

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERU**

**Escuela de Posgrado**



**PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA  
CONTINUA EN UNA LINEA DE PRODUCCIÓN DE CAJAS  
DE CARTÓN CORRUGADO PARA ALIMENTOS DE  
AGROEXPORTACIÓN EMPLEANDO METODOLOGÍA  
PDCA**

Tesis para obtener el grado de Magíster en Ingeniería Industrial con  
mención en Gestión de Operaciones  
que presenta:

***Franco Alonso León Zegarra***

Asesor:

***Fiorella Patricia Cardenas Toro***

Lima, 2022

### Informe de Similitud

Yo, Fiorella Patricia Cárdenas Toro, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesora de la tesis de maestría titulado "Propuesta e implementación de mejora continua en una línea de producción de cajas de cartón corrugado para alimentos de agroexportación empleando metodología PDCA", del autor Franco Alonso León Zegarra,dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 03/11/2022.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 14 de Febrero de 2022

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Cárdenas Toro, Fiorella Patricia</u>	
DNI: 40650891	Firma: 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-7073-6919">0000-0001-7073-6919</a>	



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado, *Propuesta e implementación de mejora continua en una línea de producción de cajas de cartón corrugado para alimentos de agroexportación empleando metodología PDCA*, se desarrolla en el marco del proyecto de Excelencia Operacional que lleva a cabo la empresa Corrugados S.A. durante el año 2021. Este trabajo se justifica en las grandes oportunidades que la empresa tiene en términos de la productividad y la mejora de sus procesos. Bajo esa lógica, el objetivo de este trabajo de investigación es incrementar la productividad y la eficiencia de la planta de cartón corrugado a través de la aplicación de la metodología PDCA utilizando para tal fin herramientas de mejora continua. Para lograr lo antes mencionado, se aplican herramientas de mejoras tales como análisis de 5 porqués, diagrama de Ishikawa, Brainstorming de ideas, diagrama SIPOC, diagrama analítico de proceso (DAP), entre otros. Posteriormente, se desarrolla la etapa de Análisis y Diagnóstico de la empresa Corrugados S.A., a través de indicadores (KPI's) que permiten conocer el estado actual de la compañía y las brechas existentes en materia de productividad y eficiencia (PLAN) para el proceso productivo de Cajas Troqueladas. Seguidamente, se detallan las actividades ejecutadas de acuerdo con el diagnóstico ejecutado, haciendo énfasis en las oportunidades identificadas a través de los análisis de causa raíz desarrollados. Por último, se llevan a cabo actividades asociadas a medir, estandarizar y documentar para mostrar, a continuación, un Valor Actual Neto (VAN) de \$ 2,114,064 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor a la Tasa de interés (12%) que aseguran que el proyecto es rentable.

**Palabras clave:** cajas de cartón corrugado, mejora continua, agroexportación, metodología PDCA.

## ABSTRACT

This research entitled, *Proposal and implementation of continuous improvement in a production line of corrugated cardboard boxes for agro-export foods using PDCA methodology*, is developed within the framework of the Operational Excellence project carried out by the Corrugados S.A. company during 2021. This work is justified by great opportunities that company has in terms of productivity and improvement of its processes. Under this logic, the objective of this research is to increase productivity and efficiency of the corrugated cardboard process through the application of PDCA methodology using continuous improvement tools for this purpose. To achieve the, improvement tools such as 5 why's analysis, Ishikawa diagram, Brainstorming ideas, SIPOC diagram, Process Analytical Diagram (DAP), among others, are used. Later, the stage of Analysis and Diagnosis of the company Corrugados S.A. is developed, through key performance indicators (KPI's) that allow knowing current state of company and existing gaps in terms of productivity and efficiency (PLAN) for the production process of boxes. Afterward, activities carried out according to diagnosis are detailed, emphasizing opportunities identified through root-cause analysis conducted. Finally, activities associated with measuring, standardizing and documenting are performed to show, then, a Net Present Value (NPV) of \$ 2,114,064 and an Internal Rate of Return (IRR) greater than Interest Rate (12%) that ensures that project is profitable.

