eventuales y horas extras.

1.3.9.3 Índice de Procesamiento Actual

Mediante el CTU real del compaginado (CB), se obtiene que cada minuto se produce 1 unidad:

$$Indice\ de\ Procesamiento = \frac{1}{Tiempo\ de\ Ciclo} = \frac{1}{0,92\ min/u} = 1,087\ u/min$$

1.3.9.4 Tiempo de Procesamiento Actual

Mediante simulación en Flexsim de los datos del Anexo 2, se obtiene que el tiempo de procesamiento promedio desde el ingreso a la prensa hasta la finalización del pedido (para 1000 libros, revistas o folletos) es de 3898 min = 8,5 días:

Ilustración 4: Tiempo de procesamiento simulado

COMPOSITE STAYTIME DE INGRESO A PRENSA A FINALIZACION DEL PEDIDO		
AvgStaytime	MinStaytime	MaxStaytime
3898.00	54.00	13312.00

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

1.3.9.5 Velocidad Actual

$$Velocidad = \frac{Tiempo\ de\ procesamiento}{Tiempo\ de\ Valor\ Agregado} = \frac{3898\ min}{2769\ min} = 1,41$$

Esto indica que, por cada minuto de tiempo de valor agregado, hay 1,41 minutos de tiempo de procesamiento total. En otras palabras, solo el 71% del tiempo está dedicado a actividades que agregan valor, mientras que el resto está relacionado con actividades que no añaden valor.

1.3.9.6 Utilización de Maquinaria Actual

Ilustración 5: Utilización de maquinaria simulada



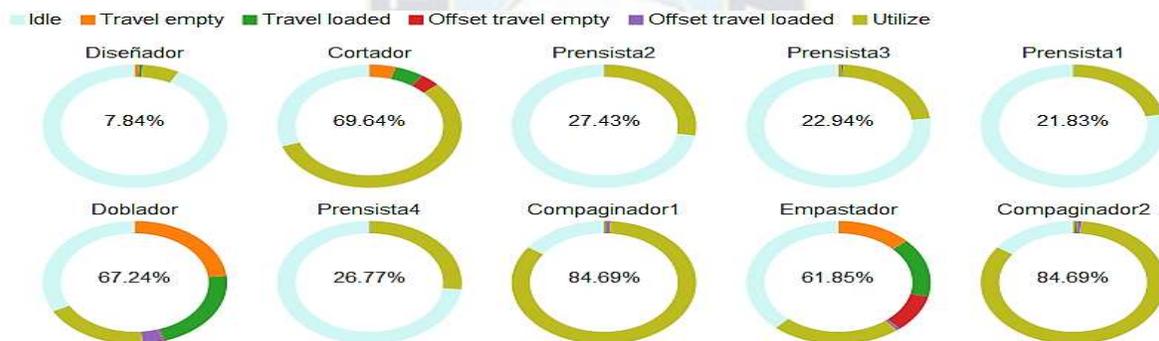
Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Mediante la Ilustración 5, al día 65 de 130 del periodo simulado, se evidencia que:

- El proceso con más porcentaje de utilización es el Compaginado (cuello de botella). Además, se registra inventario inicial elevado, donde se debe aguardar a la totalidad de pliegos provenientes del doblado para iniciar el compaginado.
- La cortadora tiene un buen porcentaje de utilización debido a que todos los productos pasan por esta operación y su tiempo de ciclo es pequeño en comparación a los demás.
- En la empastadora, un porcentaje considerable de tiempo, se espera a un operario para realizar esta operación, lo que genera inventario inicial elevado en esta operación.
- En las prensas se registran tiempos de Set Up elevados.
- La engrampadora, CTP y reveladora, no son utilizados con mucha frecuencia por lo que pueden estar apagados durante varias horas o días.

1.3.9.7 Utilización de Mano de Obra Actual

Ilustración 6: Utilización de mano de obra simulada



Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Mediante la Ilustración 6, al día 65 de 130 del periodo simulado, se evidencia que:

- El compaginado, empastado y cortado tienen una importante carga de trabajo cuando existe un volumen elevado a producir. (El inventario en proceso elevado se presenta cuando existe varios pedidos externos al mismo tiempo, o cuando a media producción de Libros Bruño llegan nuevos pedidos, lo que obliga a la empresa a dar preferencia al pedido externo y mantener la producción de Libros Bruño a medio proceso.⁷)

⁷ Cuando no hay pedidos externos o son bajos, se produce Libros Bruño. Ante esta situación, los operarios trabajan lento deliberadamente, provocando tiempos de entrega más largos e imprevistos si surgiera un nuevo pedido externo).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

2.1 Identificación del Problema

El nivel actual de productividad necesita seguir mejorando para mantener en funcionamiento el sistema productivo⁸, debido a costos operativos relacionados con materia prima, mano de obra y capital, provocados por ineficiencias en el proceso.⁹

⁸ El nivel de productividad total en los últimos años fue de 1,786 (2020), 1,823 (2021), 1,513 (2022) y 1,623 (2023). (Tabla 2).

⁹ Para (Cuatrecasas, 2009) la pérdida de productividad se da por la reducción del tiempo real disponible, aumento del tiempo de ciclo efectivo por pieza, reducción del tiempo de utilización de las maquinas, rechazos en el producto obtenido, realización de actividades que el producto no requiere, averías y paros técnicos, tiempos de preparación largos, tiempos de vacío por aprovisionamiento, transportes y manipulación innecesaria de piezas, manejo de lotes grandes, problemas de puesta en marcha y stocks elevados.

2.2 Descripción del problema

A continuación, se presenta los costos que reducen el nivel de productividad:

- **Costo de materia prima:** Los precios de materia prima e insumos son elevados¹⁰, a ello se suma el aprovechamiento deficiente de algunos materiales (papel y tinta principalmente), debido a que una parte se vuelve obsoleta o se extravía, por las condiciones deficientes de almacenamiento y áreas de trabajo desorganizadas, errores de impresión, sobreproducción y manipulación inadecuada de material.¹¹

¹⁰ La caja de 50 placas cuesta 800 Bs, caja de tinta 590 Bs, paquete de papel normal (500 hojas) 295 Bs, paquete de couché 345 Bs, paquete de cartulina 480 Bs, bolsa de cola 1400 Bs, caja de cinta de embalaje 650 Bs, galón de solución fuente 190 Bs, bolsa de polvo antirepinte 320 Bs, bidón revelador 330 Bs

¹¹ Cada mes en promedio la empresa reúne de 20 a 25 sacos de papel (1200 kg aprox, peso equivalente a 37 paquetes de papel nuevos \approx 4365 Bs/mes) para vender a reciclaje (aprox. 600 Bs), provenientes del refile, errores de impresión, sobreproducción y papel obsoleto, lo que supone pérdidas en cuanto a material procesado y materia prima. (Ilustración 7). Por otro lado, las mermas de papel provenientes del

cortado se almacenan en estantes o pallets y se venden a imprentas pequeñas, sin embargo, las condiciones del almacén provocan que una parte se vuelvan obsoletas también, ocupando espacio físico innecesario y provocando desorganización. (Las mermas se dan porque se compra papel de 77 * 102 cm y se requiere cortar al tamaño de las bandejas de las prensas 6, 4, 2 y 1 en 72 * 102 cm, 60 * 75 cm, 48 * 65 cm y 36 * 52 cm respectivamente).

Ilustración 7: Papel proveniente del cortado, errores de impresión, sobreproducción y obsolescencia



Fuente: (Bruño, 2023)

Adicionalmente, se registran pérdidas en cuanto a material procesado debido a que las sobras que no se desechan (de la sobreproducción de las prensas) se mezclan con las tapas barnizadas¹² (terciarizado), ocasionando que se pierdan dentro los estantes de compaginado, provocando que una parte se vuelva obsoleta y obligando a la empresa a producir de nuevo las tapas que se han perdido dentro los estantes.

¹² Los costos del barnizado terciarizado adicional fueron de 7114 Bs en 2023. (Bruño, 2023).

- **Costo de mano de obra:** Debido a que la producción bajo pedido es variable en cantidad y plazos de entrega, la empresa ha tenido que contratar operarios eventuales y hacer uso de horas extras durante periodos de alta demanda para poder cumplir con los plazos

establecidos.¹³ (Ilustración 8). Es importante destacar que, cuando el volumen total de libros y revistas a producir va de medio a alto (de uno o varios pedidos) no se contrata operarios eventuales, presentándose en ocasiones retrasos en los plazos de entrega.¹³

¹³ Los costos adicionales de mano de obra en compaginado fueron de 17461 Bs en 2023. (Bruño, 2023)

¹⁴ Los retrasos en los plazos de entrega se dan en el compaginado (actividad manual) donde se acumula gran cantidad de inventario, situación que después empeora porque no existe un operario designado para el empastado y engrampado (está en función a la disponibilidad de tiempo del gerente por lo que se registra acumulación de inventario) Es importante destacar que, a pesar de la situación, algunos operarios que presentan tiempos de holgura largos se mantienen en su estación.

Ilustración 8: Operarios eventuales en compaginado y acumulación de inventario en empastado



Fuente: (Bruño, 2023)

- **Costo de capital:** Se realiza el mantenimiento preventivo de la prensa 4, lo que provoca un aumento en los costos de capital cuando se realiza el mantenimiento correctivo debido a la compra de repuestos de las otras prensas (principalmente) y máquinas.¹⁵

¹⁵ Para el año 2023 los costos fueron de 10971 Bs en mantenimiento preventivo y 58642 Bs en mantenimiento correctivo, de los cuales 47332 Bs pertenecían a compra de repuestos (mantillas, rodillos, mordazas, rodamientos de las prensas y repuestos varios). (Anexo 3).

2.3 Identificación de causas del problema

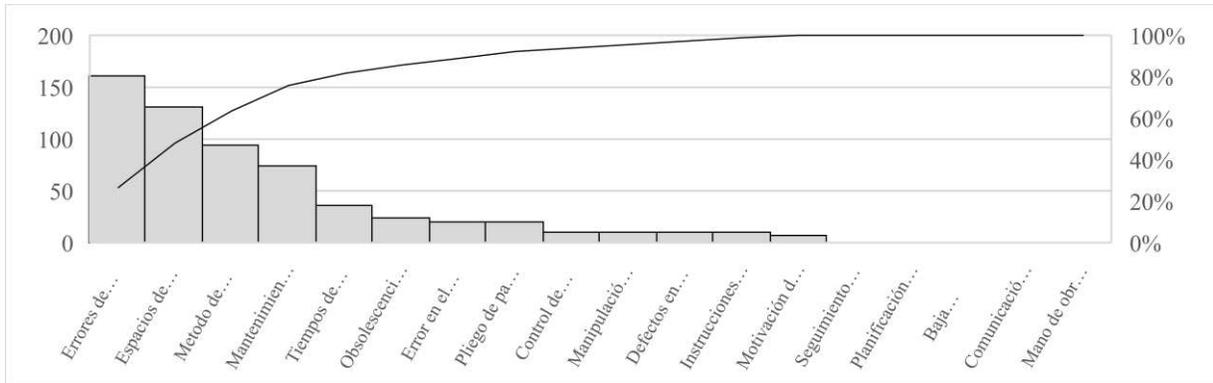
2.3.1 Diagrama de Ishikawa

A través del Diagrama de Ishikawa (Anexo 4) se muestra el análisis cualitativo de las causas que afectan al problema identificado como Bajo Nivel de Productividad.

2.3.2 Diagrama de Pareto

Se definió como criterios de evaluación: costo de materia prima, mano de obra y capital, debido a que la reducción de estos parámetros incrementa el nivel de productividad de la empresa.

Ilustración 9: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración en base a Anexo 4

Siguiendo la regla de Pareto, a través de la ponderación de causas del Anexo 5 se concluye que el nivel de productividad reduce cuando los costos de materia prima, mano de obra y capital aumentan debido a errores de impresión, espacios de trabajo desorganizados, método de trabajo deficiente y mantenimiento insuficiente.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora que permita incrementar la productividad de Editorial Bruño S.R.L. mediante herramientas de Lean Manufacturing e Ingeniería de Métodos.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico inicial a través de medición del desempeño, estudio de métodos y medición del trabajo.
- Diseñar un método de trabajo que permita prevenir y reducir los errores de impresión más representativos en prensa, de esta manera se busca reducir el costo de materia prima.

- Establecer un método de trabajo que permita optimizar el cuello de botella, de esta manera se busca reducir el costo de mano de obra por horas extras y operarios eventuales.
- Diseñar un plan de mantenimiento productivo total, de esta manera se busca reducir el costo de capital.
- Implementar un sistema de organización mediante la aplicación de 5S y el control de inventarios, de esta manera se busca mejorar el flujo y reducir el costo de materia prima.
- Evaluar la viabilidad de la propuesta para asegurar que el proyecto genere un retorno adecuado y justifique la inversión

2.5 Justificación

2.5.1 Justificación Académica

El presente proyecto basa su desarrollo en:

- **Ingeniería de Métodos** “permite analizar y optimizar procesos de producción y/o servicios mediante diversas técnicas y herramientas de estudio del trabajo y la mejora continua, que permiten plantear soluciones innovadoras, de bajo costo y orientadas a incrementar la productividad de la industria donde se vayan a aplicar.” (Ingeniería Industrial UMSA, 2015)
- **Manufactura Esbelta** “permite analizar y optimizar todo tipo de procesos de producción y/o servicios, empleando los principios de la filosofía Lean y sus diversas técnicas y herramientas.” (Ingeniería Industrial UMSA, 2015)

2.5.2 Justificación Económico – Social

El presente proyecto tiene la finalidad de aportar al crecimiento de Editorial Bruño S.R.L, empresa que representa una fuente generadora de empleo y aporta a la economía nacional y departamental. Además de contribuir a la educación de niños y jóvenes a nivel nacional.

2.6. Pregunta de Investigación

¿Como las herramientas de ingeniería de métodos y técnicas de lean Manufacturing pueden reducir los costos de producción y por tanto incrementar el nivel de productividad de Editorial Bruño S.R.L?

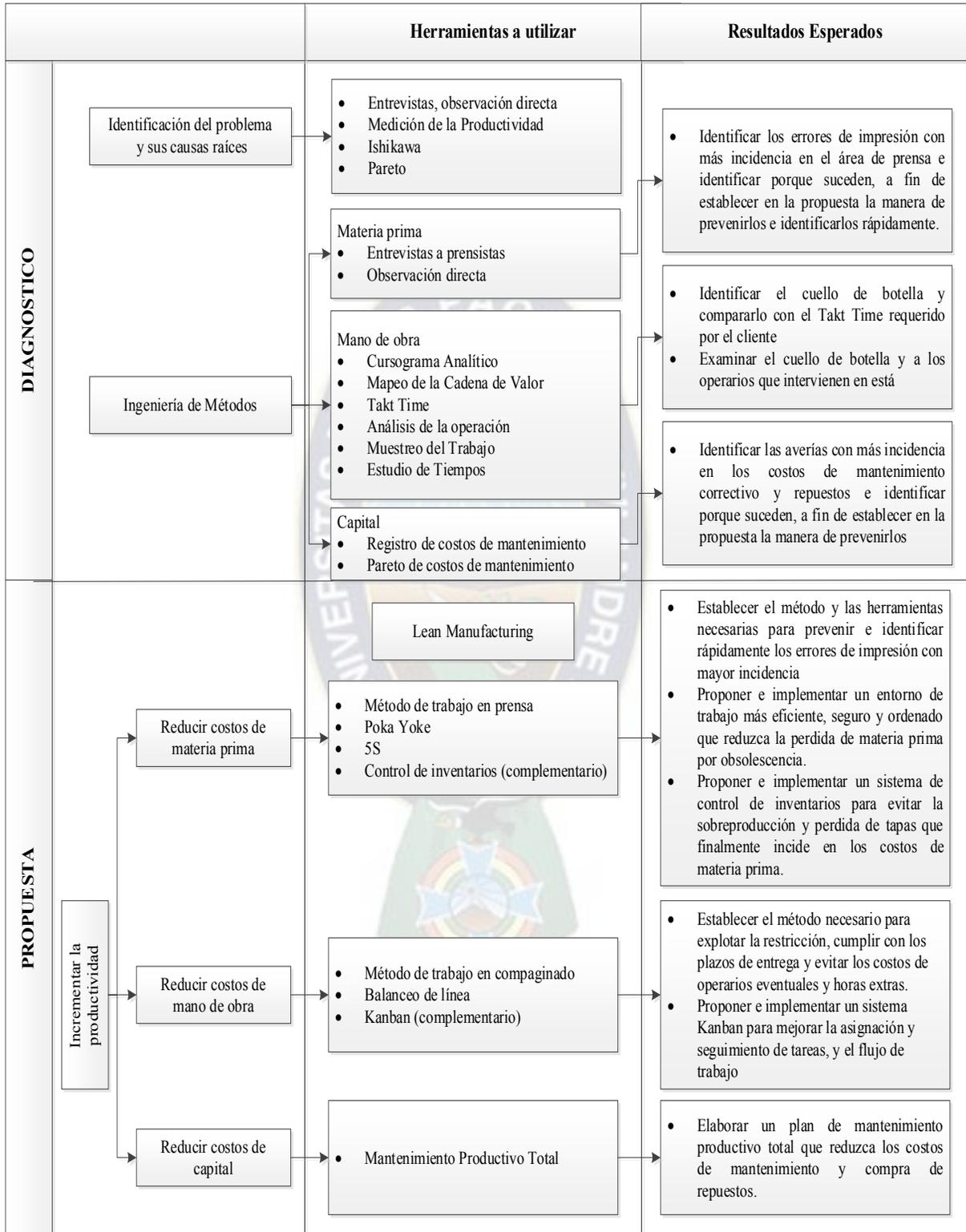
2.7. Metodología de Investigación

Tabla 3: Esquema metodología de investigación

Método	Mixto (cualitativa y cuantitativa)
Tipo de Investigación	Descriptiva y propositiva , con una fase de propuesta e implementación parcial.
Diseño del estudio	Descriptiva con evaluación teórica y conceptual de herramientas, diagnóstico de procesos actuales, propuesta, implementación parcial y análisis de impacto.
Método de Recolección de Datos	Fuentes Primarias: Observación directa del proceso, toma de datos requeridos para el proyecto, medición de indicadores y entrevistas a operarios y al gerente Fuentes Secundarias: Revisión de libros y artículos relacionados a la aplicación de técnicas de lean Manufacturing y sus beneficios en la reducción de costos.
Población	Línea de producción de libros, revistas y folletos.
Muestra	Operaciones de Compaginado e Impresión.
Técnicas de Análisis	Análisis Descriptivo: Se evalúa la información recopilada para describir el estado actual de los procesos de producción y los costos asociados. Propuesta de Mejora: Basado en el análisis teórico y en los datos recopilados, se elabora una propuesta detallada para la aplicación de herramientas de Ingeniería de Métodos y Lean Manufacturing. Estudio de Caso: Revisión de empresas que han implementado herramientas similares para ilustrar el potencial impacto de las propuestas.
Consideraciones Éticas	Consentimiento Informado: Obtener consentimiento del personal para las entrevistas y consultas. Confidencialidad: Asegurar la privacidad de la información recopilada y proteger los datos sensibles de la empresa. Transparencia: Informar al personal sobre los objetivos y el uso de la investigación.
Resultados Esperados	Propuesta Detallada: Un plan detallado que incluya herramientas y técnicas específicas para la reducción de costos y mejora de la productividad. Beneficios Esperados: Identificación de beneficios potenciales basados en la aplicación teórica de las herramientas, con recomendaciones para su implementación.

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Ilustración 10: Diseño de la Investigación



Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

3. MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta la relación del marco teórico con los objetivos planteados:

Tabla 4: Esquema marco teórico

Objetivo	Fundamentos Teóricos
Diseñar una propuesta de mejora que permita incrementar la productividad de Editorial Bruño S.R.L. mediante herramientas de Lean Manufacturing e Ingeniería de Métodos.	Productividad Herramientas Lean Manufacturing Ingeniería de Métodos
Realizar el diagnóstico inicial a través de medición del desempeño, estudio de métodos y medición del trabajo.	Ingeniería de Métodos Medición del desempeño Productividad Eficiencia Índice de Procesamiento Tiempo de Procesamiento Coeficiente de despilfarro Estudio de Métodos Cursograma Analítico Mapeo de la Cadena de Valor Análisis de la operación Medición del Trabajo Muestreo del trabajo Estudio de Tiempos
Reducción de costos de MP	
Diseñar un método de trabajo que prevenga y reduzca los errores de impresión (fallas de registro, tonos y manchas).	Herramientas Lean Manufacturing Poka Yoke
Implementar un sistema de organización mediante la aplicación de 5S y el control de inventarios que reduzca la desorganización de las estaciones de trabajo.	Herramientas Lean Manufacturing 5S Control de inventario y Kanban (Complementario)
Reducción de costos de MO	
Establecer un método de trabajo que permita optimizar el cuello de botella y reduzca el uso de horas extras y operarios eventuales.	Herramientas Lean Manufacturing Balanceo de Línea
Reducción de costos de K	
Diseñar un plan de mantenimiento productivo total, que reduzca los costos de mantenimiento correctivo.	Lean Manufacturing Mantenimiento Productivo Total

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

3.1. Ingeniería de Métodos

Mediante su aplicación se busca la mejora sistemática de los métodos de trabajo a través del análisis detallado, con el objetivo de aumentar la eficiencia de los recursos y reducir costos.

3.2.1 Medición del Desempeño

Mediante su aplicación se busca evaluar el desempeño actual de la línea de producción:

- **Productividad**

La Teoría de la Productividad Total de los Factores se centra en la capacidad de un sistema para producir más con la misma cantidad de insumos, o producir lo mismo con menos, donde los insumos son factores de producción: materia prima, mano de obra, capital y servicios:

$$Productividad\ Total = \frac{Producción\ Total}{Insumos\ Totales} = \frac{Cantidad\ vendida}{Costo\ de\ MP + MO + K + S}$$

De esta manera, la productividad es un indicador clave que refleja el grado de rendimiento con que se emplean los recursos (García Criollo, 2005) y su mejora es crucial para la competitividad y sostenibilidad de cualquier empresa.

- **Eficiencia**

Hace referencia a la proporción de la producción real de un proceso en relación con algún parámetro.

$$Eficiencia = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Esperada}$$

- **Índice de Procesamiento**

Hace referencia a la cantidad de productos que se espera que el proceso haga dentro de un periodo y es lo contrario del tiempo del ciclo en términos matemáticos.

$$Indice\ de\ Procesamiento = \frac{1}{Tiempo\ de\ Ciclo}$$

- **Tiempo de Procesamiento**

Hace referencia al tiempo que transcurre mientras se trabaja en una unidad y el tiempo que transcurre mientras espera en una fila.

- **Velocidad**

Es la proporción del tiempo total de procesamiento frente al tiempo de valor agregado:

$$Velocidad = \frac{Tiempo\ de\ procesamiento}{Tiempo\ de\ Valor\ Agregado}$$

3.2.2 Estudio de Métodos

Mediante su aplicación se busca examinar el proceso descomponiéndolo en sus operaciones, tareas, y movimientos más pequeños, de modo que cada operación, tarea y/o movimiento pueda ser analizado, y de esta manera identificar su necesidad y su aporte a la eficacia del proceso estudiado (Cuatrecasas, 2009) y poder plantear mejoras.

El enfoque de este estudio viene dado por una serie de ocho etapas:

- **Seleccionar** el objeto de estudio, analizando: **1. Factor económico** (operaciones esenciales costosas o que generan gran cantidad de desechos, estrangulamientos que entorpecen la producción, operaciones de alta duración o repetitivas con gran uso de mano de obra). **2. Factor técnico** (nueva tecnología, sistemas de inventarios, de gestión o automatización de los procesos de producción). **3. Factor humano** (estaciones de trabajo inseguras, monótonas, tediosas, o cualquiera que genere insatisfacción en los trabajadores). **Esta etapa ya fue identificada en el planteamiento del problema.**
- **Registrar** mediante observación directa los acontecimientos relevantes relacionados al trabajo u objeto seleccionado, recolectando datos adicionales que sean necesarios de fuentes confiables, y sistematizándolos en gráficos y diagramas.

Para esta etapa se llevará a cabo los registros de:

- ✚ **Cursograma Analítico:** Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto señalando todos los hechos sujetos a análisis. (OIT, 1996). Mediante su aplicación se busca detallar las actividades realizadas en el proceso y obtener el tiempo que tarda actualmente la producción de libros, revistas y folletos.
- ✚ **Mapeo de la Cadena de Valor:** Es una herramienta que permite tener una mejor visualización del estado actual del proceso productivo mediante una representación gráfica de las actividades que generan y no generan valor que va desde la materia prima hasta el producto final, además que facilita la

identificación de deficiencias del proceso para plantear posteriormente un mapa del estado futuro. Mediante su aplicación se busca identificar el Cuello de Botella (operación más lenta) en Función al Takt Time (ritmo del cliente).

- **Examinar** de forma crítica, la forma en la que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados.

Para esta etapa se llevará a cabo el registro de:

- **Análisis de la operación:** Es una herramienta que estudia los agentes productivos e improductivos que afectan significativamente una o varias operaciones, preguntándose el ¿Por qué? ¿Cómo? ¿Quién? ¿Dónde? y ¿Cuándo? Mediante su aplicación se busca analizar el método de trabajo del Cuello de Botella y su relación con los retrasos en los tiempos de entrega, situación que obliga a la empresa a contratar operarios eventuales y hacer uso de horas extra, para plantear mejoras. También se busca analizar el método de trabajo de los prestistas, para reducir la cantidad de defectuosos.
- **Establecer** el método más adecuado, práctico, económico, viable y eficaz mediante los aportes de las personas involucradas en el objeto de estudio.
- **Evaluar** las diferentes opciones, y comparar los métodos propuestos mediante evaluaciones de costo – eficacia con el método actual.
- **Definir** el nuevo método de forma clara y comunicar a todas las personas involucradas (gerencia, encargados de producción, operarios, entre otros).
- **Implantar** el nuevo método y capacitar a las personas involucradas.
- **Controlar** la implementación del nuevo método e implantar políticas y procedimientos que eviten que los recursos involucrados vuelvan al método anterior.

3.2.3 Medición del Trabajo

Mediante su aplicación se busca determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. (OIT, 1996).

- **Muestreo del Trabajo:** Es una técnica para determinar el porcentaje de aparición de una determinada actividad mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias.

(OIT, 1996). Mediante su aplicación se busca conocer el tiempo estándar y de esta manera calcular los recursos de mano de obra necesarios para cumplir con la producción, además de realizar una mejor supervisión y programación del trabajo.

- **Estudio de Tiempos:** Es una técnica empleada para registrar tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, con el fin de determinar el tiempo requerido para efectuar la tarea. (OIT, 1996). Mediante su aplicación se busca conocer el tiempo estándar y compararlo con el obtenido en el Muestreo del trabajo, para establecer de mejor manera los nuevos métodos de trabajo.

3.3. Herramientas de Lean Manufacturing

Tomando en cuenta las causas raíces identificadas, se plantea el uso de las siguientes herramientas del Lean Manufacturing en complementación al establecimiento de nuevos métodos de trabajo, que permitirán la reducción de los costos de materia prima, mano de obra y capital:

- **Poka Yoke:** Es una técnica japonesa que busca prevenir, corregir y eliminar los errores presentes en el proceso, aumentando la calidad, y reduciendo el reproceso. Cumple la función de controlar y advertir de los errores a los operarios, mediante mecanismos de contacto como sensores, o mecanismos sin contacto como elementos traslucidos. Se pueden utilizar pines de guía, alarmas, detectores de errores, switches de límites, contadores y listas de verificación. Mediante su aplicación se busca la reducción del desecho de material procesado por errores en la impresión en temas de falla de registro, tonos y manchas.
- **5S:** Es una metodología que busca mantener un lugar de trabajo organizado limpio y seguro a través de la estandarización y la cultura organizacional. Mediante su aplicación se busca la reducción del desecho de materia prima (papel) por obsolescencia debido a las condiciones de almacenamiento y a la desorganización de las estaciones de trabajo.

Tabla 5: Descripción de las 5S

SEIRI CLASIFICACION	Significa separar las cosas necesarias y las que no, manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y adecuado. Mediante esta S se logra: <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros.
-------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Evita la compra de materiales no necesarios y su deterioro. • Aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas. • Provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación
SEITON ORGANIZACION	<p>Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso. Mediante esta S se logra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor necesidad de controles de stock y producción. • Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto. • Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados. • Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta. • Aumenta el retorno de capital. • Aumenta la productividad de las máquinas y personas. • Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente
SEISO LIMPIEZA	<p>Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirar cualquier tipo de suciedad. Mediante esta S se logra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor productividad de personas, máquinas y materiales. • Facilita la venta del producto. • Evita pérdidas y daños materiales y productos. • Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.
SEIKETSU ESTANDARIZACION	<p>Grupo de responsables que realiza periódicamente visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora. Mediante esta S se logra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores. • Evita daños de salud del trabajador y del consumidor. • Mejora la imagen de la empresa interna y externamente. • Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal.
SHITSUKE DISCIPLINA Y COMPROMISO	<p>Se trata de la mejora alcanzada con las 4S anteriores se convierta en una rutina. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción.</p>

Fuente: Elaboración en base a (Villaseñor Contreras, 2007)

- **Balaneo de Línea:** Es una técnica que busca asignar de manera eficiente las tareas a las estaciones de trabajo para optimizar el flujo de trabajo y minimizar el tiempo de inactividad. Mediante su aplicación se busca distribuir a los operarios con mayor holgura

para apoyar al cuello de botella, y de esta manera evitar los costos por operarios eventuales y horas extra.

- **Mantenimiento Productivo Total:** Es una herramienta que busca maximizar la eficiencia global de los equipos, estableciendo sistemas de mantenimiento preventivo que cubren la vida entera de la maquinaria, de esta manera minimiza la indisponibilidad de los mismos debido a fallos o reducción de velocidad. Mediante su aplicación se busca la reducción de costos de capital por mantenimiento correctivo y repuestos.
 - ✚ **Mantenimiento Autónomo:** Consiste en prevenir las fallas de equipo por la inadecuada lubricación, limpieza, desgaste o contaminación. Incluye actividades de limpieza, lubricación e inspección.
 - ✚ **Mantenimiento preventivo:** Consiste en programar intervenciones periódicas, independientemente de si se muestran síntomas de avería o no.
 - ✚ **Mantenimiento correctivo:** Se interviene una vez que se haya presentado el fallo.
- **Complementario (Control de Inventarios y Kanban):** La aplicación de estas herramientas se llevará a cabo de manera complementaria, dado que la empresa dispone de una licencia File Maker Pro (diseño de aplicaciones), donde a petición de la empresa, se desarrollará un sistema personalizado para el registro de cotizaciones, ingresos y gastos. Por tanto, aprovechando el diseño de la aplicación, se incluirán un módulo de control de inventarios y un módulo de Kanban para optimizar la gestión y el flujo de trabajo.
 - ✚ **Control de inventarios:** Es una herramienta que permite llevar un registro preciso de las cantidades de productos disponibles en almacén. Mediante su aplicación se evita la escasez y el exceso de inventario, reduciendo costos asociados al almacenamiento, deterioro y obsolescencia.
 - ✚ **Kanban:** Es una herramienta que sirve como una etiqueta de instrucción, con el fin de transmitir ordenes de trabajo acerca de lo que se va a producir, las cantidades, materiales, medios y equipos. Mediante su aplicación se obtiene un control sobre la producción con respecto a los materiales, tiempo y trabajo que se desempeña en cada operación, mejorando el flujo de trabajo y comunicación.

4. INGENIERÍA DE MÉTODOS

4.1. Costos de Materia Prima

Mediante el análisis de causas raíces del problema se determinó que el costo de materia prima incrementa debido a errores en la impresión y áreas de trabajo desorganizadas, que provocan la pérdida de materia prima por defectuosos en prensa y obsolescencia de papel. (4365 Bs/mes aprox). Por tanto, el presente apartado busca analizar los errores de impresión más comunes, las causas más posibles y soluciones. Según la información recopilada de entrevistas a prensistas y observación directa se obtiene la tabla 6:

Tabla 6: Errores de impresión más frecuentes y causas más posibles

Tonos (Imagen Fantasma)	Fallas de Registro	Manchas (Repinte)
		
<p>Es la formación no deseada de áreas oscuras y leves del diseño que está impreso al otro lado del papel. Pasa porque las tintas no se secan a la misma velocidad en las diferentes zonas de impresión.</p> <p>Posibles causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relación tinta/papel inadecuada • Tiempo insuficiente entre impresiones <p>Soluciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar relación tinta/papel • Aumentar tiempos de secado 	<p>Se presenta cuando se imprimen uno o varios colores y estos últimos no coinciden con los primeros. Para mirar las fallas de registro se utiliza un cuentahilos.</p> <p>Posibles causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura y humedad inadecuada en planta • El papel se curva durante el almacenamiento • Papel no ajustado siempre igual a las guías laterales • Papel no escuadrado <p>Soluciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener el papel protegido en tirajes largos • Comprobar la dirección de fibra del papel • Escuadrar en guillotina 	<p>Es la transferencia de tinta del papel que sale impreso al siguiente papel que cae encima, pueden llegar a pegarse entre sí.</p> <p>Posibles causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tinta muy diluida • Exceso de tinta en el tintero <p>Soluciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imprimir con menos agua o usar secante • Usar tinta pura • Usar tinta concentrada en vez de mucha tinta

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

4.2. Costos de Mano de Obra

Mediante el análisis de causas raíces del problema se determinó que el costo de mano de obra incrementa debido a un método deficiente de trabajo que deriva en retrasos de los tiempos de entrega, lo que obliga a usar horas extras y contratar operarios eventuales en compaginado (17461 Bs en 2023). Por tanto, el presente apartado busca analizar el proceso, identificar y analizar el método de trabajo actual del cuello de botella y de los operarios involucrados.

4.2.1 Estudio de Métodos

4.2.1.1 Registrar

Cursograma Analítico

A través del registro del cursograma analítico del [Anexo 6](#) se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 7: Resumen del cursograma analítico de libros, revistas y tapas

Actividad	LIBROS		REVISTAS		TAPAS	
	Externos	Bruño	Externos	Bruño	Externos	Bruño
Producción	1000 libros 160 pág.		1000 revistas 80 pág.		1000 tapas 2 pág.	
Operación	9	7	9	7	5	3
Transporte	10	10	9	9	5	5
Espera	7	6	7	6	1	0
Inspección	0	0	0	0	0	0
Almacenamiento	2	3	2	3	2	3
Combinada	2	1	3	2	2	1
Distancia (m)	2157	1789	2041	1677	124	118
Tiempo (min)	3675	2776	4352	3553	199,5	147,5

Fuente: Elaboración en base al Anexo 6

Se observa que para producir 1000 libros de 160 pág. en la Prensa 4 (16 pág./pliego) se demora 7,98 días para clientes externos y 6,02 días para libros Bruño (1 día = 460,8 min). Asimismo, para producir 1000 revistas o cuadernillos de 80 pág. en la Prensa 2 (8 pág./pliego) se demora 9,44 días para clientes externos y 7,71 días para cuadernillos Bruño. Mientras que 1000 tapas o folletos demoran 3,32 para clientes externos y 2,46 horas para tapas Bruño. (La diferencia de tiempos radica porque la producción de libros Bruño ya tiene placas reveladas en almacén).

Mapeo de la Cadena de Valor

Se calcula el Takt Time en función al pronóstico de la demanda de pedidos de libros, revistas y folletos externos entorno a datos históricos (aprox. 79575 pliegos a compagnar/mes tomando como referencia 10 pliegos/libro de 160 pág. en prensa 4 y 80 pág. en prensa 2), son 7958 libros o revistas de 10 pliegos/mes y en función al requerimiento anual de libros Bruño (6000 libros o cuadernillos aprox./mes), en total 13958 libros o revistas de 10 pliegos a compagnar/mes.

$$Tiempo\ real\ disponible = \frac{4,34524\ sem}{mes} * \frac{5,5\ dias}{1\ sem} * \frac{8\ hrs}{1\ dia} * \frac{60\ min}{1\ hr} * 0,96 = \frac{11012\ min}{mes} = \frac{460,8\ min}{dia}$$

$$Takt\ Time\ (TT) = \frac{Tiempo\ real\ disponible}{Demanda\ del\ cliente} = \frac{11012\ min/mes}{13958\ u/mes} = \frac{1,10\ min}{u}$$

$$Takt\ Time\ (TT) = 0,79\ min/u = 0,00171\ dia/u$$

El cliente requiere 1 libro o revista de 10 pliegos cada 0,79 minutos.

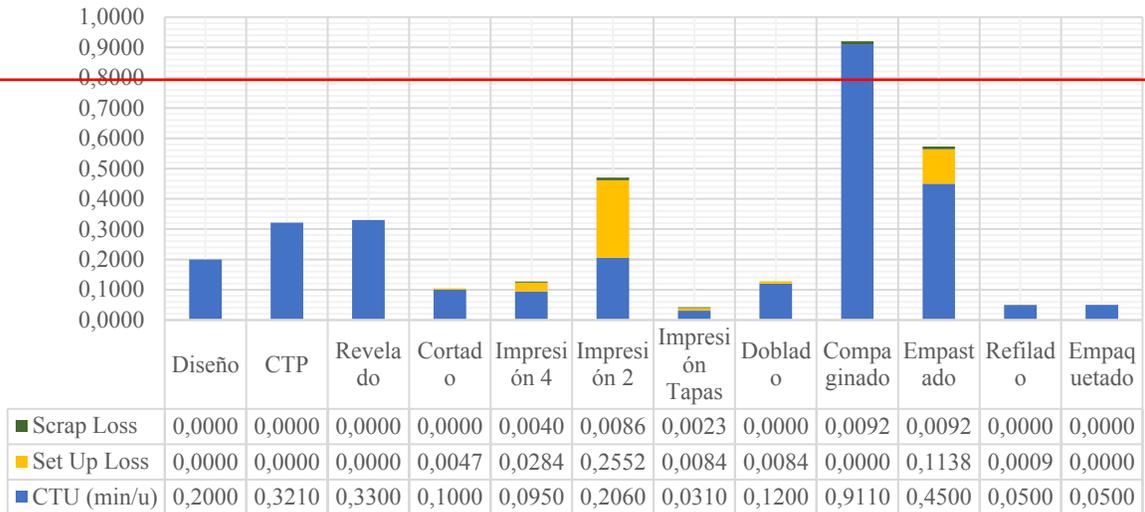
En el [Anexo 7](#) se realiza el mapeo de la cadena de valor, mediante la conversión a unidades equivalentes de los datos obtenidos en el cursograma analítico, obteniendo:

Tabla 8: Capacidad y CTU Real

CONCEPTO	Diseño	CTP	Revelado	Cortado	Impresión 4	Impresión 2
CTU (min/u)	0,20	0,32	0,33	0,10	0,10	0,21
Set Up (min)	0,00	0,00	0,00	20,50	106,00	255,00
Set Up Loss	0,00	0,00	0,00	0,005	0,02838	0,255
Capacidad (u/día)	2304	1436	1396	4608	4851	2237
Scrap Loss	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
CTU real (min/u)	0,20	0,32	0,33	0,10	0,13	0,47
Capacidad real (u/día)	2304	1436	1396	4403	3619	981
CONCEPTO	Tapas	Doblado	Compag.	Empastado	Refilado	Empaque.
CTU (min/u)	0,03	0,12	0,91	0,45	0,05	0,05
Set Up (min)	98,50	30,00	0,00	93,00	8,50	0,00
Set Up Loss	0,01	0,01	0,00	0,11	0,00	0,00
Capacidad (u/día)	14865	3840	506	1024	9216	9216
Scrap Loss	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
CTU real (min/u)	0,04	0,13	0,92	0,57	0,05	0,05
Capacidad real (u/día)	11034	3590	501	804	9046	9216

Fuente: Elaboración en base a Anexo 7

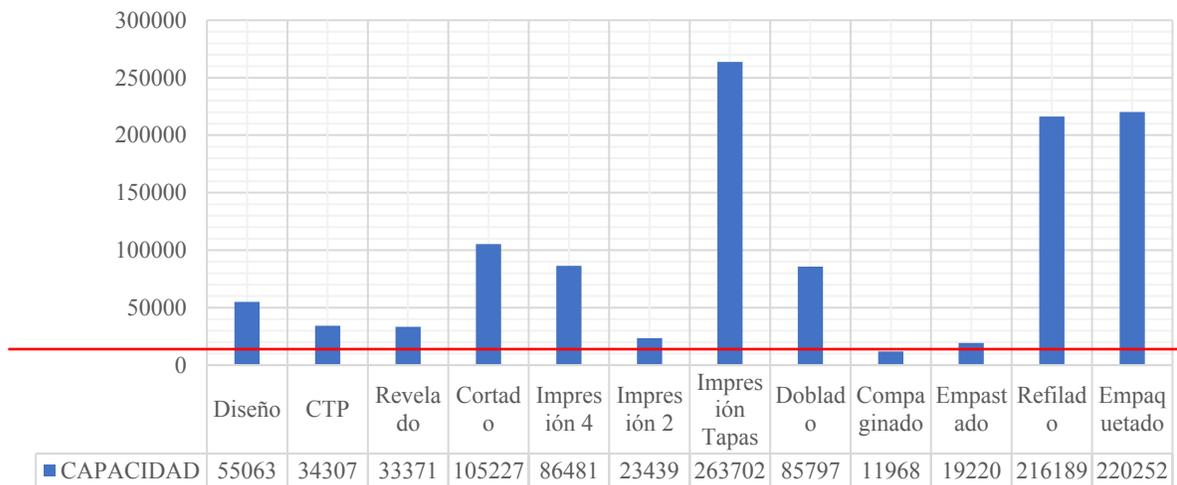
Ilustración 11: Tiempo de Ciclo vs Takt Time (min/libro o revista)



Fuente: Elaboración en base a tabla 7

Se observa que el proceso con menor capacidad es el Compaginado (cuello de botella), donde el tiempo de ciclo de esta operación se encuentra por encima del Takt Time (línea roja), lo que significa que la capacidad actual de la planta no es la suficiente para cumplir con la demanda mensual estimada:

Ilustración 12: Capacidad vs Demanda (libros y revistas/mes)



Fuente: Elaboración en base a tabla 7

Por tanto, la capacidad actual de la planta estará dada por el ritmo de la operación del compaginado (250 u/día – operario).

$$\text{Capacidad de la planta} = \frac{501 \text{ u}}{\text{día}} * \frac{5,5 \text{ días}}{\text{sem}} * \frac{4,34524}{\text{mes}} = 11973 \text{ libros/mes}$$

Se observa que para cumplir con el requerimiento mensual hace falta:

$$\text{Libros, revistas de 10 pliegos a compaginar faltantes} = 13958 - 11973 = 1984 \text{ u}$$

$$\text{Hrs faltantes para llegar a la demanda} = 1984 \text{ u} * \frac{\text{día}}{501 \text{ u}} * \frac{8 \text{ hrs} * 0,96}{1 \text{ día}} = 30,41 \text{ hrs} = 3,96 \text{ días al mes}$$

Complementariamente, en base al [Anexo 8](#) se obtiene que tiempo de valor agregado (TVA) de:

$$\text{TVA} = 2769 \text{ min} * \frac{1 \text{ día}}{460,8 \text{ min}} = 6 \text{ días}$$

El tiempo de no valor agregado (TNVA) es:

$$\text{TNVA} = \text{Takt time en días} * \sum \text{inventarios}$$

$$\text{TNVA} = 0,00171 \frac{\text{días}}{\text{u}} * (48000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000) = 88,92 \text{ días}$$

El tiempo de no valor agregado se presenta debido a inventarios elevados de materia prima en cuestión de pallets de papel, tapas y pliegos de libros Bruño que se dejan en medio proceso (en estanterías). Finalmente, el lead time será:

$$\text{Lead Time} = \text{TVA} + \text{TNVA} = 6 + 88,92 = 94,92 \text{ días}$$

4.2.1.2 Examinar

Análisis de la operación

Debido a que el Compaginado es el cuello de botella, se analiza esta operación a través del [Anexo 9](#), donde se concluye que el cumplimiento esta operación se mejora:

- Adquiriendo una compaginadora automática, incrementando así la capacidad de la operación.
- Aprovechando los tiempos de holgura de operarios de estaciones con mayor capacidad, mediante balanceo de línea, que pueda ajustarse a las órdenes y necesidades de producción.

- Reduciendo el número de pliegos a compaginar mediante la distribución de libros a la prensa 4, cuadernillos y revistas a la prensa 2 y tapas o folletos a la prensa 1. (De esta manera también se reducen los tiempos de Set Up).
- Eliminando la verificación de los libros compaginados en el bloque apilado.
- Intercambiando las posiciones entre el compaginado y el empastado, de esta manera también se reduce la distancia recorrida entre el empastado y refile (cortado).
- Distribuyendo los bloques cíclicamente alrededor de la mesa en el caso de muchos pliegos, y colocando pequeñas mesas al final de cada ciclo completo de pliegos (para poder apilar los pliegos compaginados).
- Mejorando la supervisión en el área y estableciendo metas de producción (tiempo estándar) para evitar el trabajo lento deliberado que pueda desencadenar en retrasos e inventarios elevados si se adiciona un nuevo pedido.
- Mejorando la disposición de tránsito en el área, evitando que los operarios realicen recorridos complejos o más largos debido a la desorganización de los espacios de trabajo. Asimismo, evitar daños a la salud del personal eliminando las fuentes que traen vectores y riegos para su integridad física.

4.2.2 Medición del Trabajo

A fin de cuantificar las pérdidas de tiempo por trabajo lento deliberado y establecer el tiempo estándar que pueda servir de pie para un mejor cumplimiento de la operación se realiza el muestreo del trabajo y estudio de tiempos.

4.2.2.1 Muestreo del trabajo

El muestreo preliminar determinó que es necesario realizar 323 observaciones para el muestreo del trabajo ([Anexo 10](#)). De esta manera, se realizó la toma de datos durante dos días por medio tiempo. Concluyendo que existen retrasos personales (charla con otros operarios dejando de compaginar, operario fuera de su estación por necesidades fisiológicas y distracciones), y retrasos evitables (el operario después de compaginar apila el libro compaginado en un bloque, sin embargo, también se asegura que el bloque tenga firmeza y alinea todo el bloque de manera innecesaria):

Tabla 9: Sistematización de la información muestreo del trabajo

Elemento	Obs 1	Obs 2	Total Obs	%
Compaginado	83	77	160	49,5%
Apilar pliegos	24	33	57	17,6%
Fuera de su estación	20	18	38	11,8%
Distracción	19	24	43	13,3%
Charla con otro operario	12	7	19	5,9%
Distracción con celular	3	0	3	0,9%
Llevar pliegos	1	2	3	0,9%
Total	161	162	323	100%

Fuente: Elaboración en base al Anexo 10

Asimismo, se identifica que, solo el 49,5% del tiempo (3,96 hrs/día) es realmente dedicado a compaginar, mientras el otro 50,5% forma parte de retrasos personales y retrasos evitables, es decir que 1,41 hrs/día el operario realiza movimientos innecesarios y 2,58 hrs/día se pierden tiempos por distracciones y necesidades personales.

Tabla 10: Porcentaje de utilización muestreo del trabajo

Concepto	Porcentaje (%)	Horas/día *
Tiempo productivo	49,5%	3,96
Retraso inevitable	0,6%	0,05
Retraso evitable	17,6%	1,41
Retraso personal	32,2%	2,58

Fuente: Elaboración en base al Anexo 10

Se observa que, pese a que el compaginado es el cuello de botella del sistema, no se mantiene funcionando al 100% de su capacidad. A continuación, se calcula el tiempo estándar (tiempo que se considera adecuado para completar una tarea). En base a los datos de la tabla 10:

$$\text{Tiempo observado (TO)} = \frac{\text{Tiempo total} * \text{nro de ocurrencias de elemento } i}{\text{Producción total} * \text{nro total de observaciones}} = \frac{T * n_i}{P * n} = \frac{9 * 60 * 160}{321 * 323}$$

$$\text{Tiempo observado (TO)} = 0,833 \text{ min/u}$$

$$\text{Tiempo Normal (TN)} = \text{TO} * \frac{\text{Tasa promedio (promedio de la valoración del ritmo del trabajador)}}{100}$$

$$\text{Tiempo Normal (TN)} = TO * \frac{\bar{R}}{100} = 0,833 \text{ min/u} * \frac{86}{100} = 0,714 \text{ min/u}$$

Para el tiempo estándar se toma en cuenta los suplementos de la tabla 11:

$$\text{Tiempo estandar (TS)} = TN * (1 + \text{Suplementos}) = 0,714 \text{ min/u} * (1 + 0,2) = 0,857 \text{ min/u}$$

Tabla 11: Información para el tiempo estándar mediante muestreo del trabajo

Elemento		OBS 1	OBS 2	Total
Tiempo de horas trabajadas (T. estudio)		4,5	4,5	9
Total de observaciones		161	162	323
Observaciones del elemento analizado (ni)		83	77	160
Evaluación media *		86	85	86
Cantidad producida (libros compaginados)		174	147	321
Suplementos				
Suplementos personales		Suplementos variables		
Necesidades personales	5	e) Índice de enfriamiento nulo		0
Básico por fatiga	4	f) Trabajo de baja precisión		0
Suplementos variables		g) Sonido intermitente y fuerte		2
a) Trabajo sentado	0	h) Proceso nada complejo		0
b) Postura ligeramente incómoda	0	i) Trabajo muy monótono		4
c) Peso levantado menor a 2,5 kg	0	j) Trabajo muy aburrido		5
d) Iluminación normal	0	TOTAL SUPLEMENTOS		20%

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024) y (OIT, 1996)

Mediante el muestreo del trabajo se establece que el tiempo estándar para los operarios de compaginado es de 0,857 min/libro compaginado, lo que significa que en una hora, un operario debería realizar el compaginado de 70 libros. Sin embargo, la tabla 10 refleja que actualmente cada operario compagina una media de 36 libros en una hora.

4.2.2.2 Estudio de Tiempos

El muestreo preliminar determinó que es necesario realizar 8 observaciones para el estudio de tiempos (Anexo 11). De esta manera, se registró ciclos completos sin tomar en cuenta elementos extraños. Los elementos identificados¹⁶ en compaginado están descritos en la tabla 12.

¹⁶ Los operarios distribuyen sobre la mesa los bloques de pliegos a compagnar (línea recta o en U), es así que, la operación inicia cuando se toma el primer pliego, y uno a uno los demás pliegos siguiendo la secuencia numérica de las páginas. Cuando se tiene todos los pliegos de un libro se alinea sobre la mesa

dando un ligero golpe, luego se apila el libro en un bloque de libros, que cuando llegan a ser 30 se los traslada a la mesa

Tabla 12: Descomposición de compaginado en elementos

Elemento	Empieza cuando	Termina cuando
A: Compaginado	El operario toma el primer pliego con la mano	Tiene todos los pliegos en la mano
B: Alineado	Da un ligero golpe en la mesa para alinear el libro	El libro se encuentra alineado
C: Apilado	Apila el libro en el bloque de libros compaginados	El libro se encuentra apilado

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

En base a los datos obtenidos del [Anexo 11](#) y los suplementos de la tabla 11:

$$\text{Tiempo Basico Operacion} = \sum TB = 0,146 + 0,094 + 0,089 = 0,329 \text{ min/u}$$

$$\text{Tiempo estandar (TS)} = TN * (1 + \text{Suplementos}) = 0,329 * (1 + 0,2) = 0,394 \text{ min/u}$$

Mediante el estudio de tiempos se establece que el tiempo estándar para los operarios de compaginado es de 0,394 min/libro compaginado, lo que significa que en una hora, un operario debería realizar el compaginado de 152 libros. Sin embargo, la tabla 10 refleja que actualmente cada operario compagina una media de 36 libros en una hora.

Tabla 13: Resumen tiempos de compaginado por operario

Un operario	Actual	Muestreo del trabajo	Estudio de tiempos
Tiempo en compaginar un libro (min/u)	1,68	0,857	0,394
Tiempo en compaginar 1000 libros (min)	1682	857	394
Tiempo en compaginar 1000 libros (hrs)	28,04	14,28	6,57
Tiempo en compaginar 1000 libros (días de 8 hrs tomando en cuenta como el tiempo real disponible de 7,68 hrs)	3,65	1,86	0,86

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

La tabla 13 muestra la deficiencia actual en compaginado debido al ritmo de trabajo lento deliberado por los operarios y un método de trabajo con retrasos evitables y personales.

4.3. Costos de Capital

Mediante el análisis de causas raíces del problema se determinó que el costo de capital incrementa debido a un mantenimiento insuficiente que deriva en mantenimiento correctivo y compra de repuestos (58642 Bs en 2023). Por tanto, se busca identificar los repuestos que tienen más incidencia en los costos, a fin de compararlos con los tiempos de recambio del proveedor y analizar posibles causas que aceleran el desgaste de dichos componentes. (La empresa no cuenta con un registro de fallas, solo registra los costos asociados a la compra de repuestos y mantenimiento correctivo, por lo que este apartado se limita a lo anteriormente mencionado).