**Keywords:** cardboard boxes, continuous improvement, agro-export, PDCA methodology.

## **AGRADECIMIENTOS**



A mi madre.  
A Raúl Zegarra Valencia, mi padre.  
A la profesora Fiorella Cardenas, mil gracias por la paciencia.  
A Christian Cornejo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
1.1 Cartón Corrugado.....	5
1.1.1 Gramaje.....	5
1.1.2 Grosor de cartón.....	5
1.1.3 Densidad y Calibre.....	6
1.2 Componentes del Cartón Corrugado.....	6
1.2.1 Configuraciones de Flauta.....	7
1.3 Proceso de Corrugado.....	8
1.4 Proceso de Conversión (Impresión y Troquelado).....	9
1.5 Mejora Continua o Kaizen .....	10
1.6 El Ciclo de Mejora Continua PDCA.....	10
1.6.1 Etapas del ciclo de Deming.....	11
1.6.1.1 Plan (Planear).....	13
1.6.1.1.1 Brainstorming o Lluvia de Ideas.....	14
1.6.1.1.2 Diagrama de Flujo.....	14
1.6.1.1.3 Diagrama Causa-Efecto.....	14
1.6.1.1.4 Diagrama de Pareto.....	15
1.6.1.1.5 Los Cinco ¿Por qué? .....	15
1.6.1.1.6 Diagrama de Dispersión.....	15
1.6.1.1.7 Diagrama SIPOC.....	16
1.6.1.2 Do (Hacer).....	16
1.6.1.2.1 Gráficos de Barras.....	17
1.6.1.2.2 Gráficos Circulares o de Pastel.....	17
1.6.1.2.3 Diagrama de Gantt.....	17
1.6.1.3 Check (Verificar).....	18
1.6.1.3.1 Histogramas.....	18
1.6.1.3.2 Gráficos o Cartas de Control.....	19
1.6.1.3.3 Hojas de Control o Lista de Verificación.....	19
1.6.1.4 Act (Actuar).....	20
1.6.1.4.1 Círculos de Calidad.....	20
1.6.1.4.2 Las 5S.....	20
1.6.1.4.3 Lección de un Punto (LUP).....	21

<b>CAPÍTULO II. LA EMPRESA.....</b>	<b>22</b>
2.1 Descripción e Historia de la empresa Corrugados S.A.....	22
2.2 Perfil de la Empresa.....	22
2.3 Estructura Organizacional.....	23
2.4 Proveedores.....	26
2.5 Clientes.....	27
2.6 Instalaciones.....	27
2.7 Maquinarias por tipo de Negocio.....	28
2.8 Materias Primas.....	29
2.9 Proceso Productivo.....	29
2.10 Productos.....	32
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN</b>	
<b>ACTUAL (FASE PLAN).....</b>	<b>35</b>
3.1 Definir el Proyecto.....	35
3.1.1 Definición del Proyecto e Importancia.....	35
3.1.2 Definición y Análisis de Indicadores de Productividad (KPI's).....	36
3.1.2.1 Indicadores de Productividad (KPI's) en Corrugadoras.....	37
3.1.2.2 Indicadores de Productividad (KPI's) en Imprentas.....	41
3.2 Analizar la situación actual y causas potenciales.....	43
3.2.1 Problemas identificados en Corrugadora United (A3).....	44
3.2.2 Problemas identificados en Imprenta 20 (IMP20).....	51
3.3 Planificar Soluciones.....	57
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA (FASE DO).....</b>	<b>60</b>
4.1 Implementación de Soluciones.....	60
4.1.1 Planteamiento de Soluciones y establecimiento de prioridades.....	60
4.1.2 Inversión en implementación de pre-calentadores adicionales en Corrugadora United.....	62
4.1.3 Establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo.....	64
4.1.4 Reasignación de actividades de mantenimiento autónomo (colocación de cuchillas) al equipo de mantenimiento.....	77
4.1.5 Ejecución de un programa agresivo de Las 5S, estudio de tiempos y movimientos; y, reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la Imprenta 20.....	79
4.1.5.1 Seleccionar (Seiri).....	84
4.1.5.2 Organizar (Seiton).....	86
4.1.5.3 Limpiar (Seiso).....	88
4.1.5.4 Estandarizar (Seiketsu).....	89
4.1.5.5 Seguimiento (Shitsuke).....	90
<b>CAPÍTULO V. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA (FASES CHECK Y ACT).....</b>	<b>93</b>
5.1 Indicadores de Productividad (KPI's) en Corrugadora United (A3) luego del proceso de implementación de mejoras (FASE CHECK).....	93
5.2 Indicadores de Productividad (KPI's) en Imprenta 20 (IMP20) luego	

del proceso de implementación de mejoras (FASE CHECK).....	99
5.3 Resumen de procedimientos y documentando soluciones (FASE ACT).....	102
<b>CAPÍTULO VI. EVALUACION ECONÓMICA.....</b>	<b>105</b>
6.1 Gastos de Implementación de pre-calentadores.....	105
6.2 Gastos de Implementación de Programa de Desarrollo y Crecimiento Profesional para personal operativo.....	106
6.3 Gastos de reasignación de actividades de mantenimiento autónomo.....	106
6.4 Gastos de Implementación de Programa 5's, estudio de tiempos y movimientos y reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la imprenta 20.....	106
<b>CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
7.1 Conclusiones.....	110
7.2 Recomendaciones.....	111
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de Flauta (mm).....	7
Tabla 2: Etapas de Metodología de Deming – PLAN.....	12
Tabla 3: Etapas de Metodología de Deming – DO, CHECK Y ACT.....	12
Tabla 4: Las 5 S.....	21
Tabla 5: Principales Proveedores por unidad de negocio .....	27
Tabla 6: Principales clientes .....	27
Tabla 7: Instalaciones por tipo de negocio.....	28
Tabla 8: Maquinaria por tipo de negocio.....	28
Tabla 9: Materias Primas por tipo de negocio.....	29
Tabla 10: Tiempos promedio en producción de lote de cajas agroindustrial.....	30
Tabla 11: Tipos de Productos.....	32
Tabla 12: KPI's Corrugadora.....	33
Tabla 13: KPI's Imprentas.....	33
Tabla 14: Condiciones de diseño de máquinas.....	36
Tabla 15: Fórmulas para Indicadores de Corrugadora United (A3).....	38
Tabla 16: Fórmulas para Indicadores de Imprenta 20 (IMP20).....	41
Tabla 17: Lista de problemas y soluciones identificados – Corrugadora...	58
Tabla 18. Lista de problemas y soluciones identificados – Imprenta.....	59
Tabla 19: Puntuación a criterios de decisión (leyenda).....	60
Tabla 20: Resultados de aplicación de criterios de decisión.....	61
Tabla 21: Entrevistas por perfil de puestos.....	65
Tabla 22: Requisitos mínimos por puesto en Impresión.....	66
Tabla 23: Problemáticas en proceso de Impresión.....	69
Tabla 24: Perfil de Puesto: Operador de Máquina III.....	73
Tabla 25: Requisitos mínimos por puesto en Impresión.....	75
Tabla 26: Examen de Competencias – Cambio de Cuchillas (3A).....	79
Tabla 27: Diferencia entre Tareas Internas y Externas.....	81
Tabla 28: Clasificación de tareas de set-up en Imprenta 20.....	82
Tabla 29: Elementos retirados durante proceso de programa 5S.....	85
Tabla 30: Distancia de elementos en función a frecuencia de uso.....	88
Tabla 31: Crecimiento mensual (m <sup>2</sup> /h) – Corrugadora United (A3).....	95
Tabla 32: Crecimiento mensual I (ml/min) – Corrugadora United (A3).....	96
Tabla 33: Crecimiento mensual II (ml/min) – Corrugadora United (A3).....	97
Tabla 34: OEE Ad-hoc en Corrugadora United (A3).....	98
Tabla 35: Crecimiento porcentual mensual – Imprenta 20.....	100
Tabla 36: Decrecimiento mensual de Tiempos de Set-up – Imprenta 20..	101
Tabla 37: Crecimiento de OEE porcentual mensual – Imprenta 20.....	102
Tabla 38: Lista de Documentos generados durante el proceso de implementación de mejora.....	103
Tabla 39: Ingreso promedio trimestral adicional luego de implementación	