En base a la información del [Anexo 2](#) se realiza el análisis de Pareto enfocado a costos:

Tabla 14: Pareto de costos de mantenimiento correctivo y repuestos

Máquina o equipo	Tipo	Detalle	Ocurrencias	Total Bs	%	Acum.
General (principalmente prensa)	Repuestos	Repuestos varios (perno, pines, guías, etc.)	14	15400	26,26%	26,26%
Prensas	Repuestos	Rodillo	7	19027	32,45%	58,71%
	Correctivo	Mantenimiento	10	7660	13,06%	71,77%
	Repuestos	Mantilla	4	4047	6,90%	78,67%
	Repuestos	Conector de aire	3	3839	6,55%	85,22%
	Repuestos	Mordazas	1	1587	2,71%	87,92%
	Repuestos	Rodamientos	3	1560	2,66%	90,58%
	Repuestos	Cables	4	1167	1,99%	92,57%
	Repuestos	Plancha rodillo	1	450	0,77%	93,34%
	Repuestos	Retenes	1	130	0,22%	93,56%
	Repuestos	Regleta lavadora	1	125	0,21%	93,78%
Compresora	Correctivo	Mantenimiento	1	2650	4,52%	98,29%
Perforadora	Correctivo	Mantenimiento	1	600	1,02%	99,32%
Engrapadora	Correctivo	Mantenimiento	1	400	0,68%	100,00%

Fuente: Elaboración en base a Anexo 2

Se observa que los costos con mayor incidencia corresponden a compra de repuestos varios, rodillos¹⁷, mano de obra de mantenimiento correctivo en prensa y compra de mantillas.

¹⁷ “Un kit de rodillos trabajando 3 turnos al día, 6 días a la semana, deberían durar entre un año y medio o dos , antes de ser reemplazados. Caso contrario se está usando rodillos de baja calidad o se esta realizando un mantenimiento deficiente de los mismos.” (Refacciones Gráficas del Norte, 2021)

Tabla 15: Posibles causas que derivan en compra de repuestos

Componente	Efecto	Posibles causas
<p>Rodillo de entintado: Distribuye tinta a la plancha. (Cambiar 100000 tirajes).</p> <p>Rodillo porta mantilla: Distribuye tinta de la plancha al papel. (Cambiar 200000 tirajes)</p> <p>Rodillo de transporte: Mueve el papel a través del sistema. (Cambiar 300000 tirajes)</p>	<p>Desgaste Prematuro</p> <p>Desgaste Visible: Grietas, surcos o deformaciones en la superficie del rodillo.</p> <p>Problemas de Calidad de Impresión: Falta de registro, imágenes borrosas o manchas en el papel.</p> <p>Ruidos Inusuales: Sonidos de roce o chirridos que pueden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de tintas agresivas o formulaciones no adecuadas pueden causar reacciones que afectan el material del rodillo. • Baja calidad del papel o superficies ásperas aumentan la fricción. • Limpieza inadecuada de tinta y residuos (polvo), que con el tiempo forman una capa cristalina que bloquea la capacidad de absorción y transferencia de tinta. Dejar secar la tinta aunque sea por periodos cortos, reduce la vida del rodillo. Se recomienda limpieza profunda periódicamente. • Utilizar limpiadores agresivos eliminan el plastificante del hule, que deriva en contracción y endurecimiento del mismo. Se recomienda usar washers en vez de thinner. • Ajuste inadecuado puede aumentar la fricción, generando vibración y sobrecalentamiento. • Desalineación puede llevar a un contacto irregular con el papel, acelerando el desgaste. • Calor o humedad, provoca que el hule reaccione con el ozono. Se recomienda guardar en lugar frío y seco. • Colocar el hule sobre superficies provoca que se deforme. Se recomienda tener un soporte especial. • La luz artificial o natural provoca oxidación, lo que endurece, encoje y agrieta la superficie del rodillo. Se recomienda mantenerlos envueltos en papel. • Cuando la prensa es detenida, se debe quitar la presión sobre los rodillos, esto evitará áreas planas en su superficie.
<p>Mantillas Evita que el sustrato se dañe por el contacto con el rodillo y plancha. (Cambiar 100000 tirajes)</p>	<p>indicar un mal contacto entre el rodillo y el papel.</p> <p>Desviaciones en el Papel: Problemas con la alineación del papel durante el transporte, lo que puede causar atascos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de solventes que hinchan o dañan la superficie, endureciendo el caucho y reduciendo la transferibilidad de la tinta. • Tinta seca genera abultamientos que hacen que aparezca zonas bajas de presión en la superficie de la mantilla. Se recomienda utilizar rascadores para eliminar grumos de tinta. • Rayar con la mano una guía lateral (marcador) en las placas provoca daños en la superficie, cualquier rebaba en la plancha daña las mantillas. Se recomienda tener los marcadores en la plantilla de imagen en el diseño. • No empaque demasiado la mantilla para aumentar la ganancia de punto. La presión excesiva envejece la mantilla y provoca rayas de presión ON y OFF en la impresión, las vibraciones amplificadas por la presión excesiva provocan marcas de rodillo y mantilla, afectando negativamente a la calidad de la impresión.
<p>Pernos, pines y guías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presión excesiva, lubricación insuficiente, vibraciones y contaminación causan fricción y fatiga entre los componentes provocando que se deformen o rompan. 	

Fuente: Elaboración en base a (Refacciones Gráficas del Norte, 2021) y (Joyful Printing, 2019)

Los rodillos y mantillas duran alrededor de un año, cuando según el proveedor deberían durar 2 años, lo que refleja deficiencias en el manejo, cuidado y mantenimiento de estos componentes.

5. PROPUESTA

5.1 Objetivo de la Propuesta

Diseñar una propuesta de mejora que incremente la productividad de Editorial Bruño S.R.L. mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing que permitan reducir los costos de materia prima, mano de obra y capital identificados en los capítulos anteriores.

5.2 Resumen de la Propuesta

- **Costos de materia prima:** Se busca reducir los costos de desperdicio de materia prima mediante la reducción de defectuosos durante la impresión y la reducción de materia prima obsoleta a través de:
 - ✚ Establecimiento de un método de verificación previo (Poka Yoke) en prensa que permita detectar con antelación posibles errores durante la impresión.
 - ✚ 5S que permita reducir la obsolescencia de papel y tapas de estanterías y almacén.
 - ✚ Control de inventarios (complementario) que permita un mejor control sobre los inventarios de tapas barnizadas, a fin de evitar la sobreproducción innecesaria de las mismas y su deterioro.
- **Costos de mano de obra:** Se busca reducir los costos de horas extras y contratación de operarios eventuales mediante el incremento de la capacidad del cuello de botella (compaginado) a través de:
 - ✚ Mejora del método de trabajo y establecimiento de metas en compaginado (en base al tiempo estándar del muestreo del trabajo) que evite el trabajo lento deliberado por los operarios y reduzca los retrasos evitables y personales identificados.
 - ✚ Balanceo de línea flexible que permita distribuir operarios con mayor holgura al cuello de botella, analizando la posibilidad de reducir el número de operarios.
 - ✚ Kanban (complementario) que permita mejorar la comunicación, seguimiento y control de los dos puntos anteriores.
- **Costos de capital:** Se busca reducir los costos de capital mediante un plan inicial de mantenimiento productivo total.

5.3 Desarrollo de la propuesta

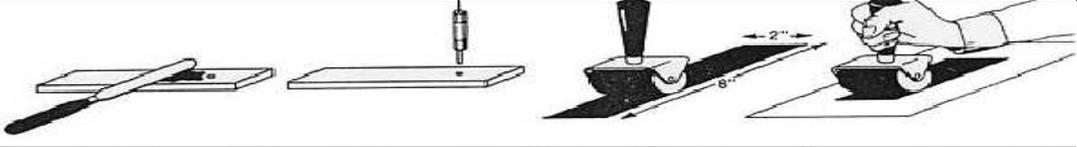
5.3.1 Materia Prima

5.3.1.1 Establecimiento de método de trabajo en prensa (Poka Yoke)

Para reducir los errores de impresión más frecuentes (tonos – imagen fantasma, fallas de registro y manchas - repinte) se propone:

- ✚ Uso de dispositivo Quick Peek para obtener un volumen definido de tinta, una espátula de acero para llenar la barra de medición y un rodillo para distribuir la tinta sobre el plato y realizar la prueba en el lugar.

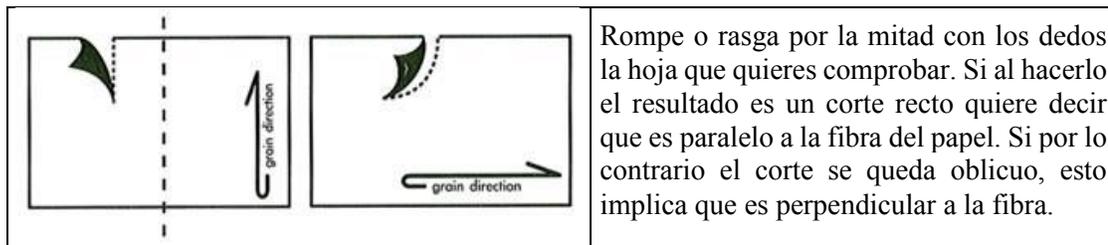
Tabla 16: Dispositivo Quick Peek

Quick Peek	Errores a prevenir																						
	<ul style="list-style-type: none"> • El prensista sabrá si el tono y color es el adecuado antes de poner la tinta en el cuerpo de la prensa. (Evitando errores por tonos y colores) • Proporciona la cantidad de tinta necesaria para el trabajo. (Evitando errores por repinte y tonos que puedan traspasar el papel – imagen fantasma), • Muestra las variaciones de color que sufre la tinta durante el secado. (Evitando errores de tonos al secar). • Anticipa las variaciones del papel en temas de nivel de blancura, tonalidad o brillo. (Evitando errores por tonos). 																						
Método de uso																							
																							
<p>Llene el orificio con tinta de acuerdo con la dosificación recomendada en la tabla. Nivele ambos lados de la barra de medición con la espátula.</p>	<p>Saque la tinta medida completamente del orificio; colóquela sobre el rodillo o sobre la plancha.</p>	<p>Con el rodillo aplique tinta sobre la plancha hasta obtener un cubrimiento</p>	<p>Aplique al rodillo entintado sobre el papel que va a usar. Use una presión firme y constante para obtener su impresión.</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="451 1585 685 1640">Papel</th> <th data-bbox="685 1585 873 1640">Película Delgada de Tinta</th> <th data-bbox="873 1585 1089 1640">Película Normal de Tinta</th> <th data-bbox="1089 1585 1291 1640">Película Cargada de Tinta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="451 1640 685 1680">No recubierto</td> <td data-bbox="685 1640 873 1680">1 orificio grande</td> <td data-bbox="873 1640 1089 1680">2 orificios pequeños</td> <td data-bbox="1089 1640 1291 1680">2 orificios grandes</td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 1680 685 1724">Bond, Vellum, Offset</td> <td data-bbox="685 1680 873 1724">1 orificio pequeño</td> <td data-bbox="873 1680 1089 1724">1 orificio grande</td> <td data-bbox="1089 1680 1291 1724">2 orificios pequeños</td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 1724 685 1774">Recubiertos esmaltados kromekote, couche mate, enameles</td> <td data-bbox="685 1724 873 1774">2 orificios pequeños</td> <td data-bbox="873 1724 1089 1774">2 orificios grandes</td> <td data-bbox="1089 1724 1291 1774">3 orificios grandes</td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 1774 685 1827">Tinta blanca opaca y colores opacos en papel no recubierto</td> <td data-bbox="685 1774 873 1827">1 orificio pequeño</td> <td data-bbox="873 1774 1089 1827">1 orificio grande</td> <td data-bbox="1089 1774 1291 1827">2 orificios pequeños</td> </tr> </tbody> </table>				Papel	Película Delgada de Tinta	Película Normal de Tinta	Película Cargada de Tinta	No recubierto	1 orificio grande	2 orificios pequeños	2 orificios grandes	Bond, Vellum, Offset	1 orificio pequeño	1 orificio grande	2 orificios pequeños	Recubiertos esmaltados kromekote, couche mate, enameles	2 orificios pequeños	2 orificios grandes	3 orificios grandes	Tinta blanca opaca y colores opacos en papel no recubierto	1 orificio pequeño	1 orificio grande	2 orificios pequeños
Papel	Película Delgada de Tinta	Película Normal de Tinta	Película Cargada de Tinta																				
No recubierto	1 orificio grande	2 orificios pequeños	2 orificios grandes																				
Bond, Vellum, Offset	1 orificio pequeño	1 orificio grande	2 orificios pequeños																				
Recubiertos esmaltados kromekote, couche mate, enameles	2 orificios pequeños	2 orificios grandes	3 orificios grandes																				
Tinta blanca opaca y colores opacos en papel no recubierto	1 orificio pequeño	1 orificio grande	2 orificios pequeños																				

Fuente: Elaboración en base a (Dahec, 2024)

- ✚ Verificar el ajuste de papel a las guías laterales de la prensa y verificar la dirección de la fibra del papel para evitar curvaturas o roturas en la impresión, colocando las fibras de manera paralela al eje de plegado y no perpendicular.

Tabla 17: Verificación de la dirección de la fibra de papel



Fuente: (Dahec, 2024)

5.3.1.2 Orden y Limpieza (5S)

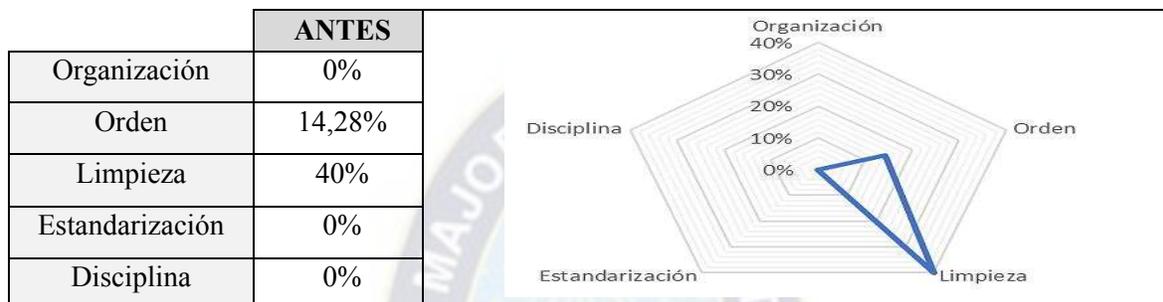
Ilustración 13: Ingreso a almacén



Fuente: (Bruño, 2024)

A través del Anexo 12 se realiza el diagnóstico inicial de 5S, dando como resultado la ilustración 13, donde se concluye que un aspecto importante a mejorar son las condiciones de orden y limpieza, ya que desorganización del almacén y de los espacios de trabajo provoca obsolescencia de papel y tapas que luego se deben desechar, representado pérdidas y costos de materia prima.

Ilustración 14: Grafico radial 5S



Fuente: Elaboración en base a Anexo 12

Esta propuesta será implementada en el siguiente capítulo. Por tanto, se propone:

- ✚ **SEIRI (CLASIFICAR):** 1. Eliminar objetos innecesarios del almacén y de las estaciones de trabajo. (pallets en mal estado, cajas, maderas, bolsas, empaques, maquinas obsoletas, entre otros). De esta manera también se logra eliminar los tiempos perdidos por desobstaculización de vías por parte de los operarios. 2. Liberar el espacio que ocupa la máquina obsoleta grande del almacén.
- ✚ **SEITON (ORDENAR):** 1. Asignar espacios para el papel, placas, repuestos, máquinas y herramientas que son necesarios. 2. Trasladar la prensa 1 del almacén a la planta.
- ✚ **SEISO (LIMPIAR):** 1. Retirar el polvo y la suciedad de las máquinas y de las áreas de trabajo reducirá la posibilidad de que el papel se vuelva obsoleto. 2. Definir un programa de limpieza semanal.
- ✚ **SEIKETSU (ESTANDARIZAR):** 1. Capacitar al personal acerca de la importancia de las 5S. 2. Incluir señalética de orden y limpieza. 3. Etiquetar las placas (identificando materia, curso, primaria o secundaria, tiras o retiras, tapas o páginas). Adicionalmente se debe ordenar el lugar de las placas en función a su tamaño y por orden alfabético, realizando la identificación de materias por colores. De esta manera también se logra eliminar los tiempos perdidos por búsqueda de placas.

Ilustración 15: Identificación de placas por colores y señalética

	C. SOCIALES
	C. NATURALES
	LENGUAJE, LITERATURA, COMUNICACION
	MUSICA, BIOLOGIA
	RELIGION
	MATEMATICA
	QUIMICA
	TAVO
	ARTES, ANATOMIA, FISICA
	CIVICA, GEOGRAFIA, GLOBALIZACION
	PSICOLOGIA, FILOSOFIA, LOGICA



Fuente: Elaboración en base a propuesta

✚ **SHITSUKE (DISCIPLINA):** Dar seguimiento a través de medios de verificación (check list).

5.3.1.3 Control de Inventarios (complementario)

La empresa solicitó el diseño de un registro de cotizaciones y cuentas en File Maker Pro ya que cuenta con la licencia de este software (diseño de aplicaciones). Por tanto, se decidió desarrollar (complementariamente) un registro de control de inventarios que incluya el registro de compras de materia prima, inventario en tiempo real de materia prima y tapas. Esta propuesta será implementada en el siguiente capítulo.

5.3.1.4 Resultados Esperados Propuesta de Materia Prima

De los 4365 Bs/mes descritos en la descripción del problema, se espera reducir el desperdicio de materia prima por papel obsoleto y errores de impresión al menos a la mitad. Por tanto, sobre los datos del 2023 se tendría:

$$\Pi_{MP} = \frac{Q_V}{Q_{MP}} = \frac{\text{Cantidad vendida}}{Q_{MP\ 2023} - Q_{DESPERDICIO\ DE\ MP/2}} = \frac{1514123}{243708 - 21825} = 6,824$$

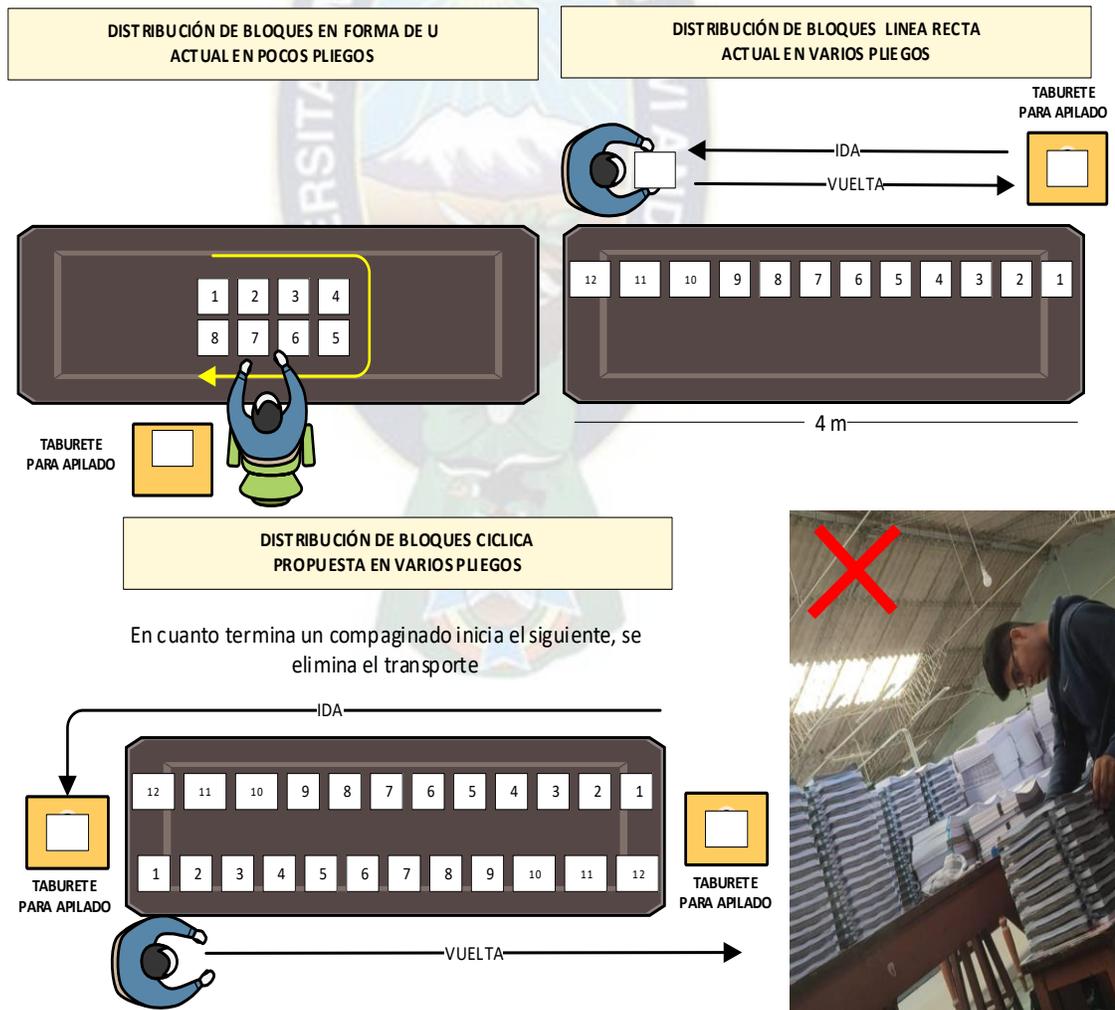
5.3.2 Mano de Obra

5.3.2.1 Establecimiento de metas en compaginado y mejora del método de trabajo

Para reducir los costos de horas extras y contratación de operarios eventuales mediante el incremento de la capacidad del cuello de botella (compaginado) se propone:

- Mejora del método de trabajo eliminando la verificación innecesaria del bloque apilado y mejorando la disposición de los pliegos a compaginar cuando se tiene un gran número de pliegos (representando la reducción de 1,41 hrs/día por retrasos evitables y 4 metros por cada unidad compaginada) de la siguiente forma:

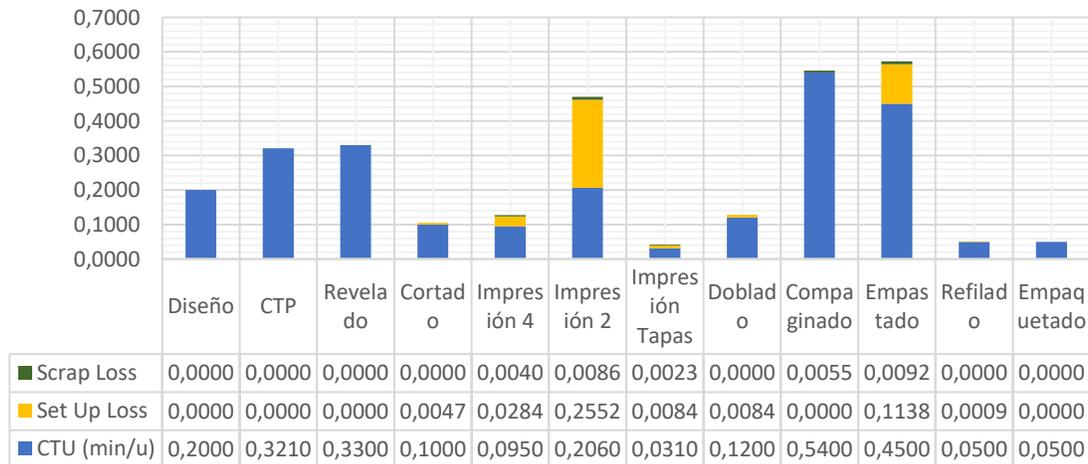
Ilustración 16: Distribución pliegos y verificación innecesaria de apilado



Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

- Asignación de metas en compaginado de 113 u/op – hora (promedio de 70 u/op – hora de muestreo del trabajo y 152 u/op – hora del estudio de tiempos). Lo que reduce el CTU de compaginado de 0,92 min/u a 0,53 min/u considerando únicamente un operario, ya que el Takt Time es de 0,79 min/u.

Ilustración 17: CTU vs TT con un compaginador trabajando a tiempo estándar



Fuente: Elaboración en base a la propuesta de mano de obra

Con la propuesta se eleva la restricción y se logra cumplir con la demanda mensual, estableciéndose el empastado como nuevo cuello de botella. (CTU empastado: 0,57 min/u).

5.3.2.2 Balanceo de Línea Flexible

Aunque la propuesta anterior permite cumplir con el Takt Time, se ha observado que algunos operarios tienen tiempos de inactividad significativos, lo que sugiere que podría haber mano de obra excedente. Por lo que un balanceo de línea podría asignar otros operarios al nuevo cuello de botella (empastado) liberando al gerente de manejar la empastadora y mejorando la distribución de tareas. Esto reduciría los tiempos de Set Up por múltiples calentamientos de la empastadora al día, igualando la capacidad de compaginado y empastado, y disminuyendo el inventario intermedio entre ambas operaciones a cantidades muy bajas. Por tanto se propone:

- Asignación del compaginador sobrante a la empastadora. De esta manera se reduce de 5 a 2 el número de Set Up/día de la empastadora y el gerente queda libre para actividades administrativas y de supervisión. Bajando el CTU del empastado a 0,53 min/u.

Ilustración 18: Balanceo de línea flexible

DEMANDA (u/día)	HRS/DIA TRABAJO	DEMANDA (u/hr)	OPERARIOS			EFICIENCIA INICIAL DE LA LINEA		
870	7,68	113	8			15,45%		
OPERACIÓN	TIEMPO ESTANDAR TE (min/u)	TIEMPO NECESARIO PARA CUMPLIR LA META TNCM (min)	NUMERO DE OPERARIOS TEORICO	MIN SOBREPANTES O FALTANTES	NOMBRES OPERARIOS	CANTIDAD ASIGNADA (u/hr)	CTU (min/u)	TIEMPO ESTANDAR PERMITIDO TEPF (min/u)
Diseño, revelado y CTP	0,25	28,32	0,47	32	Diseñador	113	0,53	0,53
Cortado	0,10	11,33	0,19	49	Cortador	113	0,53	0,53
Impresión 4	0,13	14,73	0,25	45	Prensista 4	113	0,53	0,53
Impresión 2	0,47	53,24	0,89	7	Prensista 2	113	0,53	0,53
Impresión 1	0,04	4,53	0,08	49	Prensista 1	113	0,53	0,53
Doblado	0,13	14,73	0,25	45	Doblador	113	0,53	0,53
Compaginado	0,53	60,04	1,00	0	Compaginador1	113	0,53	0,53
Empastado	0,53	60,04	1,00	0	Compaginador2	113	0,53	0,53
Refilado	0,05	5,66	0,09	43	Cortador	113		
Empaquetado	0,05	5,66	0,09	43	Prensista 1	113		
TOTAL	2,28	14,76	4,30				4,24	4,24
EFICIENCIA FINAL DE LA LINEA		TIEMPO OCIOSO			PRODUCTIVIDAD (u/op -hora)			
100,00%		0,00%			14,16			

Fuente: Elaboración en base a la propuesta de mano de obra

A través del balanceo de línea se observa que son necesarios solo 8 operarios, por lo que no es necesario que el gerente atienda la empastadora, asimismo, se identifica que existe un prensista sobrante, lo que representa costos de mano de obra innecesarios.