del proyecto.....	105
Tabla 40: Inversiones en pre-calentadores.....	105
Tabla 41: Inversiones en Programa de Desarrollo y Crecimiento.....	106
Tabla 42: Inversiones en Actividades de Mantenimiento Autónomo.....	106
Tabla 43: Inversiones en Implementación de Programa 5S – Imprenta 20.....	106
Tabla 44: Flujo mensual del primer año del proyecto.....	107
Tabla 45: Flujo anual a 6 años del proyecto.....	108
Tabla 46: Ratios de proyecto.....	108



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes Cartón Corrugado.....	6
Figura 2: Tipos de Cartón Corrugado.....	6
Figura 3: Tipos de Onda en Cartón Corrugado.....	8
Figura 4: Máquina Corrugadora doble-pared.....	9
Figura 5: Máquina Impresora Troqueladora Rotativa.....	9
Figura 6: Ciclo PDCA.....	11
Figura 7: Ciclo de la Solución de Problemas.....	13
Figura 8: Organigrama Gerencial de Corrugados S.A.....	24
Figura 9: Organigrama Operacional de Corrugados S.A.....	26
Figura 10: Diagrama Analítico de Proceso (DAP) de Producción de Cajas de Cartón.....	32
Figura 11: Benchmark de OEE de Corrugadores clase mundial con 45% OEE en promedio.....	36
Figura 12: Plano Mecánico – caja de campaña Uvas.....	37
Figura 13: Productividad Semanal Corrugadora United (A3).....	38
Figura 14: Velocidad de Corrida Semanal Corrugadora United.....	39
Figura 15: Velocidad Media Semanal Corrugadora United.....	39
Figura 16: OEE Semanal Corrugadora United.....	40
Figura 17: Productividad semanal – Imprenta 20.....	42
Figura 18: Tiempos de Set-up semanal – Imprenta 20 (minutos).....	42
Figura 19: OEE semanal – Imprenta 20 (%).....	43
Figura 20: Diagrama SIPOC – Producción de Cajas Corrugadas.....	44
Figura 21: Dashboard – Corrugadora United.....	47
Figura 22: Brainstorming – Corrugadora United. ....	48
Figura 23: Diagrama de Ishikawa – Corrugadora United. ....	49
Figura 24: Análisis 5 ¿Por qué? – Pegado defectuoso I.....	50
Figura 25: Análisis 5 ¿Por qué? – Pegado defectuoso II.....	51
Figura 26: Dashboard – Imprenta 20.....	53
Figura 27: Tiempos de Set-up – Imprenta 20.....	53
Figura 28: Brainstorming – Imprenta 20.....	54
Figura 29: Diagrama Ishikawa – Imprenta 20.....	55
Figura 30: Análisis de los 5 ¿Por qué? – Desinterés en mejorar productividad en Imprenta 20. ....	56
Figura 31: Análisis 5 ¿Por qué? Altos tiempos de set-up en Imprenta 20	57
Figura 32: Sistema de pre-calentadores (punteado en rojo). ....	63
Figura 33: Fases para Programa de Desarrollo y Crecimiento profesional para personal operativo. ....	64
Figura 34: Invitación a Focus Group – Imprentas.....	65