5.3.2.4 Resultados Esperados Propuesta de Mano de Obra

Tabla 18: Resultados esperados propuesta de mano de obra

	CTU Total	Cap. planta	Costos de horas extras y operarios eventuales	Operarios necesarios
Actual	0,86 min/u (compaginado)	501 u/día	17461 Bs/año	10
Esperado	0,53 min/u (empastado)	869 u/día	Ninguno	8

Fuente: Elaboración en base a la propuesta de mano de obra

Considerando la reducción del costo de horas extras y operarios eventuales en su totalidad, y la reducción de un prensista gracias al balanceo de línea, sobre los datos del 2023 se tendría:

$$\Pi_{MO} = \frac{Q_V}{Q_{MO}} = \frac{\text{Cantidad vendida}}{Q_{MO\ 2023} - Q_{OP.EVENTUALES\ Y\ HRS\ EXTRA} - Q_{PRENSISTA3}} = \frac{1514123}{532000 - 17461 - 65082} = 3,369$$

5.3.2.3 Kanban (complementario)

La empresa solicitó el diseño de un registro de cotizaciones y cuentas en File Maker Pro ya que cuenta con la licencia de este software (diseño de aplicaciones). Por tanto, se decidió desarrollar (complementariamente) un registro Kanban que mejore la comunicación, y permita un mejor seguimiento y control de los dos puntos anteriores. Esta propuesta será implementada en el siguiente capítulo.

5.3.3 Capital

5.3.3.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para reducir los costos de capital se busca reducir las compras de repuestos y el mantenimiento correctivo mediante el diseño de un plan de mantenimiento ([Anexo 13](#)) que consiste en:

- ✚ Mantenimiento autónomo en todas las máquinas de la empresa, el cual consiste en que los operarios realicen diariamente actividades no especializadas (inspección, limpieza, lubricación y ajustes menores), capacitando al personal en caso no tenga pleno conocimiento de alguna de las actividades asignadas al operario.
 - **Limpiar e inspeccionar el equipo:** Quitar la suciedad y contaminación de la máquina, lubricar, ajustar tornillos, encontrar y corregir errores.
 - **Eliminar fuentes de contaminación:** Quitar las fuentes de origen de la contaminación y suciedad, limpiar y lubricar las entradas de la máquina.
 - **Lubricar componentes y establecer estándares de limpieza y lubricación:** Programación de actividades de ajustes y lubricación.
 - **Tener inspecciones autónomas** mediante hojas de revisión estándar
 - **Establecer una administración y control visual de lugares de trabajo**
 - **Implementar una administración autónoma de equipos:** recopilar información del tiempo promedio entre fallas para después analizar los datos.
- ✚ Mantenimiento preventivo, poniendo atención a piezas críticas (rodillos, mantillas), se utilizará información del fabricante. Además se propone la creación de un registro de fallas que posteriormente sirva de guía para una mejor planificación del mantenimiento.
- ✚ Mantenimiento correctivo será llevado a cabo por la empresa Heidelberg.

5.3.3.2 Resultados Esperados Propuesta de Capital

A través de la aplicación del mantenimiento productivo total, se espera extender la vida útil de los rodillos y mantillas a la proporcionada por el fabricante, es decir reducir a la mitad los costos de rodillos y mantillas. Asimismo, se espera que el mantenimiento autónomo prevenga que pines, pernos y guías se rompan, por tanto, se espera reducir al menos un tercio de este costo. Por tanto, sobre los datos del 2023 se tendría:

$$\Pi_K = \frac{Q_V}{Q_K} = \frac{\text{Cantidad vendida}}{Q_{K2023} - Q_{PROPUESTA}} = \frac{1514123}{136842 - 9513 - 2023 - 5133} = 12,6$$

5.4 Productividad Esperada

Utilizando el Anexo 1, se eliminan los costos que pueden ser evitados en función a la propuesta (121037 Bs evitables en 2023), de esta manera se concluye que, si la empresa hubiera implementado estas herramientas en 2023, su productividad para ese año sería de 1,865:

Tabla 19: Comparación productividad 2023 sin y con Lean Manufacturing

ITEM	2023 (actual)	2023 (Lean Manufacturing)
Productividad de MP	6,213	6,824
Productividad de MO	2,846	3,369
Productividad de K	11,064	12,6
Productividad de S	74,076	74,076
Productividad Total	1,623	1,865

Fuente: Elaboración en base al Anexo 1 y propuesta

5.5 Evaluación Financiera de la Propuesta

A continuación se detalla los ingresos, costos e inversiones de la propuesta:

Tabla 20: Ingresos, costos e inversiones de la propuesta

INGRESOS	
Descripción	Monto (Bs)
Ingreso por reducción de costo de operarios eventuales y horas extras	17461 Bs/año
Ingreso por reducción del costo de desperdicio de materia prima	2182 Bs/mes
Ingreso por reducción de un prensista	5482 Bs/mes
Ingreso por reducción de costo de repuestos	16669 Bs/año
COSTOS	

Costo de indemnización operario (sueldo 5482 * 5 años (quinquenio))	27410 Bs
5S (20 bolsas de 140 lt (45 Bs), 20 bolsas de 60 lt (9 Bs), respirador (250 Bs), guantes (20 Bs) y ropa de trabajo (100 Bs)	424 Bs
Acceso hasta 20 operarios a la aplicación de File Maker Pro. (la empresa ya contaba con la licencia de desarrollador donde se diseñó la aplicación).	418 Bs/mes
INVERSIONES	
Capacitación mantenimiento autónomo y 5S (9 operarios)	2700 Bs
Mantenimiento preventivo prensas 1 y 2	7500 Bs/año
3 Dispositivo Quick Peek (2500 Bs/kit)	3500 Bs

Fuente: Elaboración en base a la propuesta

Evaluando a un año con un costo de oportunidad del 12% anual (1% tasa mensual):

Tabla 21: Flujo de Caja para la Implementación

	0	1 Ene	2 Feb	3 Mar	4 Abril	5 May	6 Jun	7 Jul	8 Ago	9 Sep	10 Oct	11 Nov	12 Dic
Ingreso por reduccion costos op. Eventuales		1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	
Ingreso por reduccion de prensista		5482	5482	5482	5482	5482	5482	5482	5482	5482	5482	5482	5482
Ingreso por reduccion de desperdicio MP		2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	
Ingreso por reduccion de costo repuestos		1515	1515	1515	1515	1515	1515	1515	1515	1515	1515	1515	
Total Ingresos		9179	10766	10766	10766	10766	10766	10766	10766	10766	10766	10766	5482
Indemnización		27410											
5S		424											
Accesos		418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418
Total Costos		28252	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418
Utilidad Bruta		-19073	10348	10348	10348	10348	10348	10348	10348	10348	10348	10348	5064
IUE		0	2587	2587	2587	2587	2587	2587	2587	2587	2587	2587	1266
Utilidad Neta		-19703	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	3798
Capacitación	-2700												
Mantenimiento preventivo	-7500												
Quick Peek	-7500												
Flujo Neto	-17700	-19703	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	7761	3798
El proyecto es RENTABLE													
VAN				TIR				B/C					
39565				15,20%				2,30					

Fuente: Elaboración en base (Bruño, 2024)

6. IMPLEMENTACIÓN

6.1 Objetivos de la Implementación

- Implementar 5S dentro de la empresa a fin de reducir el desperdicio de papel por obsolescencia. (Con su aplicación se mejora también: la imagen de la empresa hacia los clientes, el flujo de trabajo y las condiciones laborales del personal).
- Diseñar una aplicación en File Maker Pro que contemple los módulos de registro de compras de materia prima, inventario actualizado, ordenes de pedido, ingresos y costos de producción, visualización de tarjetas y tablero Kanban.

6.2 Desarrollo de la Implementación

6.2.1 Implementación de 5S

Durante la última gestión la empresa realizó la implementación de la prensa Offset de 6 cuerpos, lo que generó gran movimiento de componentes eléctricos y piezas mecánicas para el armado, dicha situación empeoró las carencias de orden y limpieza que ya se registraban en gestiones anteriores.

Ilustración 19: Piezas y máquinas innecesarias en el almacén



Fuente: (Bruño, 2024)

Ilustración 20: Piezas y repuestos innecesarios en planta



Fuente: (Bruño, 2024)

Se observa:

- Gran cantidad de repuestos y materiales de desecho que fueron guardados indiscriminadamente en el almacén.
- Presencia de objetos innecesarios u obsoletos (cartones, bolsas, papel en mal estado, empaques, trapos, envases vacíos, bidones, maderas, venestas, pallets en mal estado, repuestos, cables, ropa, entre otros) que provocan pérdida de espacio y pérdida de herramientas, material y productos intermedios, obsolescencia, insalubridad (presencia de vectores) e insatisfacción en los operarios.
- Presencia de una máquina obsoleta de más de 15 metros de largo, a la cual se le había desmantelado los componentes eléctricos, quedando únicamente piezas mecánicas y estructuras de gran peso. (Esta situación genera una fuente de peligro constante para los operarios que deben ir en busca de papel, placas u otros insumos).
- La desorganización del almacén provocó la pérdida y obsolescencia de muchos materiales y herramientas, derivando en costos de materia prima y tiempos perdidos por la búsqueda de materiales y herramientas. Además, generó la manipulación innecesaria de material por parte de los operarios, que ante la falta de espacio empezaron a obstaculizar las vías de tránsito del área de producción.
- La implementación de la prensa 6 derivó en el traslado temporal de la prensa 1 al almacén, sin embargo, a meses de concluida su implementación, aun no se había

realizado el traslado de la prensa 1 a planta por falta de espacio debido a la desorganización, lo que genera que el prensista 1 deba trabajar en malas condiciones dentro el almacén.

Ilustración 21: Estación de trabajo de la prensa 1



Fuente: (Bruño, 2024)

La implementación (clasificar, ordenar y limpiar) se llevó a cabo de la siguiente manera:

- ✚ Se contactó al dueño de la máquina obsoleta y se solicitó su autorización para realizar el deshuese y chatarreo del mismo. (Ilustración 22).
- ✚ Se inició en la parte posterior del almacén donde se guarda papel en pallets, la transitabilidad era complicada ocasionando perjuicios para los operarios. (Se encontraron trapos, papel en desuso, cartones de todo tamaño, envases de plástico, bolsas, paquetes de papel vacíos, repuestos, entre otros). Además, el área se encontraba con mucho polvo, por lo que se procedió a su limpieza. (Ilustración 23).
- ✚ Después de realizar la clasificación de objetos necesarios y separarlos de los innecesarios, se apiló de mejor forma los papeles de los pallets (cada pallet pertenecía a un cliente diferente) despejando la vía de acceso para que el cliente o el operario de cortado pueda transitar libremente a pie o con desplazadores y grúa, situación que antes de la implementación era complicada.

Ilustración 22: Almacén después de extracción de máquina obsoleta



Ilustración 23: Antes y después parte posterior derecha del almacén



Fuente: (Bruño, 2024)

- ✚ Se prosiguió con la parte posterior izquierda, en la cual se encontraron paquetes de hojas obsoletas de hace más de 30 años, los mismos se encontraban amarillentos, rotos o con mucho polvo, por lo que fueron desechados. (Ilustración 24).

Ilustración 24: Antes y después parte posterior izquierda almacén



Fuente: (Bruño, 2024)

- ✚ Se prosiguió con el reacomodo de un equipo que perjudicaba el paso hacia las placas, destinándola a un lugar el cual se designó como el área de piezas de recambio e inventario de repuestos. (Ilustración 25):

Ilustración 25: Traslado de equipo a área designada para repuestos



Fuente: (Bruño, 2024)

- ✚ Se prosiguió en la estación de la prensa 1, ya que se encontraba funcionando en el almacén a raíz de la falta de espacio en planta. Esta estación conjuntamente con el almacén fueron las áreas más críticas de la implementación. Se encontró presencia de roedores en la mesa de trabajo del operario poniendo en riesgo su salud.

Ilustración 26: Antes estación de la prensa 1



Fuente: (Bruño, 2024)

- ✚ Se decidió trasladar la prensa 1 a planta (después de liberar el espacio detrás de la prensa 2), quedando el almacén más libre y ordenado. Se aprovechó el espacio liberado en estantes para clasificar las placas de las películas antiguas, asignando ese estante para los retazos de papel que se revenden y para las películas que se van a reciclar (cartulinas rojas, amarillas y naranjas) (Ilustración 27):

Ilustración 27: Antes y después estación de la prensa 1



Fuente: (Bruño, 2024)

- ✚ Se prosiguió con el área de perforado que también se encontraba en el almacén (no se utiliza con mucha frecuencia), en este caso se encontró bastante papel cortado para reventa que por las malas condiciones de almacenaje se deterioraron, ocupando espacio innecesariamente. (Ilustración 28):

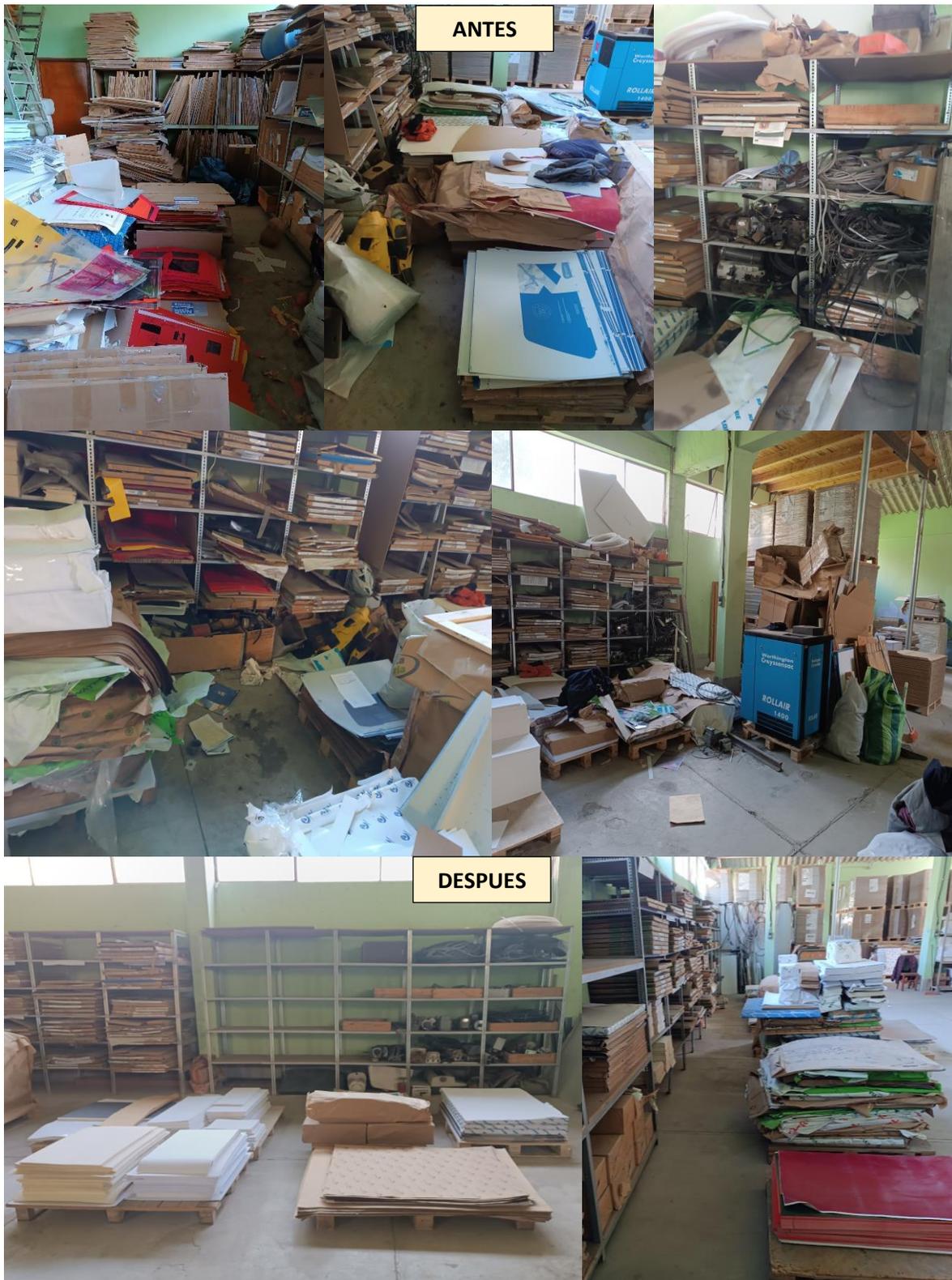
Ilustración 28: Antes y después estación de perforado



Fuente: (Bruño, 2024)

- ✚ Se prosiguió con el área de placas dentro el almacén, donde se observó los riesgos por los cuales pasaban los operarios para llevar una placa a su estación. Además, se realizó la separación de placas distinguiéndolas de las películas antiguas, eliminando los paquetes de placas vacíos y todo objeto que no fuera necesario. (Ilustración 29). Conjuntamente se prosiguió a ordenar los repuestos dispuestos por las vías de tránsito a cajas de madera que fueron colocados en los estantes.
- ✚ De esta manera se cumple las primeras 3S (clasificar, ordenar y limpiar) en todos los espacios del almacén dando como resultado la ilustración 30:

Ilustración 29: Antes y después área de placas almacén



Fuente: (Bruño, 2024)

Ilustración 30: Almacén con las primeras 3S implementadas



Fuente: (Bruño, 2024)

La implementación de (estandarizar y disciplina) se llevó a cabo de la siguiente manera:

- ✚ Se realizó la identificación con nombres de las placas (etiquetas impresas) y la asignación del código de color descrito en la propuesta (en función a materias pintado con acuarelas), de esta forma el operario identifica la placa rápidamente.
- ✚ Además, se instaló letreros (mantenga ordenado y limpio), a fin de recordar a los operarios mantener las 5S. (Ilustración 31).

La implementación de 5S en almacén conlleva a que los operarios se sintieran más cómodos y los coacciono a que empezaran a tener prácticas de orden por sí mismos.

Ilustración 31: Identificación de placas con códigos de color y letreros



Fuente: (Bruño, 2024)

✚ Se prosiguió de la misma forma con las demás operaciones, dando como resultado:

Ilustración 32: Compaginado después de implementación de 5S



Fuente: (Bruño, 2024)

Ilustración 33: Cortado antes y después de implementación de 5S

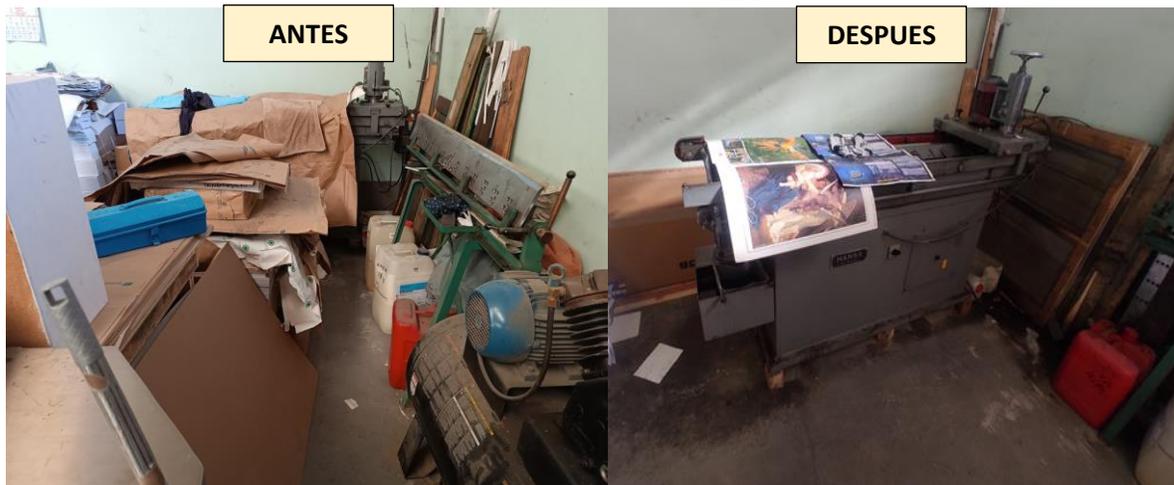


Ilustración 34: CTP y revelado después de implementación de 5S



Ilustración 35: Diseño y prensa 4 después de implementación de 5S



Fuente: (Bruño, 2024)

A través del [Anexo 14](#) se realiza el diagnóstico después de implementar las 5S, dando como resultado la ilustración 36, donde se observa que se lograron incremento de los estándares de organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Ilustración 36: Grafico radial 5S



Fuente: Elaboración en base a Anexo 14

Ilustración 37: Antes y después de la implementación de 5S almacén



Fuente: (Bruño, 2024)

Finalmente, se debe realizar capacitaciones al personal en temas de orden y limpieza, a fin de reforzar el tema y crear una cultura de cambio. Diapositivas en el [Anexo 15](#).

6.2.2 Desarrollo de un Sistema de Control de Inventarios (Tablero y Tarjetas Kanban)

Ante la necesidad de llevar un mejor control sobre los inventarios de materia prima, productos en proceso (tapas) y productos terminados se realizó el desarrollo de una aplicación en File Maker Pro (software de desarrollo de aplicaciones para Windows o Mac que puede vincularse con otros usuarios a través de celular), la cual incluye los módulos descritos a continuación:

6.2.2.1 Interfaz Principal

- Se configuró las credenciales de acceso con contraseñas, estableciendo los siguientes usuarios: Administrador (privilegios de desarrollador), Hno. Andrés (privilegios de solo entrada de datos, acceso a todos los módulos), Personal (privilegios de solo entrada de datos, acceso únicamente al módulo de Tablero y Tarjetas Kanban), Invitado (privilegios de solo lectura, acceso únicamente al módulo de Tablero y Tarjetas Kanban).

Ilustración 38: Configuración de credenciales y privilegios de acceso

The image shows three overlapping windows from the FileMaker Pro security configuration interface:

- Top Window:** Login screen for "BRUÑO VERSION FINAL". It includes fields for "Nombre de cuenta:" (Administrador) and "Contraseña:" (masked with dots). There is a checkbox for "Guardar contraseña en el administrador de credenciales" and buttons for "Iniciar sesión como invitado", "Iniciar sesión", and "Cancelar".
- Middle Window:** "Administrar seguridad de 'BRUÑO VERSION FINAL'". It shows the authentication method set to "Archivo FileMaker o servidor externo". Below is a table of users:

Prioridad	Activa	Tipo	Nombre	Conjunto de privilegios	Descripción
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Archivo FileMaker	[Invitado]	[Acceso de sólo lectura]	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Archivo FileMaker	Administrador	[Acceso total]	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Archivo FileMaker	Andres	[Sólo entrada de datos]	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Archivo FileMaker	Personal	(Personal)	

- Bottom Window:** "Privilegios de presentación personalizados". It shows a table of presentation privileges:

Nombre de presentac:	Nombre de carpel	Presentación	Registros	Tabla asociada
COTIZACIÓN		sin acceso	sin acceso	PEDIDOS TAB...
REPORTE CLIENTES		sin acceso	sin acceso	PEDIDOS TAB...
CUENTAS PLACAS		sin acceso	sin acceso	CUENTAS PLA...
CUENTAS IMPRE...		sin acceso	sin acceso	CUENTAS IMP...
INVENTARIO		sin acceso	sin acceso	INVENTARIO
DISEÑO, REVELA...		sólo vista	modificable	MENU
Kanban Configur...	Kanban	sin acceso	sin acceso	Kanban
KanbanSampleD...	Kanban	sólo vista	modificable	KanbanSampl...
[Cualquier presen...		sin acceso	sin acceso	

Fuente: Elaboración en File Maker Pro

- Se configuró a través de scripts y botones la barra de menú en la parte superior de todos los módulos, para poder desplazarse fácilmente entre ellos.

Ilustración 39: Barra de menú

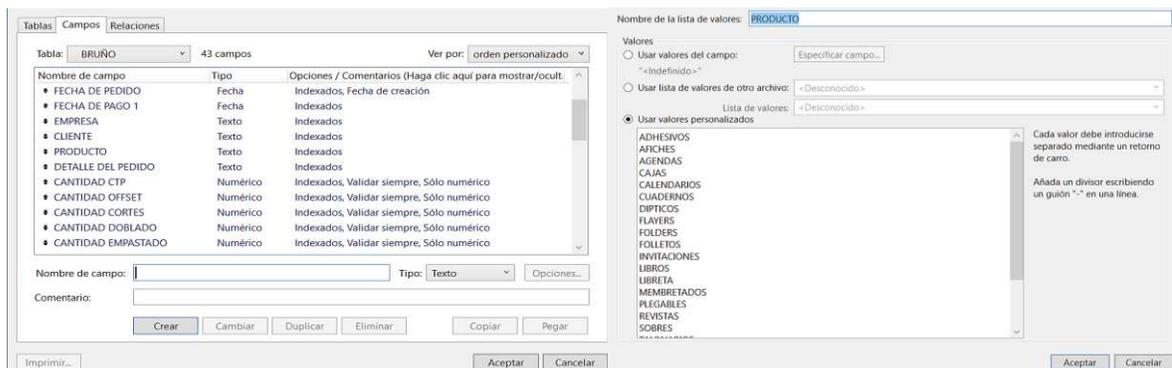


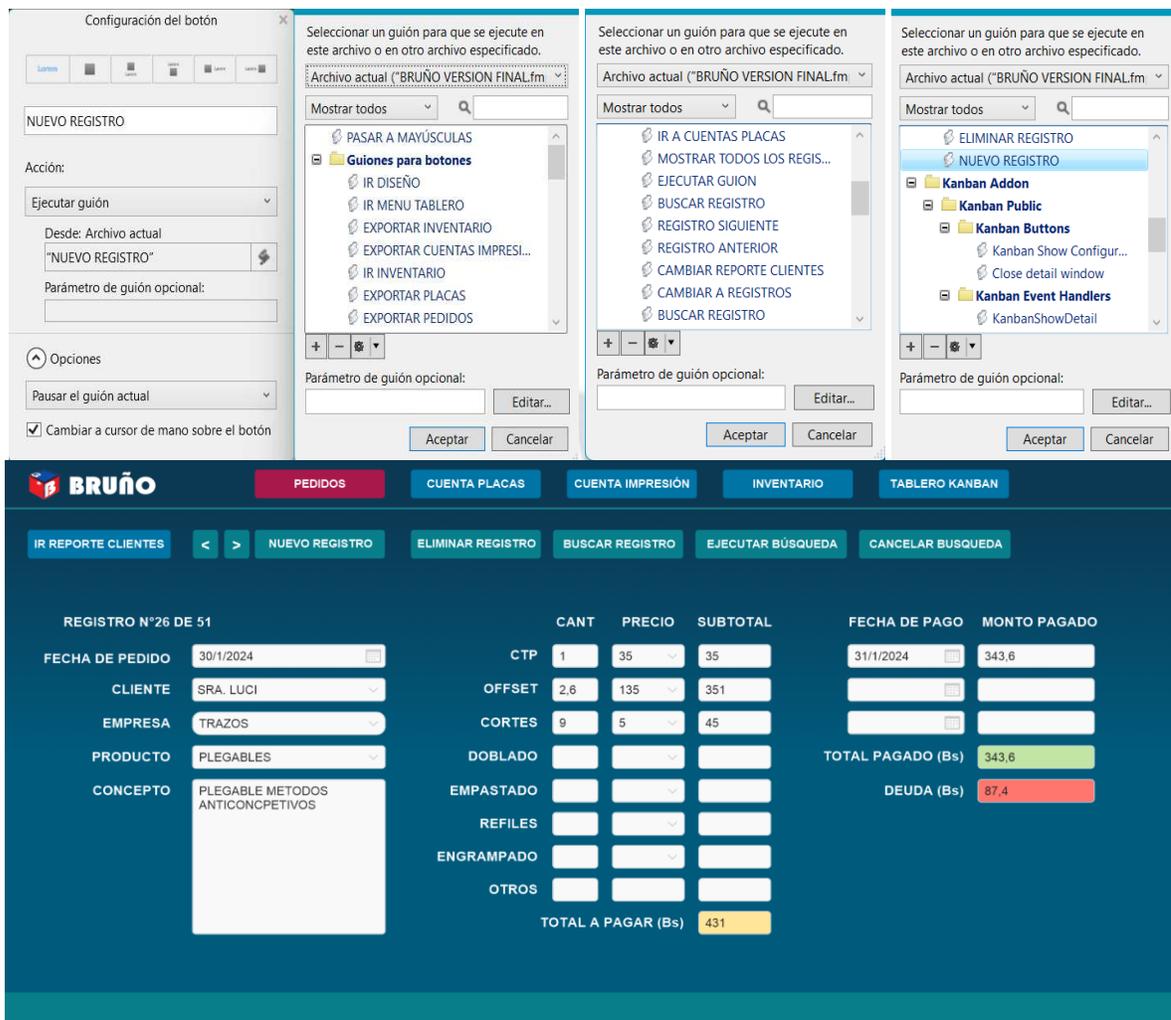
Fuente: Elaboración en File Maker Pro

6.2.2.2 Registro de Nuevo Pedido

- Se configuró scripts y botones que permiten crear un nuevo registro, eliminar un registro, desplazarse entre registros, realizar la búsqueda de algún campo en específico y redireccionar al Reporte de Clientes.
- Se configuró los campos a ser llenados por el usuario, indexándolos para generar reportes después.
- Se configuró listas desplegables para que sea más fácil seleccionar un cliente, la empresa y el tipo de producto.
- Se configuro para que todos los campos se visualicen y guarden en mayúsculas, por más que el usuario introduzca los valores en minúsculas.
- Se configuró campos de cálculo para la suma automática de los subtotales de cada proceso y el monto total del pedido. (cuadro amarillo)
- Se configuró hasta 3 fechas de pago, donde de manera automática se van sumando y descontando del monto a pagar. (La casilla de deuda se pondrá en rojo cuando el cliente aún no ha terminado de pagar el pedido).

Ilustración 40: Configuración de registro de pedidos

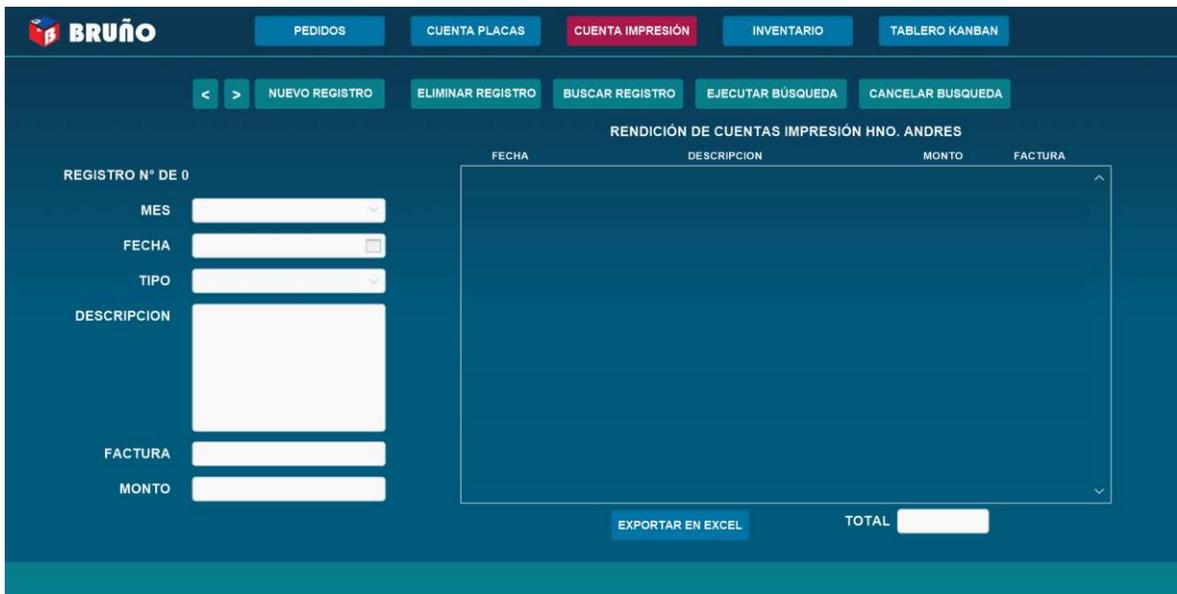




Fuente: Elaboración en File Maker Pro

6.2.2.3 Reporte de Clientes

- Se configuró a través de un portal para que los registros añadidos puedan ser visualizados en lista, donde se puede filtrar por tipo de cliente, empresa, producto, deuda, etc. Además se marcan automáticamente de rojo las deudas de los clientes por pedido.
- Se configuró campos de cálculo para la suma automática del total contratado por todos los clientes o por algún cliente en específico, el total de la deuda y el total pagado. (Para ver un registro en específico solo se debe hacer click en el registro que se desea ver y volver a la pestaña de Pedidos, ahí se mostrara el registro solicitado).
- Se configuro el script y el botón para exportar la información mostrada en el portal a Excel.

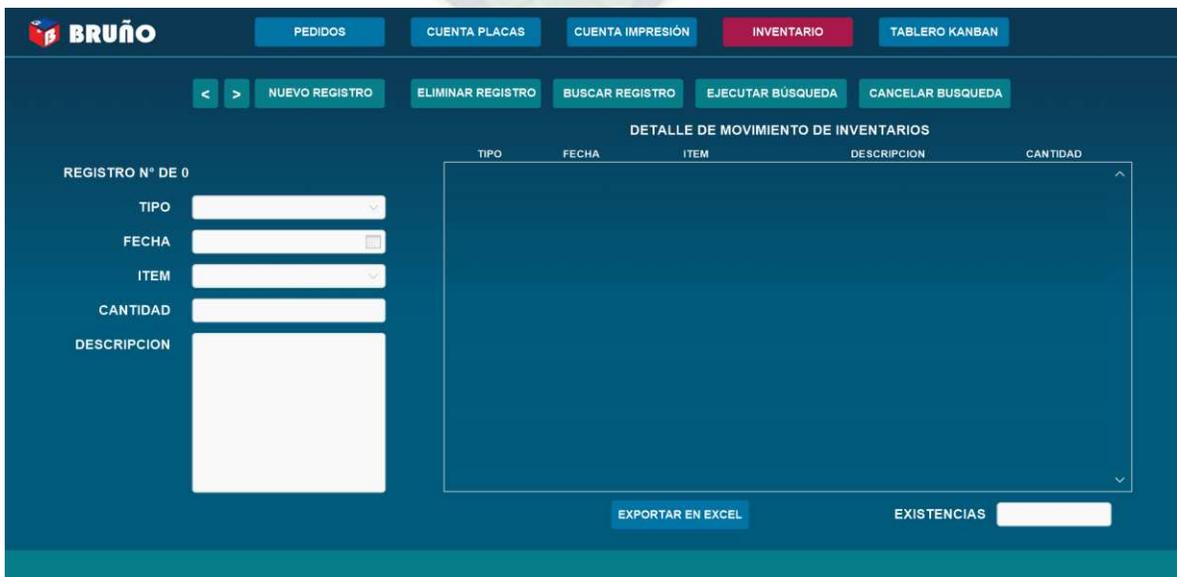


Fuente: Elaboración en File Maker Pro

6.2.2.5 Registro de Control de Inventario

- Se configuró de la misma manera que el registro de cuentas placas y cuentas impresión, donde en el portal se mostrara los movimientos de inventario, y en la parte inferior la existencia actualizada del ítem buscado, asimismo, se puede exportar a Excel los datos del portal:

Ilustración 43: Registro de inventarios

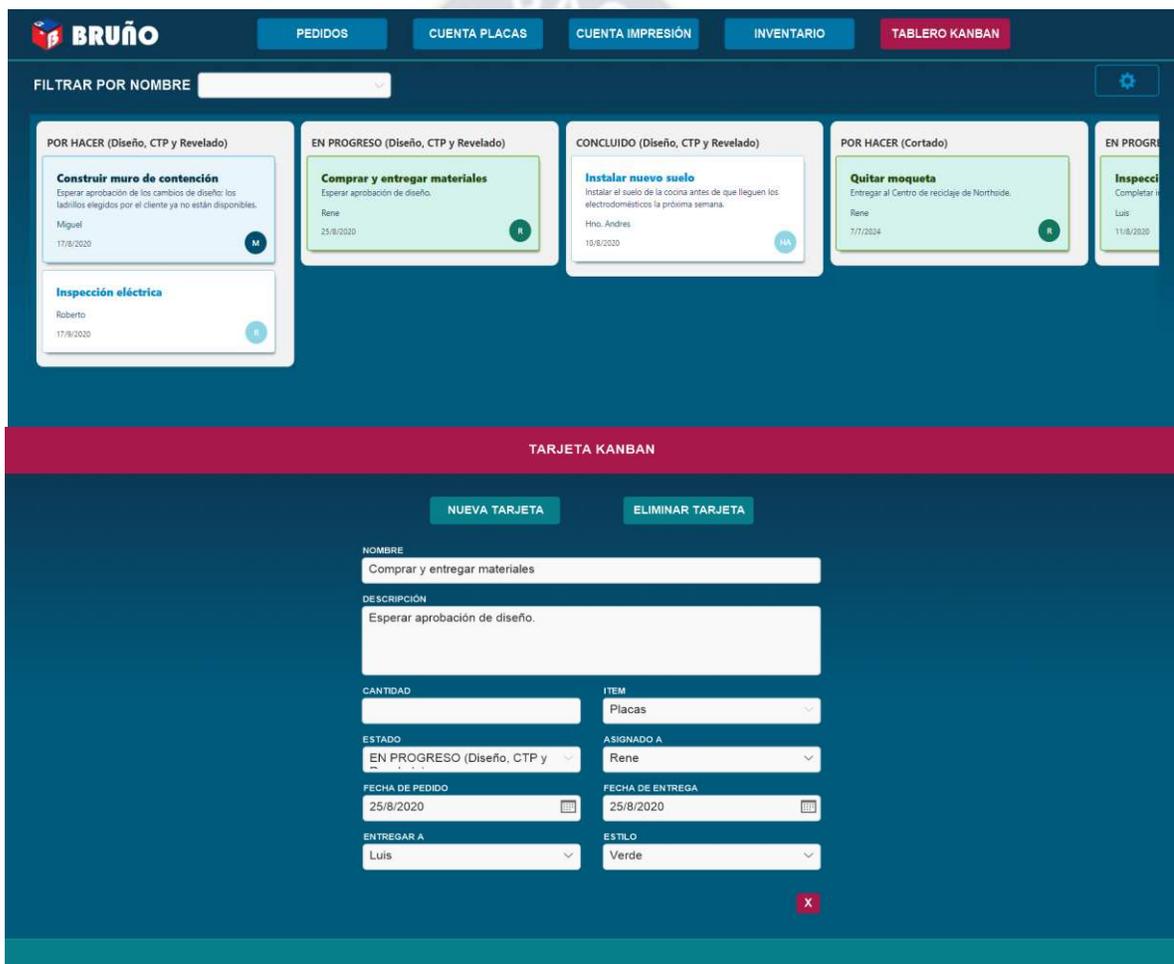


Fuente: Elaboración en File Maker Pro

6.2.2.6 Tarjetas y Tablero Kanban

- Se configuró el Tablero Kanban, donde se presentan 3 columnas para cada estación (Por hacer, en progreso y concluido), se puede añadir nuevas tarjetas y colocarles un color según lo que se quiera comunicar, se puede mover de una columna a otra en función de cómo va el pedido o la situación.
- Se configuró para que se puedan filtrar las actividades según el nombre del operario.

Ilustración 44: Tablero y tarjetas Kanban



Fuente: Elaboración en File Maker Pro

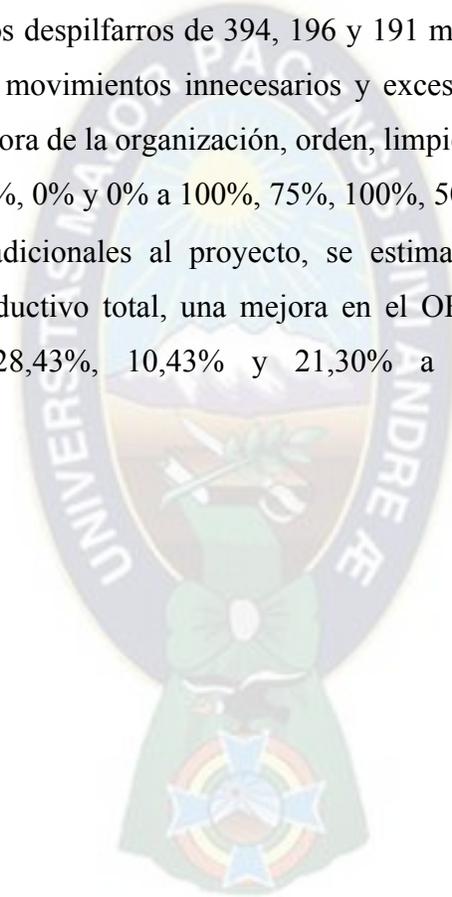
- Haciendo click sobre cualquiera de las notas del Tablero Kanban, se despliega un cuadro perteneciente a la Tarjeta Kanban.
- Se configuró scripts para crear una nueva tarjeta, eliminar alguna tarjeta y volver al tablero Kanban. Además de los campos respectivos con listas desplegables.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se estableció un método de verificación previo de la tinta/papel (Poka Yoke) mediante la utilización del dispositivo Quick Peek, el cual prevé errores en la tonalidad y manchas por repinte, además de la verificación de las fibras de papel y el ajuste de las guías en prensa para evitar errores de registro. Adicionalmente se implementó 5S con el fin de reducir la obsolescencia de papel dentro el almacén y las áreas de trabajo, mejorar la imagen de la empresa y mejorar las condiciones de seguridad del personal. Y, complementariamente se implementó una aplicación diseñada en File Maker Pro, misma que permitirá un mejor control sobre los inventarios de tapas barnizadas, a fin de evitar la sobreproducción innecesaria de las mismas y su deterioro. Mediante la propuesta se espera reducir el desperdicio de materia prima por papel obsoleto y errores de impresión al menos a la mitad (21825 Bs/año).
- Se estableció la meta por operario de compaginado en 113 u/op – hora, y un mejor método de trabajo mediante la eliminación de la verificación innecesaria del bloque apilado y la disposición de pliegos, a fin de evitar el trabajo lento deliberado que derive en retrasos en esta operación. Adicionalmente, se realizó el balanceo de línea flexible el cual determinó que el compaginador sobrante debe ir a la empastadora, liberando al gerente para realizar actividades administrativas y de supervisión, asimismo determinó que bajo las condiciones actuales solo son necesarios 3 de 4 prensistas. Y, complementariamente se incorporó a la aplicación diseñada un módulo de Kanban que mejore la comunicación, y permita un mejor seguimiento y control de los operarios. Mediante la propuesta se espera reducir en su totalidad los costos de horas extras y operarios eventuales (17461 Bs/año), además de la reducción de los costos de mano de obra asociados al prensista 3 (65082 Bs/año).
- Se estableció un plan de mantenimiento inicial, que incluye mantenimiento autónomo realizado por los operarios (requerimiento de limpieza, inspección y electrónica básica), preventivo y correctivo (realizado por técnicos). Además, la elaboración del registro de Hoja de Vida de cada máquina para establecer un historial acerca de los costos, repuestos, y posibles fallas que permitan establecer un mejor plan de mantenimiento a

futuro. Mediante la propuesta se espera prevenir el desgaste prematuro de los componentes de mayor incidencia, y reducir un tercio de este costo (16669 Bs/año).

- La evaluación económica de la propuesta determino que esta es rentable (VAN: 39565, TIR: 15,20% y R B/C: 2,30). Estimándose mediante la aplicación de la propuesta un crecimiento de la productividad total de 1,623 a 1,865, tomando como referencia los datos del 2023.
- Como resultados adicionales al proyecto, se obtuvo a través de la implementación de 5S, una reducción de los despilfarros de 394, 196 y 191 min a 162, 29 y 122 min para los tiempos de espera, movimientos innecesarios y excesivo transporte respectivamente. Además de una mejora de la organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina de 0%, 14,28%, 40%, 0% y 0% a 100%, 75%, 100%, 50% y 75% respectivamente.
- Como resultados adicionales al proyecto, se estima a través de la aplicación de mantenimiento productivo total, una mejora en el OEE de la guillotina, prensa 2 y empastadora de 28,43%, 10,43% y 21,30% a 33,91%, 20,87% y 37,03% respectivamente.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Bruño. (2023). (O. F. Morales, Entrevistador)
- Bruño. (2024). (O. F. Morales, Entrevistador)
- Bruño. (2024). *Librería Bio-Arqui - Editorial Bruño Tarija*. Obtenido de Librería Bio-Arqui - Editorial Bruño Tarija: https://www.facebook.com/libreriabioarqui/?locale=es_LA
- Carpio, E. (24 de Enero de 2022). La industria gráfica se queda sin papel y otros insumos. *Activos Bolivia*, pág. 5.
- Cuatrecasas, L. (2009). *Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible*. Barcelona: Bresca Editorial, S.L.
- Dahec, I. (2024). *Quick Peek Equipo para pruebas de color*. Obtenido de Dahec, Instrumentacion: <https://www.dahecinstrument.com/producto/quick-peek-equipo-para-pruebas-de-color-tintas-offset-px-085-100-q1000/>
- EFE. (23 de Abril de 2021). Lectores bolivianos prefieren adquirir libros por internet o redes sociales,. *Opinion, Diario de Circulación Nacional*, pág. 5.
- Gallego, S. (1993). *La Salle en Bolivia*. La Paz: Bruño.
- Ingeniería Industrial UMSA. (2015). *Plan de estudios*. La Paz.
- Instituto Nacional de Estadística. (2015). *Número de unidades económicas por actividad*. Obtenido de <https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/mapaUE.php#>
- Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2013). *Guía práctica de prevención de riesgos laborales en impresión offset tradicional*. Madrid: Comunidad de Madrid. Obtenido de http://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2014/10/prl_artes_graficas.pdf
- Joyful Printing. (2019). *Joyful Printing*. Obtenido de Fallas comunes y eliminación de las prensas: <https://es.joyful-printing.net/info/common-faults-and-elimination-of-heidelberg-of-34022581.html>
- La Razón. (2023). Editorial del Estado aumenta ventas de Bs 89 MM a 127 MM. Obtenido de <https://www.la-razon.com/la-revista/2023/01/01/editorial-del-estado-aumenta-ventas-de-bs-89-mm-a-127-mm/>
- Ministerio de la Presidencia. (2023). Editorial del Estado y la UMSA acuerdan realizar publicaciones de proyectos de investigaciones. Obtenido de

<https://www.presidencia.gob.bo/index.php/prensa/noticias/1813-editorial-del-estado-y-la-umsa-acuerdan-realizar-publicaciones-de-proyectos-de-inve>

OIT. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra.

Refacciones Gráficas del Norte. (2021). *5 Tips Para el Cuidado y Mantenimiento de los Rodillos de Impresión Offset*. Obtenido de Refacciones gráficas del norte:

<https://refaccionesgraficasdelnorte.com/5-tips-para-el-cuidado-y-mantenimiento-de-los-rodillos-de-impresion-offset/>

Villaseñor Contreras, A. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

9. ANEXOS

Anexo 1: Calculo de Productividad de MP, MO, K, S, Total e IGP

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL								
ANEXO 1 – PRODUCTIVIDAD DE MP, MO, K, S, TOTAL e IGP								
Con los datos proporcionados por la empresa y la venta a 12600 estudiantes a nivel nacional								
ITEM	2020	2021	2022	2023				
Cantidad vendida	1298902	1446819	1572012	1514123				
Costo de materia prima	186457	204357	289278	243708				
Costo de mano de obra	465439	462859	497218	532000				
Costo de capital	59404	105626	227975	136842				
Costo de servicios	16122	20965	24675	20440				
Indicadores de productividad de materia prima, mano de obra, capital, servicios y prod. Total:								
$\Pi_{MP} = \frac{\text{Cantidad vendida}}{\text{Costo de Materia Prima}} = \frac{Q_V}{Q_{MP}} \quad \Pi_{MO} = \frac{\text{Cantidad vendida}}{\text{Costo de Mano de obra}} = \frac{Q_V}{Q_{MO}}$ $\Pi_K = \frac{\text{Cantidad vendida}}{\text{Costo de Capital}} = \frac{Q_V}{Q_K} \quad \Pi_S = \frac{\text{Cantidad vendida}}{\text{Costo de Servicios}} = \frac{Q_V}{Q_S} \quad \Pi_T = \frac{Q_V}{Q_{MP} + Q_{MO} + Q_K + Q_S}$								
ITEM	2020	2021	2022	2023				
Productividad de MP	6,966	7,080	5,434	6,213				
Productividad de MO	2,791	3,126	3,162	2,846				
Productividad de K	21,865	13,697	6,896	11,064				
Productividad de S	80,567	69,011	63,709	74,076				
Productividad Total	1,786	1,823	1,513	1,623				
Realizando la Asignación de Costos para el cálculo del IGP:								
$IGP = \Pi_{MP} * \%_{MP} + \Pi_{MO} * \%_{MO} + \Pi_K * \%_K + \Pi_S * \%_S$								
ITEM	2020		2021		2022		2023	
	Bs	%	Bs	%	Bs	%	Bs	%
MP	186457	25,63%	204357	25,74%	289278	27,84%	243708	26,12%
MO	465439	63,98%	462859	58,31%	497218	47,85%	532000	57,02%
K	59404	8,17%	105626	13,31%	227975	21,94%	136842	14,67%
S	16122	2,22%	20965	2,64%	24675	2,37%	20440	2,19%
Total	727422		793807		1039146		932990	
IGP	7,142		7,291		6,051		6,491	

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

Anexo 2: Datos introducidos a Flexsim

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL																		
ANEXO 2 – DATOS INTRODUCIDOS A FLEXSIM																		
Ítem Type	Llegada (min)	Cant (placas)	Enviar al puerto 1 diseño 2 directo	Diseño en función al tipo de placa (min)	CTP (min)	Revelado (min)	Mandar a prensa	Mandar al puerto 1 prensa 1 2 prensa 2 3 prensa 4	Cambios de formato necesarios a full color para el pedido	Set up según tipo de prensa (min/cambio)	Tirajes a realizar	min/tiraje según prensa	Enviar al puerto 1 doblado 2 refilado	Dividir entre cada 10 pliegos	Enviar al puerto 1 compag 2 refilado	Enviar al puerto 1 empas, 2 engram	Enviar a puerto 1 folletos 2 plegables 3 libros 4 revistas	Enviar al sink 1 libros 2 revistas
EXTERNOS																		
1	0	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	4	5	1	1	2		2	
2	0	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
3	461	88	2	2,5	3	3	4	3	22	21	22	4,6	1	100	1	1	3	1
4	461	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	1	1	2		2	
5	922	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	7	4,6	1	100	1	1	3	1
6	922	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
7	922	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
8	922	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
9	1383	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
10	1383	44	1	2,5	3	3	4	3	11	21	11	4,6	1	100	1	1	3	1
11	1844	4	2	1,5	3	3	2	2	1	76	3	5	2				1	
12	1844	16	2	1,5	3	3	2	2	4	76	4	5	2				1	
13	1844	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
14	3687	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
15	3687	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
16	3687	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
17	5530	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
18	5530	20	2	1,5	3	3	2	2	5	76	5	5	2				1	
19	5530	8	1	1,5	3	3	2	2	2	76	6	5	2				1	
20	5530	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
21	5530	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
22	5530	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
23	6452	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
24	6912	32	2	2,5	3	3	4	3	8	21	8	4,6	1	100	1	1	3	1
25	6912	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	3	5	2				1	
26	6912	16	2	1,5	3	3	2	2	4	76	4	5	2				1	
27	6912	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	3	5	2				1	
28	6912	4	2	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
29	6912	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
30	7834	48	1	2,5	3	3	4	3	12	21	48	4,6	1	100	1	1	3	1
31	7834	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
32	8295	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
33	11060	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	28	4,6	1	100	1	1	3	1
34	11060	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	39	4,6	1	100	1	1	3	1

35	11060	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
36	11060	8	2	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
37	11060	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
38	11060	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
39	11060	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	5	5	2				1	
40	11060	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
41	13364	4	2	2,5	3	3	4	3	1	21	10	4,6	2				1	
42	13364	4	2	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
43	14285	16	1	1,5	3	3	2	2	4	76	4	5	2				1	
44	14285	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
45	14285	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
46	14285	4	2	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
47	14746	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
48	14746	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
49	14746	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
50	15207	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
51	16128	12	1	2,5	3	3	4	3	3	21	12	4,6	2				1	
52	16589	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
53	16972	136	1	2,5	3	3	4	3	34	21	34	4,6	1	100	1	1	3	1
54	17050	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	1	100	1	1	3	1
55	17807	48	1	2,5	3	3	4	3	12	21	12	4,6	1	100	1	1	3	1
56	18050	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
57	18050	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
58	18432	4	2	2,5	3	3	4	3	1	21	6	4,6	2				1	
59	18432	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
60	18432	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
61	18432	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
62	19354	4	2	1,5	3	3	2	2	1	76	5	5	2				1	
63	19815	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
64	19815	20	1	2,5	3	3	4	3	5	21	35	4,6	1	100	1	2	4	2
65	20276	8	1	2,5	3	3	4	3	2	21	6	4,6	2				1	
66	21197	8	2	1,5	3	3	2	2	2	76	4	5	2				1	
67	21197	8	2	1,5	3	3	2	2	2	76	4	5	2				1	
68	21658	8	1	1,5	3	3	2	2	2	76	4	5	2				1	
69	21719	4	2	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
70	22432	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
71	23040	12	1	1,5	3	3	2	2	3	76	6	5	1	100	1	2	4	2
72	23040	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	3	5	1	1	2		2	
73	23040	16	1	2,5	3	3	4	3	4	21	16	4,6	1	100	1	1	3	1
74	23040	36	1	2,5	3	3	4	3	9	21	27	4,6	1	100	1	1	3	1
75	23501	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
76	23501	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
77	23501	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
78	23962	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
79	23962	16	1	2,5	3	3	4	3	4	21	16	4,6	1	100	1	2	4	2
80	24423	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
81	24423	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	49	4,6	1	100	1	1	3	1
82	24884	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
83	24884	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
84	26266	148	2	2,5	3	3	4	3	37	21	37	4,6	1	100	1	1	3	1
85	26266	176	1	2,5	3	3	4	3	44	21	44	4,6	1	100	1	1	3	1
86	26727	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
87	26727	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	