Figura 35: Organigrama actual del proceso de Impresión.....	71
Figura 36: Pilares de formación. ....	72
Figura 37: Nuevo Organigrama propuesto - Imprentas.....	74
Figura 38: Línea de Carrera - Impresión.....	75
Figura 39: Malla curricular de Corrugados S.A.- Imprentas.....	77
Figura 40: LUP para Cambio de Cuchillas en Corrugadora United.....	78
Figura 41: Etapas del proceso de Set-up en Imprenta 20.....	80
Figura 42: Tiempos de Set-up en Imprenta 20.....	81
Figura 43: Layout zona de trabajo Imprenta 20 - Actual. ....	84
Figura 44: Tarjeta Roja – Etapa Seleccionar (5S).....	85
Figura 45. Almacenamiento de planchas de cartón corrugado en desorden y son ningún control.....	86
Figura 46: Layout zona de trabajo Imprenta 20 - Modificado.....	87
Figura 47: Delimitación de zonas de almacenaje colindantes con la Imprenta 20.....	87
Figura 48: Modificación en estanterías de Troqueles.....	87
Figura 49: Checklist de la etapa de Limpieza del Programa 5S.....	89
Figura 50: Banner principal del programa 5S de la empresa Corrugados S.A.....	89
Figura 51: Manual de Implementación de Herramienta 5S.....	90
Figura 52: Cartelera de Herramienta 5S.....	91
Figura 53: Capacitación y examen en 5S.....	91
Figura 54: Layout zona de trabajo Imprenta 20 - Modificado.....	93
Figura 55: Evolución de productividad semanal en United (A3) .....	94
Figura 56: Evolución de productividad mensual en United (A3) .....	95
Figura 57: Evolución de velocidad de corrida (ml/min) semanal en United (A3).....	95
Figura 58: Evolución de velocidad de corrida (ml/min) mensual en United (A3).....	96
Figura 59: Evolución de velocidad media (ml/min) semanal en United (A3) .....	97
Figura 60: Evolución de velocidad media (ml/min) mensual en United (A3) .....	97
Figura 61: Evolución de OEE – Modelo Ad-hoc (%) mensual en United (A3) .....	98
Figura 62: Evolución de Velocidad Media (golpes/h) mensual en IMP20...	100
Figura 63: Evolución de Tiempos de Set-up (minutos) mensual en IMP20. ....	101
Figura 64: Evolución de OEE (%) mensual en Imprenta 20 (IMP20).....	102
Figura 65: Cálculo de TIR cuando VAN es igual a 0.....	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cálculos de la productividad Semanal de la Corrugadora United	114
Anexo 2. Cálculos para determinar la Velocidad de Corrida o Rendimiento de la Corrugadora United.....	114
Anexo 3. Cálculos realizados para determinar la Velocidad Media de la Corrugadora United.....	115
Anexo 4. Cálculos realizados para determinar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) – Modelo Ad-hoc.....	115
Anexo 5. Cálculos realizados para hallar la productividad semanal de la Imprenta 20.....	116
Anexo 6. Cálculos realizados para hallar los tiempos de set-up de la Imprenta 20.....	116
Anexo 7. Cálculos realizados para hallar OEE de la Imprenta 20.....	116
Anexo 8. Resultados de la evaluación entre todos los integrantes para establecer prioridades entre las actividades con oportunidades.....	117
Anexo 9. Registro de capacitación en Cambio de Cuchillas para Corrugadora United (3A) para el personal de Mantenimiento.....	119
Anexo 10. Registro de 5 tiempos de actividades de Set-up en Imprenta 20.....	119
Anexo 11. Formato de Perfil de Puesto para Operador de Máquina III.....	121

# INTRODUCCIÓN

De acuerdo con diversos autores relacionados con el rubro de envases y embalajes para alimentos, la finalidad de un empaque para alimentos es contener, proteger, preservar, mantener, transportar y ser en sí mismo una solución de empaque para el producto o alimento que se espera contener en este. Tal es el caso de las cajas de cartón corrugado que durante mucho tiempo se han utilizado para diversos propósitos; y, en este sentido, el uso de cajas de cartón es tan diverso como la imaginación nos los permita diseñar y emplear.

Las cajas de cartón configuran un elemento importante para contener y transportar alimentos provenientes del sector industrial y agroindustrial. El mercado agroindustrial en el Perú, configura uno de los que sostienen el Producto Bruto Interno (PBI) del país y, además, ofrecen grandes oportunidades laborales en zonas rurales, donde las líneas de pobreza son marcadas y se requiere de esfuerzo para mejorar la calidad de vida de las familias.