88	26727	20	1	2,5	3	3	4	3	5	21	20	4,6	1	100	1	1	3	1
89	26727	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
90	27648	48	1	2,5	3	3	4	3	12	21	48	4,6	1	100	1	2	4	2
91	28109	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
92	29492	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
93	29492	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
94	29492	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
95	29492	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
96	29492	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
97	29952	4	2	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
98	29952	12	2	1,5	3	3	2	2	3	76	3	5	1	100	1	2	4	2
99	29952	8	2	1,5	3	3	2	2	2	76	6	5	1	100	1	2	4	2
100	30413	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
101	30413	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
102	32256	4	2	2,5	3	3	4	3	1	21	20	4,6	1	100	1	2	4	2
103	32256	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
104	33178	8	1	1,5	3	3	2	2	2	76	6	5	2				1	
105	33178	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
106	33178	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	5	5	1	1	2		2	
107	33178	8	1	2,5	3	3	4	3	2	21	10	4,6	1	100	1	1	3	1
108	33178	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
109	33178	12	1	2,5	3	3	4	3	3	21	9	4,6	2				1	
110	33178	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	6	4,6	2				1	
111	35482	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
112	35482	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
113	35482	16	1	2,5	3	3	4	3	4	21	16	4,6	1	100	1	2	4	2
114	36864	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
115	36864	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	3	5	1	1	2		2	
116	36864	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	3	5	1	1	2		2	
117	36864	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	18	4,6	1	100	1	1	3	1
118	36864	12	2	1,5	3	3	2	2	3	76	3	5	2				1	
119	38708	12	1	1	3	3	1	1	3	82	2	7,5	2				1	
120	38708	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
121	38708	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
122	39629	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
123	41933	48	1	2,5	3	3	4	3	12	21	48	4,6	1	100	1	2	4	2
124	42394	4	1	1,5	3	3	2	2	1	76	4	5	2				1	
125	42394	12	1	2,5	3	3	4	3	3	21	9	4,6	1	100	1	1	3	1
126	42733	16	1	1,5	3	3	2	2	4	76	4	5	1	100	1	1	3	1
127	42855	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
128	42855	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
129	42855	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
130	42855	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
131	42855	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
132	43776	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
133	44237	24	1	2,5	3	3	4	3	6	21	21	4,6	1	100	1	1	3	1
134	44237	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
135	45620	16	2	2,5	3	3	4	3	4	21	40	4,6	1	100	1	1	3	1
136	45620	40	1	2,5	3	3	4	3	10	21	40	4,6	1	100	1	1	3	1
137	45620	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
138	45620	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
139	45620	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
140	46080	12	2	1,5	3	3	2	2	3	76	3	5	2				1	

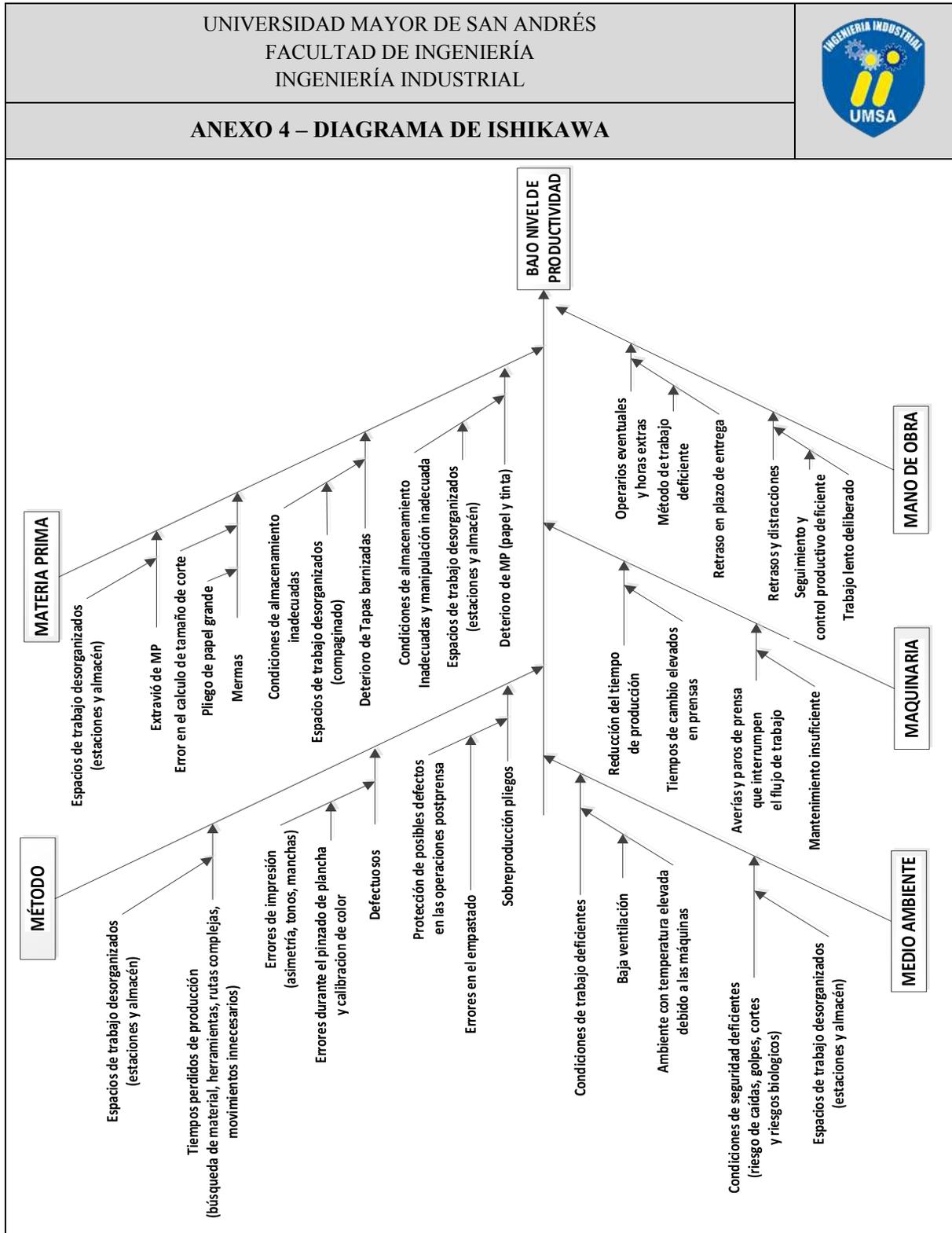
141	46541	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
142	46541	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
143	46541	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
144	46541	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
145	46541	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
146	46541	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
147	47002	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
148	48384	16	2	1,5	3	3	2	2	4	76	4	5	2				1	
149	48845	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	100	1	2	4	2
150	48845	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	100	1	2	4	2
151	48845	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	100	1	2	4	2
152	48845	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
153	48845	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
154	52532	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
155	52532	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
156	52532	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
157	52532	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	1	100	1	1	3	1
158	52532	8	2	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
159	52532	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	2				1	
160	53453	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
161	53453	64	1	2,5	3	3	4	3	16	21	48	4,6	1	100	1	1	3	1
162	53453	40	1	2,5	3	3	4	3	10	21	40	4,6	1	100	1	1	3	1
163	53914	32	1	2,5	3	3	4	3	8	21	48	4,6	1	100	1	1	3	1
164	53914	4	1	2,5	3	3	4	3	1	21	7	4,6	1	1	2		2	
165	53914	4	1	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
166	54836	8	1	1	3	3	1	1	2	82	2	7,5	1	1	2		2	
167	55296	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
168	55296	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
169	55296	8	1	2,5	3	3	4	3	2	21	6	4,6	2				1	
170	56218	4	2	2,5	3	3	4	3	1	21	7	4,6	2				1	
171	56679	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
172	56679	4	2	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	1	1	2		2	
173	57140	4	2	1	3	3	1	1	1	82	2	7,5	2				1	
174	57140	8	1	1	3	3	1	1	2	82	3	7,5	2				1	
175	57140	48	1	2,5	3	3	4	3	12	21	48	4,6	1	100	1	2	4	2
176	57140	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
177	57140	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
178	57140	24	1	2,5	3	3	4	3	6	21	24	4,6	1	100	1	2	4	2
179	58522	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
180	58983	4	1	1	3	3	1	1	1	82	1	7,5	2				1	
181	58983	4	2	1,5	3	3	2	2	1	76	5	5	2				1	
182	58983	4	2	2,5	3	3	4	3	1	21	8	4,6	2				1	
183	58983	4	2	1,5	3	3	2	2	1	76	5	5	2				1	
184	58983	4	2	2,5	3	3	4	3	1	21	8	4,6	2				1	
BRUÑO																		
3	9265						4	3	20	21	20	4,6	1	100	1	1	3	1
99	9265						2	2	20	76	20	5	1	100	1	1	4	2
13	9265						1	1	2	82	4	7,5	2					
3	12060						4	3	20	21	20	4,6	1	100	1	1	3	1
99	12060						2	2	20	76	20	5	1	100	1	1	4	2
13	12060						1	1	2	82	4	7,5	2					
3	34178						4	3	20	21	20	4,6	1	100	1	1	3	1
99	34178						2	2	20	76	20	5	1	100	1	1	4	2

Anexo 3: Costos de mantenimiento, reparación y repuestos

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL					
ANEXO 3 – COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPUESTOS					
Excluyendo los gastos de la prensa recién implementada, se tiene para el último año:					
Tipo	Detalle	Bs	Tipo	Detalle	Bs
Repuestos	Rodamientos	576	Repuestos	Repuestos varios	785
Repuestos	Repuestos varios	780	Repuestos	Tornería (rodillo)	2450
Correctivo	Rectificación rodillo	250	Repuestos	Mantilla	809
Repuestos	Plancha rodillo	450	Repuestos	Rodillo	5000
Preventivo	Mantenimiento PM	10000	Repuestos	Cables	436
Repuestos	Retenes	130	Repuestos	Cables	140
Repuestos	Rodillo	2000	Correctivo	Mantenimiento prensa	974
Repuestos	Rodillo	2500	Repuestos	Repuestos varios	2600
Repuestos	Cables	279	Repuestos	Repuestos varios	1385
Repuestos	Regleta lavadora	125	Repuestos	Repuestos varios	1200
Correctivo	Mantenimiento prensa	244	Repuestos	Tornería	2350
Correctivo	Engrampadora	400	Repuestos	Repuestos varios	3400
Repuestos	Repuestos varios	560	Repuestos	Tornería	1560
Repuestos	Repuestos varios	150	Correctivo	Mantenimiento prensa	600
Repuestos	Cables	312	Correctivo	Mantenimiento prensa	731
Repuestos	Repuestos varios	325	Correctivo	Mantenimiento prensa	1746
Repuestos	Mordazas	1587	Correctivo	Perforadora	600
Correctivo	Mantenimiento prensa	1218	Correctivo	Mantenimiento prensa	487
Repuestos	Repuestos varios	725	Repuestos	Rodamiento	270
Repuestos	Repuestos varios	757	Correctivo	Mantenimiento prensa	3167
Repuestos	Mantilla	700	Repuestos	Control de aire	212
Repuestos	Conector de aire	932	Repuestos	Repuestos varios	560
Correctivo	Mantenimiento compresora	2650	Repuestos	Mantilla	958
Repuestos	Rodamientos	714	Repuestos	Repuestos varios	653
Correctivo	Rectificación rodillo	760	Preventivo	Mantenimiento	971
Repuestos	Conector de aire	2695	Repuestos	Repuestos varios	1520
Correctivo	Rectificación rodillo	650	Repuestos	Mantilla	1580

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

Anexo 4: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

Anexo 5: Ponderación de causas Diagrama de Pareto

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL										
ANEXO 5: PONDERACIÓN DE CAUSAS DIAGRAMA DE PARETO										
Criterios de evaluación para incrementar la productividad										
N°	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						PESO (1 a 10)			
1	Costos de materia prima						10			
2	Costos de mano de obra						7			
3	Costos de capital						3			
N°	CRITERIOS	1		2		3		T	%	ACUM
	CAUSAS RAICES	C	P	C	P	C	P			
1	Errores de impresión (fallas de registro, tonos y manchas)	10	10	7	7	3	4	161	27%	27%
2	Espacios de trabajo desorganizados	10	10	1	7	6	4	131	22%	48%
3	Método de trabajo deficiente	2	10	10	7	1	4	94	15%	64%
4	Mantenimiento insuficiente	2	10	2	7	10	4	74	12%	76%
5	Tiempos de cambio elevados en prensas	0	10	4	7	2	4	36	6%	82%
6	Obsolescencia de equipos	2	10	0	7	1	4	24	4%	86%
7	Error en el cálculo de corte por pliego	2	10	0	7	0	4	20	3%	89%
8	Pliego de papel grande	2	10	0	7	0	4	20	3%	92%
9	Control de calidad inadecuado	1	10	0	7	0	4	10	2%	94%
10	Manipulación inadecuada de material	1	10	0	7	0	4	10	2%	96%
11	Defectos en empastado	1	10	0	7	0	4	10	2%	97%
12	Instrucciones incorrectas	1	10	0	7	0	4	10	2%	99%
13	Motivación del personal baja	0	10	1	7	0	4	7	1%	100%
14	Seguimiento y control de producción deficiente	0	10	0	7	0	4	0	0%	100%
15	Planificación inadecuada	0	10	0	7	0	4	0	0%	100%
16	Baja ventilación	0	10	0	7	0	4	0	0%	100%
17	Comunicación interna deficiente	0	10	0	7	0	4	0	0%	100%
18	Mano de obra semicalificada	0	10	0	7	0	4	0	0%	100%

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2023)

Anexo 6: Cursograma analítico libros, revistas y tapas



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANEXO 6 – CURSOGRAMA ANALITICO LIBROS, REVISTAS Y TAPAS

MATERIAL – OPERARIO – EQUIPO (PRENSA 4 - 1000 LIBROS DE 160 PAG) (PRENSA 2 - 1000 REVISTAS DE 80 PAG) (PRENSA 1 - 1000 FOLLETOS A0)

Objeto:	Actividad	LIBROS		REVISTAS		TAPAS												
		Externos	Bruño	Externos	Bruño	Externos	Bruño											
Libros: Para la prensa 4 se necesita de 4 placas por cada cambio de tiraje, es decir que existirán 20 cambios por lo cual se requieren 80 placas provenientes del área de diseño o en el caso de que se tenga en almacén. Revistas: Para la prensa 2 se necesita de 4 placas por cada cambio de tiraje, es decir que existirán 20 cambios por lo cual se requieren 80 placas provenientes del área de diseño o en el caso de que se tenga en almacén. 1000 tapas realizadas en placas con la capacidad de 2 pág./placa	Operación	9	7	9	7	5	3											
	Transporte	10	10	9	9	5	5											
	Espera	7	6	7	6	1	0											
	Inspección	0	0	0	0	0	0											
	Almacenamiento	2	3	2	3	2	3											
	Combinada	2	1	3	2	2	1											
	Actividad:	Distancia (m)	2157	1789	2041	1677	124	118										
Fabricación de 1000 libros, 1000 revistas y 1000 folletos	Tiempo (min)	3675	2776	4352	3553	199,5	147,5											
Descripción	Prensa 4 1000 libros de 160 pág. 10 pliegos/libro 16 pág./pliego 10000 pliegos necesarios 20 tirajes: 2 tirajes/pliego por anverso y reverso		Prensa 2 1000 revistas de 80 pág. 10 pliegos/revista 8 pág./pliego 10000 pliegos necesarios 40 tirajes: 2 tirajes/pliego por anverso y reverso		Prensa 1 1000 tapas		Símbolo O □ ▽ □ ▽ □	VA	NVA	NNVA	Sobreproducción	Tiempo de espera	Excesivo transporte	Proceso innecesario	Inventarios innecesarios	Defectuosos	Movimientos innecesarios	
	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)												
DISEÑO, CTP Y REVELADO – LIBROS Y CUADERNILLOS BRUÑO																		
(No se tomará en cuenta debido a que los diseños y las placas ya se encuentran en el almacén, y si en caso existiera el deterioro de alguna placa, el diseño ya no es necesario, solo el CTP y revelado de la placa dañada).																		
DISEÑO, CTP Y REVELADO – CLIENTES EXTERNOS																		
Operario (Diseño) – Adaptar el diseño (El operario adapta cada pág. del diseño del cliente a cuatricromía y al área de impresión).	-	1 min/pág. * 160 pág.	-	1 min/pág. * 80 pág.	-	1 min/pág. * 2 pág.	X											

(Para la Offset de 4 cuerpos 8 pág./placa - 1 placa/color – total 80 placas distribuidas en dos paquetes: 40 tiras y 40 retiras). (Para la Offset de 1 cuerpo - 1 placa/color – total 4 placas por tapa de libro):																				
Operario (Prensa) – Ir en busca del paquete de placas (El operario debe realizar rutas complejas para llegar de su estación al área de placas debido a la desorganización).	20 m/traslado* 2 traslados	1 min/traslado * 2 traslados	16 m/traslado* 2 traslados	1 min/traslado * 2 traslados	10 m/traslado* 1 traslado	0,5 min/traslado * 1 traslado		X									X		X	
Operario (Prensa) – Buscar el paquete de placas (El operario demora en encontrar la placa a falta de orden e identificación correcta de la placa).	-	3,5 min/búsqueda a * 2 búsquedas	-	3,5 min/búsqueda a * 2 búsquedas	-	2 min/búsqueda a * 2 búsquedas			X								X			X
Operario (Prensa) – Llevar la placa a su estación (El retorno a su estación es más complejo debido a que aparte de evitar los objetos de su ruta, debe cargar el paquete de placas)	20 m/traslado * 2 traslados	1,5 min/traslado * 2 traslados	16m/traslado * 2 traslados	1,5 min/traslado * 2 traslados	10 m/traslado * 1 traslado	1 min/traslado * 1 traslado		X									X		X	
Material – Traslado de placas a área de prensa	80	12	64	12	20	3,5		X												
IMPRESIÓN																				
Operario (Prensa)– Llevar el desplazador al área de cortado (El operario debe encontrar el desplazador y llevarlo al área de cortado si no estuviera allí, para transportar el pallet de papel cortado, sin embargo, al estar las vías de circulación obstruidas muchas veces este traslado demora más de lo normal).	15 m/traslado *10 traslados	1 min/traslado * 10 traslados	15 m/traslado *10 traslados	1 min/traslado * 10 traslados	10 m/traslado	0,5 min/traslado		X									X		X	
Operario (Prensa) – Despejar las vías de circulación (El operario debe mover los pallets u objetos que intervengan en su recorrido con el desplazador, con el fin de llevar el pallet de papel cortado a su estación, la falta de organización ocasiona que el operario coloque los objetos movidos donde sea, provocando la obstaculización de alguna otra vía de tránsito).	-	2 min/traslado * 10 traslados	-	2 min/traslado * 10 traslados	-	2 min/traslado			X								X			X
Operario (Prensa) – Llevar el pallet de hojas cortadas a su estación	15 m/traslado *10 traslados	1 min/traslado * 10 traslados	15 m/traslado *10 traslados	1 min/traslado * 10 traslados	10 m/traslado	1 min/traslado		X									X		X	
Material – Traslado de pallet de hojas cortadas a área de prensa	300	40	300	40	20	3		X												
Operario (Prensa) – Colocar papel en prensa (El operario debe colocar todo el bloque de papel en la prensa).	-	3 min/tiraje * 20 tirajes	-	3 min/tiraje * 40 tirajes	-	3 min/tiraje * 4 tirajes		X									X			

Material – Traslado de pallet de libros a cortado	80	8	80	8	-	-	X													
Operario (Refilado) – Colocar de 10 en 10 a guillotina	-	0,2 *100	-	0,2 *100	-	-	X							X						
Equipo (Guillotina) – Refilado (Libros de 10 en 10)	-	0,3*100	-	0,3*100	-	-	X					X								
Material – Refilado	-	50	-	50	-	-					X									
Material – Espera (Los libros terminados aguardan a empaquetado)	-	20	-	20	-	-		X					X			X				
EMPAQUETADO																				
Operario (Compaginado) –Empaquetar De 30 a 40 libros por paquete	-	2 * 25	-	2 * 17	-	-	X							X						
Material – Empaquetado	-	50	-	34	-	-	X													
Almacén de PT (En la planta debido a que el almacén no se encuentra con espacio)	-	-	-	-	-	-				X										
TOTAL PARA 1000 LIBROS DE 160 PÁG.	2157	3675					9	10	7	0	3	2								
TOTAL PARA 1000 REVISTAS DE 80 PÁG.			2041	4352			9	9	7	0	2	3								
TOTAL PARA 1000 TAPAS					124	199,5	5	5	1	0	3	2								

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo 7: Mapeo de la cadena de valor

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL									
ANEXO 7 – MAPEO DE LA CADENA DE VALOR									
OPERACIÓN	TC (min)	T Setup (min)	Operadores	U/ciclo		Mermas	Defectos	Inventario	
MP								48000	libros
Diseño	10	0	1	4	placas				
CTP	16,5	0	1	4	placas				
Revelado	16,5	0	1	4	placas				
Cortado	10	2,55	1	1000	hojas	10,00%		10000	hojas
Impresión 4 cuerpos	95	582	2	10000	hojas		4,00%		
Impresión 2 cuerpos	206	1402	1	10000	hojas		4,00%		
Impresión Tapas	31	98,5	1	1000	tapas		7,00%	10000	tapas
Doblado	12	3	1	1000	pliegos			10000	pliegos
Compaginado	911	0	2	1000	libro sin tapas		1,00%	1000	libros
Empastado	90	18,6	1	200	libros		2,00%		
Refilado	50	8,5	1	1000	libros	2,00%			
Empaquetado	2	0	2	40	libros				
Transformando a unidades equivalentes (para 1000 libros):									
OPERACIÓN	TC (min)	T Setup (min)	Operadores	U/ciclo		Mermas	Defectos	Inventario	
MP								48000	libros
Diseño	200	0	1	1000	80 placas para 1000 libros				
CTP	321	0	1	1000	80 placas para 1000 libros				
Revelado	330	0	1	1000	80 placas para 1000 libros				
Cortado	100	20,5	1	1000	10000 hojas para 1000 libros	10,00%		1000	libros
Impresión 4 cuerpos	95	582	2	1000	10000 hojas para 1000 libros		4,00%		
Impresión Tapas	31	98,5	1	1000	1000 tapas para 1000 libros		7,00%	10000	libros
Doblado	120	30	1	1000	10000 pliegos para 1000 libros			1000	libros

Compaginado	911	0	2	1000	libros		1,00%	1000	libros			
Empastado	450	93	1	1000	libros		2,00%					
Refilado	50	8,5	1	1000	libros	2,00%						
Empaquetado	50	0	2	1000	libros							
Transformando a unidades equivalentes (para 1000 revistas):												
OPERACIÓN	TC (min)	T Setup (min)	Operadores	U/ciclo		Mermas	Defectos	Inventario				
MP								48000	revistas			
Diseño	120	0	1	1000	80 placas para 1000 revistas							
CTP	321	0	1	1000	80 placas para 1000 revistas							
Revelado	330	0	1	1000	80 placas para 1000 revistas							
Cortado	100	20,5	1	1000	10000 hojas para 1000 revistas	10,00%		1000	revistas			
Impresión 2 cuerpos	206	1402	1	1000	10000 hojas para 1000 revistas		4,00%					
Impresión Tapas	31	98,5	1	1000	1000 tapas para 1000 revistas		7,00%	10000	revistas			
Doblado	120	30	1	1000	10000 pliegos para 1000 revistas			1000	revistas			
Compaginado	911	0	2	1000	revistas		1,00%	1000	revistas			
Engrampado	425	36	1	1000	revistas		2,00%					
Refilado	50	8,5	1	1000	revistas	2,00%						
Empaquetado	34	0	2	1000	revistas							
Reemplazando:												
$CTU = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{unidades por ciclo}} = \frac{\text{min}}{u}$ $SET UP LOSS = \frac{CTU * Setup}{Uptime - Setup}$ $Capacidad = \frac{Uptime (días)}{CTU}$ $Capacidad real = \frac{Up time}{CTU real}$ $SCRAP LOSS = \frac{Uptime}{Capacidad (1 - \%defectuosos)} - CTU$ $CTU real = CTU + Set Up Loss + Scrap Loss$												
CONCEPTO	Diseño	CTP	Revelado	Cortado	Impresión 4	Impresión 2	Tapas	Doblado	Compaginado	Empastado	Refilado	Empaquetado
CTU (min/u)	0,20	0,32	0,33	0,10	0,10	0,21	0,03	0,12	0,91	0,45	0,05	0,05
Set Up (min)	0,00	0,00	0,00	20,50	106,00	255,00	98,50	30,00	0,00	93,00	8,50	0,00
Set Up Loss	0,00	0,00	0,00	0,005	0,02838	0,255	0,01	0,01	0,00	0,11	0,00	0,00
Capacidad (u/día)	2304	1436	1396	4608	4851	2237	14865	3840	506	1024	9216	9216
Scrap Loss	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
CTU real (min/u)	0,20	0,32	0,33	0,10	0,13	0,47	0,04	0,13	0,92	0,57	0,05	0,05
Capacidad real (u/día)	2304	1436	1396	4403	3619	981	11034	3590	501	804	9046	9216

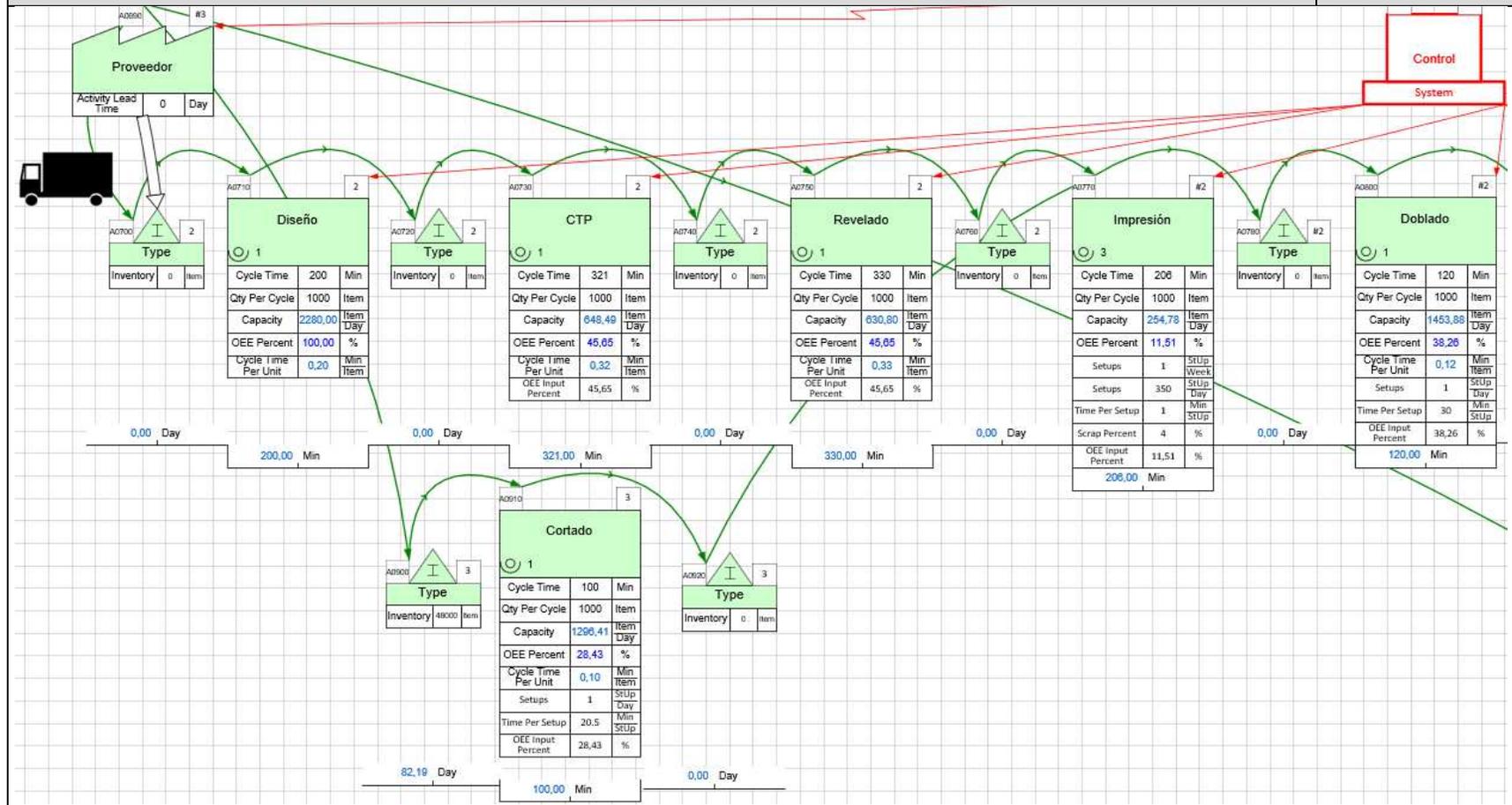
Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

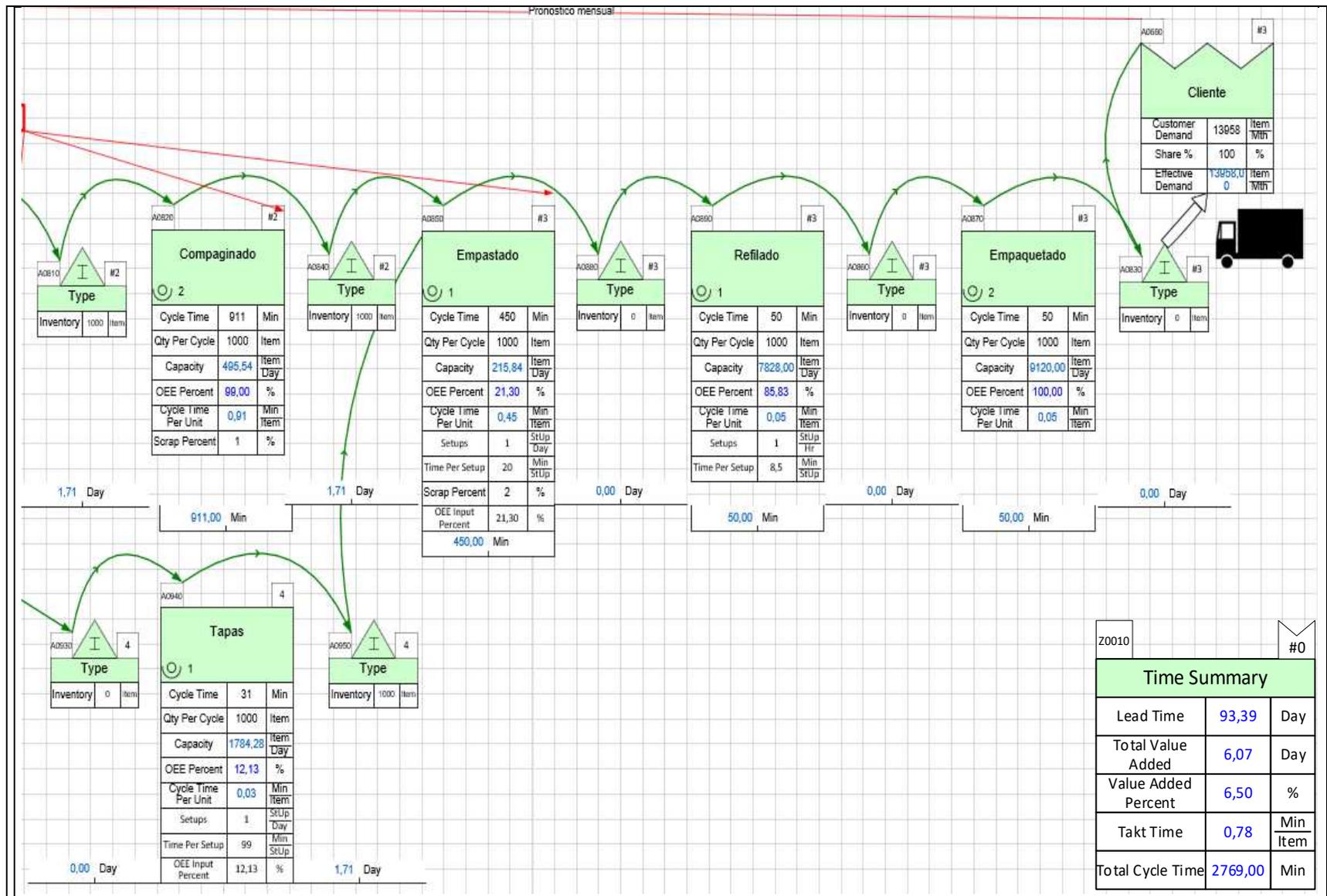
Anexo 8: Mapa del Estado Actual

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 INGENIERÍA INDUSTRIAL



ANEXO 8 – MAPA DEL ESTADO ACTUAL





Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo 9: Análisis de la operación

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ANEXO 9 – ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Fabricación de libros y revistas, donde es necesario compaginar antes de empastar o engrampar.	
OPERACIÓN	Compaginado	
DETERMINE Y ESCRIBA	DETALLES DEL ANÁLISIS	
1. PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN		
Se ordena numéricamente de forma manual los pliegos obtenidos del doblado, guiándose (en el caso de los libros) por la posición de pequeñas barras presentes a un costado, en el caso de revistas estas se realizan una encima de otra, a fin de prepararlas para ser empastadas o engrampadas posteriormente.		
<p>¿Se puede cumplir el propósito de mejor forma? Sí:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adquiriendo una compaginadora automática, incrementando así la capacidad de la operación. 2. Aprovechando los tiempos de holgura de operarios de estaciones con mayor capacidad, mediante balanceo de línea, que pueda ajustarse a las órdenes y necesidades de producción. 3. Reduciendo el número de pliegos a compaginar mediante la distribución de libros a la prensa 4, cuadernillos y revistas a la prensa 2 y tapas o folletos a la prensa 1. (De esta manera también se reducen los tiempos de Set Up). 4. Eliminando la verificación de los libros compaginados en el bloque apilado. 5. Intercambiando las posiciones entre el compaginado y el empastado, de esta manera también se reduce la distancia recorrida entre el empastado y refilé (cortado). 6. Distribuyendo los bloques cíclicamente alrededor de la mesa en el caso de muchos pliegos, y colocando pequeñas mesas al final de cada ciclo completo de pliegos (para poder apilar los pliegos compaginados). 7. Mejorando la supervisión en el área y estableciendo metas de producción (tiempo estándar) para evitar el trabajo lento deliberado que pueda desencadenar en retrasos e inventarios elevados si se adiciona un nuevo pedido. 8. Mejorando la disposición de tránsito en el área, evitando que los operarios realicen recorridos complejos o más largos debido a la desorganización de los espacios de trabajo. Asimismo, evitar daños a la salud del personal eliminando las fuentes que traen vectores y riegos para su integridad física. 		
2. DISEÑO DE PARTES		
Todos los pliegos son necesarios para formar un libro o revista, sin embargo, la reducción del número de pliegos depende en mayor medida de la prensa utilizada. (La prensa 4 utiliza placas de 8 pág./placa,		

lo que reduce el número de pliegos a compaginar en comparación a las prensas 2 y 1 que utilizan 4 y 2 pág./placa respectivamente).

3. TOLERANCIAS Y ESPECIFICACIONES

La única especificación es verificar que los pliegos se encuentren correctamente compaginados, para ello se realiza el control visual de las barras insertadas al costado, donde indica el número de pliego.

¿Son necesarias las tolerancias, acabados y requisitos de inspección?

Sí, debido a que un mal compaginado significaría defectuosos en unidades de producto terminado, debido a que en las operaciones posteriores (empastado, engrampado, cortado y empaquetado) no se realiza el control de calidad al orden de las páginas.

4. MATERIAL

No se utiliza materiales, solo pliegos obtenidos de la dobladora.

5. LISTA COMPLETA DE LA SECUENCIA DE LA OPERACIÓN

Esperar a todos los pliegos de un libro o revista, distribuir bloques de pliegos sobre la mesa, compaginar, apilar, acomodar bloque de pliegos en la mesa y transportar a empastado o engrampado.

La operación analizada ¿Puede eliminarse?

No, pero existe actividades que pueden reducirse, por ejemplo, el compaginador verifica que el libro ya compaginado esté correctamente apilado en el bloque de libros, lo que es innecesario debido a que solo es necesario que los pliegos estén alineados.

La operación analizada ¿Puede realizarse durante el tiempo ocioso de otra?

Sí, en función a los pedidos, algunos operarios presentan tiempos de holgura que podrían ser aprovechados en esta operación.

6. CONFIGURACIÓN Y HERRAMIENTAS

No se utilizan herramientas en el compaginado.

7. MANEJO DE MATERIALES

El transporte de bloques de pliegos apilados hacia el compaginado y hacia el empastado son de manera manual.

8. DISEÑO DEL TRABAJO

La distribución de bloques sobre la mesa es en forma de U (pocos pliegos) y línea recta (muchos pliegos), sin embargo, distribuyendo los bloques cíclicamente alrededor de la mesa en el caso de muchos pliegos, y colocando pequeñas mesas al final de cada ciclo completo de pliegos (para poder apilar los pliegos compaginados), evitaría que el operario al terminar su recorrido realice un transporte innecesario para solo apilar un libro, y, por el contrario, pueda apilar el libro inmediatamente después de acabar su recorrido e iniciar inmediatamente con los siguientes pliegos a compaginar.

Existe trabajo lento deliberado en el área cuando solo se produce Libros Bruño o cuando los pedidos externos son bajos, sin embargo, puede llegar un nuevo pedido que se suma a la producción actual provocando acumulación de inventario en el área y retrasos debido a que no se efectivizó rápidamente la producción en esta operación.

Las condiciones de trabajo deben mejorar en temas de seguridad industrial, debido a que no existe una buena ventilación, lo que provoca la fatiga anticipada de los operarios debido al calor emitido por algunas máquinas que funcionan con aire caliente. Además, existe presencia de vectores (ratones) debido a la desorganización de los espacios de trabajo y almacén; y falta de reposición de polvo químico a los extintores (El almacén no cuenta con extintores, ni señalización de ningún tipo).

9. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Se podría reducir la distancia recorrida, intercambiando las posiciones entre el compaginado y el empastado, de esta manera también se reduce la distancia recorrida entre el empastado y refíle (cortado).

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo 10: Muestreo del trabajo

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL														
ANEXO 10 – MUESTREO DEL TRABAJO														
MUESTREO PRELIMINAR - COMPAGINADO														
Se utilizó números aleatorios para el muestreo preliminar de 30 observaciones, distribuidas en media jornada laboral de la siguiente manera:														
Obs.	Números aleatorios	Convertidos en minutos	Hora	ESTADO	Obs.	Números aleatorios	Convertidos en minutos	Hora	ESTADO	Obs.	Números aleatorios	Convertidos en minutos	Hora	ESTADO
1	9,11	00:09:07	08:09:07	ACTIVO	11	5,46	00:05:28	09:37:11	ACTIVO	21	6,18	00:06:11	10:49:26	ACTIVO
2	14,79	00:14:47	08:23:54	INACTIVO	12	5,66	00:05:40	09:42:51	INACTIVO	22	14,53	00:14:32	10:55:37	ACTIVO
3	0,56	00:00:34	08:24:28	INACTIVO	13	0,98	00:00:59	09:43:49	ACTIVO	23	7,30	00:07:18	11:10:09	ACTIVO
4	3,92	00:03:55	08:28:23	ACTIVO	14	1,78	00:01:47	09:45:36	ACTIVO	24	2,73	00:02:44	11:17:27	ACTIVO
5	12,66	00:12:40	08:41:02	INACTIVO	15	14,47	00:14:28	10:00:04	ACTIVO	25	9,17	00:09:10	11:20:11	INACTIVO
6	12,03	00:12:02	08:53:04	ACTIVO	16	13,33	00:13:20	10:13:23	INACTIVO	26	6,77	00:06:46	11:29:21	ACTIVO
7	7,78	00:07:47	09:00:51	ACTIVO	17	6,04	00:06:02	10:19:26	INACTIVO	27	9,61	00:09:36	11:36:07	INACTIVO
8	3,77	00:03:46	09:04:37	ACTIVO	18	1,55	00:01:33	10:20:59	ACTIVO	28	13,39	00:13:23	11:45:44	ACTIVO
9	14,25	00:14:15	09:18:52	ACTIVO	19	14,37	00:14:22	10:35:21	ACTIVO	29	1,75	00:01:45	11:59:07	INACTIVO
10	12,84	00:12:51	09:31:43	ACTIVO	20	7,91	00:07:54	10:43:15	ACTIVO	30	2,82	00:02:49	12:00:52	ACTIVO
Realizando el calculo del tamaño de la muestra, con tolerancia a error del 5% y confiabilidad del 95%:														
ACTIVO	INACTIVO	P	Q	TQL	Z	N								
21	9	70%	30%	5%	1,96	323								
Tamaño de la muestra		323	Días disponibles para el estudio		2	Número de observaciones por día		162	Horas disponibles para el estudio por día		4,5	Hora de inicio de medición		08:00:00
OPERARIO 1														
Nro. Obs.	Números aleatorios	Nro. Aleatorios sin fórmula	Convertidos en minutos	Hora	ACTIVO	INACTIVO	DESEMPEÑO	ELEMENTO	CATEGORIA					
1	1,57	2,63	00:02:38	08:02:38	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo					
2	1,94	2,48	00:02:29	08:05:07		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable					
3	1,01	0,79	00:00:47	08:05:54	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo					
4	1,15	2,75	00:02:45	08:08:39	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo					
5	2,17	2,01	00:02:01	08:10:39	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo					
6	0,68	1,72	00:01:43	08:12:22		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal					
7	0,52	1,49	00:01:29	08:13:52		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable					

8	1,50	1,03	00:01:02	08:14:54		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
9	2,54	1,87	00:01:52	08:16:46		1	100,0	DISTRACCION CON CELULAR	RP - Retraso Personal
10	1,05	0,96	00:00:58	08:17:43	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
11	2,15	0,77	00:00:46	08:18:29		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
12	1,19	2,12	00:02:07	08:20:37	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
13	1,90	1,25	00:01:15	08:21:51		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
14	0,74	0,63	00:00:38	08:22:29	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
15	2,37	1,70	00:01:42	08:24:11		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
16	0,79	2,73	00:02:44	08:26:54		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
17	1,91	0,84	00:00:50	08:27:45	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
18	1,59	1,51	00:01:31	08:29:16		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
19	1,72	1,17	00:01:10	08:30:26	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
20	0,90	1,44	00:01:26	08:31:52		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
21	0,76	2,70	00:02:42	08:34:34		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
22	2,35	0,52	00:00:31	08:35:05		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
23	2,70	1,49	00:01:29	08:36:35	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
24	1,17	2,41	00:02:25	08:38:59		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
25	1,38	2,62	00:02:37	08:41:37	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
26	2,38	2,56	00:02:33	08:44:10		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
27	0,69	1,56	00:01:34	08:45:44		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
28	1,65	0,78	00:00:47	08:46:30		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
29	2,74	2,38	00:02:23	08:48:53		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
30	0,77	1,39	00:01:23	08:50:17		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
31	1,97	2,15	00:02:09	08:52:26	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
32	2,13	1,28	00:01:17	08:53:43	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
33	2,41	2,50	00:02:30	08:56:13	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
34	2,46	2,36	00:02:21	08:58:34	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
35	0,94	2,38	00:02:23	09:00:57	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
36	1,01	0,54	00:00:32	09:01:29	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
37	1,60	2,05	00:02:03	09:03:32		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable

38	2,45	1,73	00:01:44	09:05:16	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
39	1,65	0,96	00:00:58	09:06:14	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
40	2,08	0,93	00:00:56	09:07:10	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
41	2,58	1,53	00:01:32	09:08:41		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
42	2,00	1,21	00:01:13	09:09:54	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
43	2,80	1,90	00:01:54	09:11:48	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
44	1,13	2,31	00:02:19	09:14:07		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
45	1,40	2,29	00:02:18	09:16:25		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
46	1,53	0,91	00:00:55	09:17:19		1	100,0	DISTRACCION CON CELULAR	RP - Retraso Personal
47	2,34	0,86	00:00:52	09:18:11	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
48	1,44	1,81	00:01:49	09:20:00	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
49	1,78	1,51	00:01:30	09:21:30	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
50	2,14	2,13	00:02:08	09:23:38		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
51	1,64	2,09	00:02:05	09:25:43		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
52	0,80	1,93	00:01:56	09:27:39	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
53	2,06	1,44	00:01:27	09:29:05		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
54	0,80	2,79	00:02:47	09:31:53	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
55	1,46	0,66	00:00:40	09:32:33		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
56	1,13	1,74	00:01:45	09:34:17	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
57	1,46	1,63	00:01:38	09:35:55	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
58	2,39	1,60	00:01:36	09:37:31	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
59	1,70	1,70	00:01:42	09:39:13	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
60	1,03	2,21	00:02:13	09:41:26	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
61	1,56	0,81	00:00:49	09:42:14	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
62	1,35	1,04	00:01:03	09:43:17	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
63	2,64	0,86	00:00:51	09:44:08	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
64	1,15	2,30	00:02:18	09:46:26		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
65	1,48	1,39	00:01:23	09:47:49	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
66	2,45	1,14	00:01:08	09:48:58		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
67	1,92	0,80	00:00:48	09:49:46	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo

68	1,45	2,17	00:02:10	09:51:56	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
69	2,06	2,83	00:02:50	09:54:45		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
70	1,40	2,47	00:02:28	09:57:13	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
71	1,15	2,72	00:02:43	09:59:56		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
72	1,22	2,44	00:02:27	10:02:23	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
73	1,54	1,68	00:01:41	10:04:04	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
74	1,68	2,64	00:02:38	10:06:42	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
75	1,62	1,93	00:01:56	10:08:38		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
76	1,18	2,70	00:02:42	10:11:20		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
77	2,15	2,73	00:02:44	10:14:04		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
78	2,41	1,70	00:01:42	10:15:46	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
79	1,20	0,60	00:00:36	10:16:21	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
80	2,77	1,50	00:01:30	10:17:51		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
81	1,45	2,00	00:02:00	10:19:51	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
82	0,76	1,01	00:01:01	10:20:52		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
83	1,77	1,59	00:01:35	10:22:27	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
84	2,41	0,70	00:00:42	10:23:09		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
85	1,78	2,35	00:02:21	10:25:30	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
86	0,90	1,09	00:01:05	10:26:35	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
87	0,56	1,37	00:01:22	10:27:57	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
88	2,75	2,65	00:02:39	10:30:36		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
89	2,78	1,31	00:01:18	10:31:55	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
90	2,46	1,88	00:01:53	10:33:47		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
91	1,85	0,73	00:00:44	10:34:31	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
92	2,65	1,24	00:01:14	10:35:45		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
93	1,76	2,66	00:02:39	10:38:25	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
94	1,21	1,71	00:01:43	10:40:08		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
95	1,34	1,92	00:01:55	10:42:03	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
96	1,53	2,01	00:02:01	10:44:03		1	100,0	DISTRACCION CON CELULAR	RP - Retraso Personal
97	1,93	1,65	00:01:39	10:45:42	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo

98	2,52	1,25	00:01:15	10:46:57	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
99	2,13	0,82	00:00:49	10:47:47		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
100	1,44	2,70	00:02:42	10:50:29	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
101	2,21	0,79	00:00:47	10:51:16		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
102	1,88	0,99	00:00:59	10:52:16	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
103	1,75	0,82	00:00:49	10:53:05		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
104	1,22	0,62	00:00:37	10:53:42	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
105	2,34	2,64	00:02:38	10:56:20	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
106	1,06	0,89	00:00:53	10:57:13	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
107	2,24	1,95	00:01:57	10:59:10		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
108	2,12	1,35	00:01:21	11:00:32	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
109	0,96	1,23	00:01:14	11:01:46		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
110	2,06	1,00	00:01:00	11:02:45		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
111	1,45	1,74	00:01:44	11:04:30	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
112	1,48	1,18	00:01:11	11:05:41		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
113	2,13	1,69	00:01:42	11:07:22		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
114	2,33	1,18	00:01:11	11:08:33		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
115	2,23	1,06	00:01:03	11:09:36	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
116	2,61	1,41	00:01:25	11:11:01		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
117	2,54	1,64	00:01:38	11:12:39		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
118	0,83	1,89	00:01:54	11:14:33	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
119	0,64	0,94	00:00:56	11:15:29	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
120	1,64	2,42	00:02:25	11:17:55	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
121	2,16	0,88	00:00:53	11:18:47		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
122	2,61	2,19	00:02:12	11:20:59		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
123	0,89	1,84	00:01:51	11:22:50		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
124	2,25	2,65	00:02:39	11:25:29	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
125	1,16	0,60	00:00:36	11:26:05		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
126	0,72	2,53	00:02:32	11:28:37	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
127	1,35	1,91	00:01:54	11:30:31	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo

128	0,82	2,79	00:02:47	11:33:19	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
129	1,61	0,56	00:00:34	11:33:52	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
130	1,28	2,62	00:02:37	11:36:29		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
131	0,89	1,55	00:01:33	11:38:02		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
132	1,37	0,88	00:00:53	11:38:55		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
133	0,79	0,95	00:00:57	11:39:52		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
134	2,26	2,60	00:02:36	11:42:28	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
135	1,49	1,38	00:01:23	11:43:51	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
136	1,08	0,63	00:00:38	11:44:29		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
137	1,79	0,72	00:00:43	11:45:12		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
138	0,90	2,37	00:02:22	11:47:34	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
139	1,50	0,85	00:00:51	11:48:25		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
140	2,19	2,43	00:02:26	11:50:51	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
141	2,68	2,72	00:02:43	11:53:34		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
142	2,69	2,19	00:02:12	11:55:46		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
143	0,80	0,88	00:00:53	11:56:39	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
144	2,36	1,87	00:01:52	11:58:31	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
145	1,55	0,69	00:00:41	11:59:12		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
146	2,32	1,98	00:01:59	12:01:11		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
147	1,70	1,85	00:01:51	12:03:02		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
148	2,36	1,76	00:01:45	12:04:47	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
149	2,23	2,77	00:02:46	12:07:34	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
150	1,69	2,82	00:02:49	12:10:22	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
151	2,32	1,03	00:01:02	12:11:24		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
152	0,65	2,76	00:02:45	12:14:10		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
153	2,07	2,13	00:02:08	12:16:17	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
154	2,36	2,13	00:02:08	12:18:25	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
155	1,28	1,92	00:01:55	12:20:20		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
156	0,55	1,82	00:01:49	12:22:10	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
157	0,77	0,97	00:00:58	12:23:08		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal

158	1,66	2,56	00:02:33	12:25:42		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
159	2,15	2,75	00:02:45	12:28:26		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
160	0,87	1,24	00:01:14	12:29:40		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
161	2,38	1,39	00:01:24	12:31:04		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
Nro. Obs.	Números aleatorios	Nro. Aleatorios sin fórmula	Convertidos en minutos	Hora	ACTIVO	INACTIVO	OBS	ELEMENTO	CATEGORIA
162	0,77	0,51	00:00:31	08:00:31		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
163	1,10	2,46	00:02:28	08:02:58	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
164	0,60	2,12	00:02:07	08:05:05	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
165	1,56	0,98	00:00:59	08:06:04		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
166	1,67	2,46	00:02:28	08:08:32	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
167	1,71	2,64	00:02:38	08:11:10	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
168	1,95	1,36	00:01:22	08:12:32	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
169	1,42	2,18	00:02:11	08:14:43	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
170	0,83	2,04	00:02:02	08:16:45		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
171	0,85	1,83	00:01:50	08:18:35		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
172	1,89	1,06	00:01:03	08:19:38	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
173	1,84	0,57	00:00:34	08:20:13	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
174	0,85	2,47	00:02:28	08:22:41		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
175	2,45	1,27	00:01:16	08:23:56		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
176	1,34	2,56	00:02:34	08:26:30	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
177	2,79	2,09	00:02:05	08:28:35	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
178	2,74	2,74	00:02:45	08:31:20		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
179	1,37	2,83	00:02:50	08:34:10		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
180	1,62	2,26	00:02:15	08:36:25	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
182	0,73	2,79	00:02:48	08:39:13		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
183	0,52	2,81	00:02:49	08:42:01	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
184	0,64	2,04	00:02:02	08:44:04		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
185	1,61	2,44	00:02:26	08:46:30		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal

186	1,92	1,81	00:01:49	08:48:18		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
187	1,18	1,25	00:01:15	08:49:33		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
188	2,14	1,41	00:01:25	08:50:58		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
189	2,69	0,84	00:00:50	08:51:48		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
190	2,11	0,92	00:00:55	08:52:43	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
191	1,83	0,52	00:00:31	08:53:14		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
192	2,28	1,40	00:01:24	08:54:38		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
193	2,61	1,69	00:01:41	08:56:20		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
194	1,09	1,49	00:01:30	08:57:49		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
195	1,43	1,40	00:01:24	08:59:14	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
196	2,48	1,39	00:01:23	09:00:37	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
197	2,22	1,45	00:01:27	09:02:03	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
198	2,16	2,06	00:02:03	09:04:07	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
199	0,88	1,94	00:01:57	09:06:03		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
200	1,53	0,96	00:00:57	09:07:01		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
201	1,59	0,99	00:01:00	09:08:00	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
202	0,79	1,19	00:01:11	09:09:12		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
203	2,75	2,55	00:02:33	09:11:45	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
204	2,65	0,86	00:00:51	09:12:36		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
205	2,05	2,36	00:02:22	09:14:57		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
206	1,40	2,04	00:02:02	09:17:00		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
207	1,30	0,74	00:00:44	09:17:44	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
208	1,06	0,86	00:00:52	09:18:36	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
209	2,17	0,96	00:00:57	09:19:33		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
210	1,73	2,70	00:02:42	09:22:15		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
211	1,83	1,37	00:01:22	09:23:37		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
212	1,60	0,84	00:00:50	09:24:28		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
213	1,10	1,92	00:01:55	09:26:22		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
214	2,52	1,80	00:01:48	09:28:11		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
215	1,21	1,05	00:01:03	09:29:14		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
216	1,21	2,38	00:02:23	09:31:36		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal

217	1,57	1,59	00:01:36	09:33:12	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
218	1,08	2,52	00:02:31	09:35:43	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
219	1,82	2,70	00:02:42	09:38:25	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
220	1,27	1,88	00:01:53	09:40:18		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
221	2,56	2,64	00:02:38	09:42:56		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
222	0,83	0,83	00:00:50	09:43:46	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
223	2,06	1,61	00:01:37	09:45:22		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
224	2,16	1,19	00:01:11	09:46:34	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
225	2,09	2,04	00:02:02	09:48:36	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
226	2,00	0,72	00:00:43	09:49:20	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
227	2,15	1,11	00:01:06	09:50:26	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
228	2,13	0,83	00:00:50	09:51:16	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
229	0,80	1,00	00:01:00	09:52:16	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
230	1,95	2,55	00:02:33	09:54:49		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
231	2,51	0,56	00:00:34	09:55:23	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
232	0,56	1,49	00:01:30	09:56:52	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
233	2,17	1,77	00:01:46	09:58:38		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
234	1,53	0,52	00:00:31	09:59:09	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
235	1,04	1,59	00:01:35	10:00:45	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
236	0,71	0,72	00:00:43	10:01:28		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
237	1,09	0,65	00:00:39	10:02:07	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
238	0,86	2,82	00:02:49	10:04:56		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
239	2,01	1,53	00:01:32	10:06:28		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
240	1,36	2,83	00:02:50	10:09:18		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
241	1,80	1,52	00:01:31	10:10:50		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
242	0,92	1,28	00:01:17	10:12:06		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
243	1,34	2,59	00:02:35	10:14:42		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
244	0,59	1,26	00:01:15	10:15:57		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
245	1,74	0,60	00:00:36	10:16:33	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
246	2,57	2,69	00:02:41	10:19:14		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal

247	2,09	1,53	00:01:32	10:20:46		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
248	0,70	0,54	00:00:32	10:21:18		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
249	2,33	2,68	00:02:41	10:23:59		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
250	2,83	1,79	00:01:48	10:25:47	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
251	1,52	2,34	00:02:20	10:28:07	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
252	2,10	0,60	00:00:36	10:28:43	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
253	1,94	2,17	00:02:10	10:30:53		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
254	1,48	1,64	00:01:39	10:32:32	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
255	0,62	2,33	00:02:20	10:34:52	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
256	1,02	2,49	00:02:29	10:37:21	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
257	1,20	2,67	00:02:40	10:40:01	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
258	2,70	0,71	00:00:42	10:40:44	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
259	2,25	1,27	00:01:16	10:42:00		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
260	1,82	0,94	00:00:56	10:42:56	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
261	1,51	1,33	00:01:20	10:44:16	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
262	2,35	1,07	00:01:04	10:45:20	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
263	0,89	1,24	00:01:14	10:46:35		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
264	2,09	2,06	00:02:04	10:48:38	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
265	0,97	1,02	00:01:01	10:49:40		1	100,0	CHARLA CON OTRO OPERARIO	RP - Retraso Personal
266	1,11	1,52	00:01:31	10:51:11		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
267	1,49	2,68	00:02:41	10:53:52		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
268	0,96	2,65	00:02:39	10:56:31	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
269	1,26	0,82	00:00:49	10:57:20	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
270	2,01	1,44	00:01:27	10:58:47	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
271	0,92	2,45	00:02:27	11:01:14		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
272	1,58	2,06	00:02:03	11:03:18	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
273	0,65	1,63	00:01:38	11:04:55		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
274	0,92	2,47	00:02:28	11:07:24	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
275	1,16	2,82	00:02:49	11:10:13	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
276	2,82	2,53	00:02:32	11:12:44		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal

277	1,70	0,59	00:00:35	11:13:20		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
278	0,96	2,65	00:02:39	11:15:59	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
279	2,69	2,44	00:02:26	11:18:25	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
280	2,33	1,81	00:01:49	11:20:14		1	100,0	LLEVAR PLIEGOS	RI - Retraso Inevitable
281	1,51	0,95	00:00:57	11:21:11		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
282	2,70	2,63	00:02:38	11:23:49		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
283	0,52	2,08	00:02:05	11:25:53		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
284	1,83	2,02	00:02:01	11:27:55		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
285	1,38	1,96	00:01:58	11:29:53	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
286	1,24	2,81	00:02:49	11:32:41	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
287	2,48	2,47	00:02:28	11:35:10		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
288	2,01	2,47	00:02:28	11:37:38		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
289	1,43	0,54	00:00:32	11:38:10		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
290	2,28	2,33	00:02:20	11:40:30		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
291	2,79	0,95	00:00:57	11:41:27		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
292	1,15	1,36	00:01:21	11:42:48	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
293	2,79	2,80	00:02:48	11:45:36	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
294	2,55	0,89	00:00:54	11:46:30		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
295	2,77	1,35	00:01:21	11:47:51	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
296	1,18	1,23	00:01:14	11:49:04	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
297	2,20	1,41	00:01:25	11:50:29	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
298	1,40	1,67	00:01:40	11:52:09	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
299	2,06	0,92	00:00:55	11:53:04		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
300	1,05	0,79	00:00:47	11:53:52		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
301	1,25	0,94	00:00:56	11:54:48	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
302	1,96	0,68	00:00:41	11:55:29	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
303	0,61	2,19	00:02:11	11:57:40	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
304	2,15	0,80	00:00:48	11:58:28		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
305	0,75	2,17	00:02:10	12:00:38	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
306	0,71	2,55	00:02:33	12:03:11	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
307	2,28	1,63	00:01:38	12:04:49		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable

308	2,59	1,44	00:01:27	12:06:15		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
309	0,95	1,92	00:01:55	12:08:11		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
310	1,58	2,02	00:02:01	12:10:12		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
311	0,85	2,22	00:02:13	12:12:25	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
312	2,43	2,10	00:02:06	12:14:31	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
313	1,82	0,65	00:00:39	12:15:10	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
314	0,77	2,46	00:02:28	12:17:38		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
315	2,76	1,25	00:01:15	12:18:53	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
316	0,92	2,26	00:02:15	12:21:08		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
317	1,20	2,08	00:02:05	12:23:13	1		50,0	COMPAGINADO	P - Productivo
318	2,21	0,78	00:00:47	12:24:00		1	50,0	APILAR PLIEGOS	RE - Retraso evitable
319	2,31	0,50	00:00:30	12:24:30	1		100,0	COMPAGINADO	P - Productivo
320	2,83	2,76	00:02:46	12:27:16		1	100,0	DISTRACCION	RP - Retraso Personal
321	1,85	1,05	00:01:03	12:28:19	1		75,0	COMPAGINADO	P - Productivo
322	2,08	2,42	00:02:25	12:30:44		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal
323	1,37	1,13	00:01:08	12:31:52		1	100,0	FUERA DE SU ESTACION	RP - Retraso Personal

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo II: Estudio de tiempos

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL							
ANEXO 11 – ESTUDIO DE TIEMPOS							
	Tiempo de operación (seg)	Tiempo de operación (min) X	X ²		Tiempo de operación (seg)	Tiempo de operación (min) X	X ²
1	20	0,33	0,11	11	20	0,33	0,11
2	18	0,30	0,09	12	20	0,33	0,11
3	19	0,32	0,10	13	22	0,37	0,13
4	21	0,35	0,12	14	20	0,33	0,11
5	20	0,37	0,11	15	18	0,30	0,09
6	22	0,43	0,19	16	20	0,33	0,11
7	18	0,30	0,09	17	20	0,33	0,11
8	20	0,33	0,11	18	16	0,27	0,07
9	20	0,33	0,11	19	20	0,33	0,11
10	21	0,35	0,12	20	18	0,30	0,09
TOTAL Tiempo de operación (x)	6,55	Numero de observaciones	20	Total x2	2,16	Tamaño de la muestra	8
Operación		Compaginado		Escala		Escala 0 – 100	
Nro. Obs.	Elemento	Tiempo Cronometrado	Tiempo (min)	Valoración	Tiempo ponderado (min)		
1	A	00:00:08	0,13	100	0,13		
	B	00:00:15	0,12	100	0,12		
	C	00:00:21	0,10	75	0,08		
2	A	00:00:09	0,15	100	0,15		
	B	00:00:14	0,08	100	0,08		
	C	00:00:20	0,10	75	0,08		
3	A	00:00:08	0,13	100	0,13		
	B	00:00:14	0,10	100	0,10		
	C	00:00:23	0,15	75	0,11		
4	A	00:00:10	0,17	100	0,17		
	B	00:00:14	0,07	100	0,07		
	C	00:00:22	0,13	75	0,10		
5	A	00:00:08	0,13	100	0,13		
	B	00:00:13	0,08	100	0,08		
	C	00:00:20	0,12	75	0,09		
6	A	00:00:09	0,15	100	0,15		

	B	00:00:16		0,12		100		0,12		
	C	00:00:22		0,10		75		0,08		
7	A	00:00:08		0,13		100		0,13		
	B	00:00:13		0,08		100		0,08		
	C	00:00:22		0,15		75		0,11		
8	A	00:00:10		0,17		100		0,17		
	B	00:00:16		0,10		100		0,10		
	C	00:00:22		0,10		75		0,08		
ELEMENTO		OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	TIEMPO BASICO (min)
A		0,13	0,15	0,13	0,17	0,13	0,15	0,13	0,17	0,146
B		0,12	0,08	0,10	0,07	0,08	0,12	0,08	0,10	0,094
C		0,08	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,08	0,089

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo 12: Diagnóstico Inicial 5S

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
ANEXO 12 – DIAGNOSTICO 5S ANTES			
Evaluación de Organización		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		X
2	¿Se observan objetos dañados?	X	
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		X
4	¿Existen objetos obsoletos?	X	
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		X
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	X	
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		X
Evaluación de Orden		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		X
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		X
3	¿Utiliza identificación visual, de tal manera que permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos?		X
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.	X	
5	¿Los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		X
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		X
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		X
Evaluación de Limpieza		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		X
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	X	
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		X

4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		X
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?	X	
Evaluación de Estandarización		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		X
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		X
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		X
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		X
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		X
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos estándar?		X
Evaluación de Disciplina		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?		X
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?		X
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de evaluación, que afecten los principios 5s?	X	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		X

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo 13: Plan de mantenimiento

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL	
ANEXO 13 – PLAN DE MANTENIMIENTO	
<p>1. Objetivo</p> <p>Diseñar un plan anual de mantenimiento autónomo, preventivo y correctivo con el fin de alargar y mantener la vida útil de sus máquinas, disminuir costos, aumentar la calidad del producto y controlar el proceso.</p> <p>2. Alcance</p> <p>El presente plan se aplica a toda la maquinaria y personal involucrado en el manejo de estas.</p> <p>3. Responsables</p> <p>El gerente es responsable de analizar y registrar las causas que generan fallos, proponer y definir las correcciones, plazos de ejecución, implementar las correcciones y realizar el control y seguimiento a la ejecución de mantenimiento autónomo.</p> <p>El personal es responsable de realizar el mantenimiento autónomo, detectar y comunicar la presencia de anomalías referente a la maquinaria.</p> <p>4. Definiciones</p> <ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento: Acciones destinadas a conservar, restaurar, corregir, prevenir y en algunos casos predecir fallas o averías, que afecten el normal funcionamiento de las máquinas, manteniéndolas en condiciones operativas seguras.• Mantenimiento autónomo: Mantenimiento que consiste en que los operarios realicen diariamente actividades no especializadas (inspección, limpieza, lubricación y ajustes menores), capacitando al personal en caso no tenga pleno conocimiento de alguna de las actividades asignadas al operario.• Mantenimiento preventivo: Mantenimiento que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran. Esto se hace por medio de inspecciones periódicas y cambio de elementos en malas condiciones o dañados. Se basa principalmente en la confiabilidad de la maquinaria. Este mantenimiento es realizado por técnicos.• Mantenimiento correctivo: Mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina o equipo, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar las fallas es el propio usuario de la máquina (operador), debe avisar al gerente. Este mantenimiento es realizado por técnicos. <p>5. Descripción</p> <p>5.1 Empadronamiento y codificación de máquinas</p> <p>Consiste en cuantificar la maquinaria y equipos que van a ser cubiertos por el plan de mantenimiento. Como primer paso para la realización objetiva de este plan de mantenimiento se realizó un inventario y codificación de la maquinaria (PP = pre prensa, P = prensa y PT = postprensa, seguido del nombre de la maquina), la cual se presenta a continuación.</p>	

Equipo	Código	Cantidad
CTP Heidelberg Suprasetter A52/A75	PP – CTP	1
Reveladora Ipagsa	PP – REV	1
Cortadora Polar 115x	PP – COR	1
Offset 1 Heidelberg GTO	P – PRE – 1	1
Offset 2 Heidelberg MOZ	P – PRE – 2	1
Offset 4 Heidelberg PM	P – PRE – 4	1
Offset 6 Lithrone 640P	P – PRE – 6	1
Plegadora Stahlfolder	PT – PLE	1
Engrapadora JMD G5	PT – ENG	1
Empastadora Heidelberg Eurobind600	PT – EMP	1

5.2 Elaboración de Hojas de vida por máquina

La hoja de vida es la bitácora de reparaciones, será simple ya que solo contendrá reportes y costos de mantenimiento, describe la actividad, fecha, repuestos, responsable que realiza la tarea y otros datos. A continuación se muestra la Hoja de Vida a utilizar:

HOJA DE MAQUINARIA					
Máquina					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Nro.	Actividad	Periodo	Responsable	Materiales (Costos)	OBS.
1					
2					
MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
Nro.	Descripción (Avería o fallo)	Fecha	Operario que detecto	Repuestos (Costos)	Técnico (Costos)
1					
2					

5.3 Relación de requerimientos

Los requerimientos son las actividades de mantenimiento autónomo y preventivo para cada máquina. Estos requerimientos se basaron en los manuales, información disponible de las asociaciones de la industria de la comunicación gráfica e internet, conocimiento del operario y encargado y del historial de mantenimiento que existía en algunas de ellas. Estos se dividen en cinco grupos: requerimientos de lubricación, mecánicos, eléctricos, instrumentales y civiles. A continuación se muestra los requerimientos necesarios:

Requerimientos eléctricos		
1	Revisar breaker principal	Semanal
2	Revisar estado de conexiones	Semanal
3	Revisar botón parada de emergencia	Diario
4	Revisar interruptores (luces, colchón de aire, línea de corte y encendido)	Mensual
5	Revisar estado de contactores	Semanal
6	Revisar regulador	Semanal
7	Revisar resistencia (escobillas. resortes)	Mensual

Requerimientos de lubricación		
8	Lubricación en cabezal	Mensual
9	Lubricación cuerpo	Mensual
10	Lubricación unidad principal	Semanal
11	Lubricación de la abrazadera	Mensual
12	Lubricación de cadenas	Mensual
13	Lubricación engranajes	Mensual
14	Lubricación guías porta cuchillas	Semanal
15	Lubricación central	Diario
16	Lubricar cojinete del vástago de embolo en la bomba de aire	Semanal
17	Pinza oscilante (rulo de leva) LI	Semanal
18	Cilindro contrapresión (rulo de leva) LS	Semanal
19	Lubricar barra de tracción para las pinzas de alimentación (marcador)	Mensual
20	Lubricar alojamiento de la bomba de aire	Mensual
21	Lubricar guías delanteras	Mensual
22	Lubricar mecanismo mojador	Mensual
23	Lubricar mecanismo de tintaje	Mensual
24	Lubricar dispositivo especial freno del pliego	Mensual
25	Lubricar polea extensible en el motor	Semestral
26	Lubricar movimiento de la barra aspiradora	Semestral
27	Lubricar embolo bomba de aire	Semestral
28	Lubricar eje porta pinza	Semanal
29	Lubricar levas de apertura	Semanal
30	Lubricar tambor de tinta	Mensual
31	Lubricar leva de mando v rodamiento de bolas	Mensual
32	Lubricar bases guía v pinzas	Semanal
33	Lubricar subidas y bajadas de mesa	Semanal
34	Lubricar palanca de embrague	Semanal
35	Lubricar varilla de velocidad	Semanal
36	Lubricar sellos protectores	Mensual
37	Lubricar ejes	Mensual
Requerimientos mecánicos		
38	Revisar pedal	Mensual
39	Revisar correa de regulación V	Mensual
40	Comprobar nivel de aceite	Diario
41	Drenar trampa de agua	Mensual
42	Revisión de mangueras	Mensual
43	Revisión de electroválvulas	Mensual
44	Revisión puerta esmeriladora	Semanal
45	Comprobar aceite en el depósito del empujador	Semanal
46	Cambiar aceite	Trimestral
47	Comprobar movimiento del empujador	Diario
48	Superficies de deslizamiento (laterales de rodillos, nervios guías)	Semanal
49	Partes móviles del pisa papel (pisón) y porta cuchillas	Semanal

50	Cambiar cuchilla (Nivelar cuchilla, cambiar listón de corte, limpieza guías porta cuchillas)	Semanal
51	Filtros	Semanal
52	Revisar las guardas de seguridad	Diario
53	Comprobar estado de las cintas aspiradoras (también tensión)	Mensual
54	Revisar tablero	Mensual
55	Revisar bandejas	Mensual
56	Revisar flautas de aire (ventosas)	Mensual
57	Controlar tornillos para polvo	Semanal
58	Aspirar flautas de succión	Semanal
59	Revisar guías	Semestral
60	Controlar tornillos para polvo	Semanal
61	Aspirar flautas de succión	Semanal
62	Revisar guías y cambio de batería	Semestral
Requerimientos generales de limpieza		
63	Limpieza general de la máquina	Semanal
64	Limpieza interna parte delantera	Semanal
65	Limpieza esmeriladora	Semanal
66	Limpieza interna parte trasera	Semanal
67	Limpiar Tubo de recorrido	Semanal
68	Limpiar las superficies de los cilindros y los aros contra remosqueo	Diario
69	Limpiar raqueta (después de cada lavado)	Diario
70	Limpiar el tamiz de polvo y el filtro de aire de la bomba de aire	Semanal
71	Limpiar aros de medición	Diario
72	Limpiar aros de guía	Diario
73	Proteger los cilindros	Diario
74	Limpiar poleas transportadoras	Semanal
75	Limpiar sensor en el alimentador	Mensual
76	Limpiar sensor en la salida	Mensual
77	Limpiar caja de motor	Mensual
78	Limpieza rodillos de transporte	Semanal
79	Limpieza correa de transporte	Semanal
80	Limpieza ruedas de caucho	Semanal
81	Limpieza ruedas de caucho transporte vertical	Semanal
82	Limpiar rodillos	Semanal
83	Limpiar rodillos de plegado	Diario
84	Limpiar compresor	Semanal
85	Limpiar bandejas (alimentación, salida y circulación)	Mensual
86	Limpieza guías laterales, pisón y porta cuchillas	Mensual

5.4 Registro de fallas que derivaron en mantenimiento

Para conocer con mejor precisión y analizar las fallas presentes en el proceso se propone realizar un registro. A continuación se muestra el Registro de fallas a utilizar:

HOJA DE MAQUINARIA					
INFORMACIÓN GENERAL					
<input type="checkbox"/>	AUTONOMO	<input type="checkbox"/>	PREVENTIVO	<input type="checkbox"/>	NINGUNO
Fecha de registro:				Proceso donde se detecta la falla	
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA					
ACCIONES INMEDIATAS					
Nro.	Acciones			Plazo	Responsable
1					
2					
CAUSAS QUE DIERON ORIGEN A LA FALLA					
CAUSA 1					
CAUSA 2					
ACCIONES CORRECTIVAS					
Nro.	Acciones	Plazo	Responsable	Se erradico la causa	OBS.
1					
2					

5.5 Mantenimiento autónomo

Máquina	Requerimientos necesarios
CTP Heidelberg Suprasetter A52/A75	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 39, 41, 42, 43, 44, 49, 53, 55, 57, 59, 63, 64, 67, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 80, 83, 84
Reveladora Ipagsa	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 39, 41, 42, 43, 44, 49, 53, 55, 57, 59, 63, 64, 67, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 80, 83, 84
Cortadora Polar 115x	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 40, 43, 49, 50, 53, 55, 56, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 82, 84
Offset 1 Heidelberg GTO	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Offset 2 Heidelberg MOZ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Offset 4 Heidelberg PM	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Offset 6 Lithrone 640P	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50,

	51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Plegadora Stahlfolder	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Engrapadora JMD G5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Empastadora Heidelberg Eurobind600	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

5.6 Mantenimiento preventivo

Se realizará una vez al año (mes de vacaciones) donde solo se limitará a las prensas, ya que son los que presentan averías más frecuente. El mantenimiento se realizará por el prensista 4 y técnicos de Heilderberg.

5.7 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, es difícil predecirlo, el mismo puede ocurrir por diversas causas, ya sean humanas (mal manipulación del equipo por falta de capacitación), por los servicios a los cuales está supeditado su funcionamiento (energía eléctrica, software) o por desgaste propio en su uso (rotura de elementos propios de la máquina); ya sea cual fuere la causa de esta, se debe establecer una serie de procedimientos que se deben cumplir cuando ocurre un paro de maquinaria no programado los cuales son:

- Informar al Gerente General
- El mismo hará una evaluación preliminar del por qué ocurrió el paro
- Se ha previsto solicitar de manera escrita la ayuda profesional respectiva (operadora de servicio de mantenimiento contratado) que, de momento a realizar el presente plan, es la Empresa HEIDELBERG BOLIVIA SA.

La empresa responsable del mantenimiento de emergencia deberá:

- Evaluar el daño causado por la falla.
- Analizar la o las causas de la falla.
- Corregir las causas de la falla.
- Reparar, ajustar o cambiar piezas defectuosas.
- Hacer pruebas y ajustes finales necesarios.
- Presentar un informe con todo lo anteriormente detallado para el pago respectivo.

5.8 Capacitación

La realización de capacitación al personal, consistirá en explicar el presente documento, y su implementación, además de incluir la capacitación técnica por parte de Heilderberg en temas de mantenimiento autónomo.

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

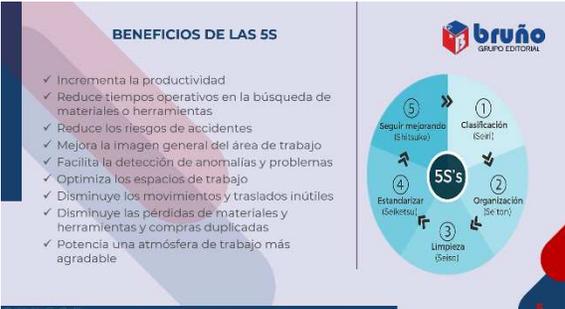
Anexo 14: Diagnóstico después de 5S

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
ANEXO 14 – DIAGNOSTICO 5S DESPUÉS			
Evaluación de Organización		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?	X	
2	¿Se observan objetos dañados?		X
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?	X	
4	¿Existen objetos obsoletos?		X
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?	X	
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?		X
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	X	
Evaluación de Orden		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?	X	
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	X	
3	¿Utiliza identificación visual, de tal manera que permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos?	X	
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.	X	
5	¿Los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		X
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		X
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?	X	
Evaluación de Limpieza		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?	X	
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	X	
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad	X	

4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	X	
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?	X	
Evaluación de Estandarización		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		X
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	X	
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?	X	
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		X
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?	X	
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos estándar?		X
Evaluación de Disciplina		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	X	
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	X	
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de evaluación, que afecten los principios 5s?	X	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	X	

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

Anexo 15: Diapositivas para capacitación metodología 5S

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ANEXO 15 – DIAPOSITIVAS DE CAPACITACIÓN		
		
		
		
		

SEIKETSU - ESTANDARIZAR

Hacer que las anteriores 3S estén incluidas en las actividades rutinarias.

Uso de estándares, sistematización (control visual), procedimientos, listas de verificación, para mantener las áreas de trabajo limpias, seguras y eficientes.

SHITSUKE - DISCIPLINA Y HÁBITO

El objetivo es mantener lo implementado y mejorar. Implica el éxito a largo plazo en la implementación de las 5S.

SHITSUKE - DISCIPLINA Y HÁBITO

Al inicio...

SHITSUKE - DISCIPLINA Y HÁBITO

ANTES

No existe una sistemática para archivo de la documentación.

DESPUÉS

Codificación de colores mediante gomas para la localización de documentos.

EJERCICIO PRÁCTICO

EJERCICIO PRÁCTICO

EJERCICIO PRÁCTICO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	

EJERCICIO PRÁCTICO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	

EJERCICIO PRÁCTICO

¡Muchas Gracias!

Fuente: Elaboración en base a (Bruño, 2024)

AUTOR: OLIVER FERNANDO CABRERA MORALES

CORREO ELECTRONICO: ferolicabmor@gmail.com

CELULAR: 65175432



2024-TTES-1288-D-1

**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-2918/2024
La Paz, 16 de septiembre de 2024**

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **12 de septiembre de 2024**, por **OLIVER FERNANDO CABRERA MORALES** con **C.I. N° 8461681 LP**, con número de trámite **DA 1654/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE EDITORIAL BRUÑO S.R.L. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING E INGENIERÍA DE MÉTODOS"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el *"Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración"*.

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece *"Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión"*. En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: *"la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"*

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena"*



fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: "**PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE EDITORIAL BRUÑO S.R.L. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING E INGENIERÍA DE MÉTODOS**" a favor del autor y titular: **OLIVER FERNANDO CABRERA MORALES** con **C.I. N° 8461681 LP** bajo el seudónimo **OLIVER**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/lm

Firmado Digitalmente por:

Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI
CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
LA PAZ - BOLIVIA



Firma:



K0G4u5Tc7Su96J

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO INGRESAR A LA PÁGINA WEB www.senapi.gob.bo/verificacion Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Telfs.: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Telfs.: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Telfs.: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Telfs.: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urriagoitia,
Zona Parque Bolívar.
Telf.: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Callees Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Telf.: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14.
Telf.: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Telf.: 72018160