Las exportaciones, de acuerdo con Comex Perú (2021), crecieron 21% en el periodo enero-julio 2021 respecto al periodo 2020, a pesar de las crisis sanitarias y políticas que aún persisten en el Perú, siendo la palta, uva, arándano y espárrago los alimentos que más destacaron en su crecimiento agroexportador. Este mercado en crecimiento, afecta directamente a las cajas de cartón corrugado que cumplen un papel trascendental al momento del transporte de estos alimentos con destino a países como Estados Unidos, Holanda, España, Reino Unido, Japón, entre otros.

El negocio de producción de cajas de cartón corrugado es muy complejo y requiere de procesos muy especializados que demandan de personal calificado que, en muchos casos, puede ser difícil de encontrar. Los procesos de corrugado, impresión flexográfica, proceso de producción de clisés y troqueles, que son operaciones básicas para la producción de cajas de cartón son complejas y demandan esfuerzo y dedicación para su fabricación. Otro

aspecto notable y muy técnico, es el referido al desarrollo de la caja de cartón adecuada para el uso esperado. La ciencia de identificación y definición del tipo de cartón es algo que va más allá de los conceptos básicos y requiere estudios avanzados para comprender las diferentes características. Esto implica considerar una revisión de la capacidad de resistencias del cartón, el sistema de apilamiento de las cajas a utilizar, la resistencia a la humedad, la calidad del papel que se usa para la fabricación, las condiciones de proceso que aseguren el cartón adecuado, entre otros.

De acuerdo con las cualidades del negocio y frente a la existencia de una gran competencia en este sector, la aplicación de herramientas de mejora continua enmarcadas dentro de un Proyecto de Excelencia en las Operaciones son la mejor opción para buscar el crecimiento de la compañía en términos de productividad y eficiencia en la empresa Corrugados S.A.

Para el desarrollo del proyecto, se propone como objetivo general incrementar la productividad y la eficiencia de la planta de cartón corrugado a través de la aplicación de la metodología *PDCA* (*en inglés Plan, Do, Check, Act*), también conocida como *El Ciclo de Deming* o *Círculo de Deming*. Una herramienta formada por cuatro pasos que ayuda en la toma de decisiones y la mejora continua de las organizaciones.

A partir de este objetivo se plantean tres objetivos específicos:

- 1) Evaluar el estado actual del proceso productivo de la empresa Corrugados S.A, buscando identificar causas a sus problemas más críticos en sus procesos de Corrugado y Conversión.
- 2) Utilizar la metodología PDCA para explicar, a través de la aplicación de cada una de sus fases y herramientas de mejora, los principales problemas y soluciones que impacten positivamente en la productividad y eficiencia de la compañía Corrugados S.A.
- 3) Plantear y proponer metas de mediano y largo plazo para la empresa Corrugados S.A. que contribuyan a la sostenibilidad de las mejoras aplicadas.

El proceso de desarrollo de esta investigación está estructurado en siete capítulos los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo se detalla el marco teórico, en el cual se explican y detallan los conceptos básicos sobre el proceso de fabricación de cajas de cartón corrugado. Asimismo, se precisan detalles sobre la herramienta PDCA y se profundiza en la aplicación de herramientas de calidad en cada etapa de aplicación del Ciclo de Deming.

En el capítulo 2, se presenta la situación actual del proceso operativo de la empresa Corrugados S.A., a partir de lo cual se identifican oportunidades o brechas representativas respecto a la eficiencia y productividad. También se consideran las velocidades de diseño de las máquinas y empresas de clase mundial de la línea de producción de cajas de cartón corrugado para alimentos de agroexportación.

En el capítulo 3, se realiza el análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa o Fase Plan, la cual se centra en el análisis del proceso productivo identificando las causas de la problemática actual. Este proceso se desarrolla empleando herramientas de calidad que conduzcan a identificar las causas de los problemas que aquejan a la línea productiva y minimizan la productividad y eficiencia.

En el capítulo 4, se expone el proceso de desarrollo de la metodología de la Fase Do, en la cual se demuestra que se puede incrementar la productividad a través del uso del Ciclo de Deming, empleando herramientas que conduzcan a la identificación de causas de los problemas. Para el desarrollo de la metodología se emplea la herramienta PDCA utilizando una lista de chequeo y determinación de procesos desviados o fuera los estándares de productividad.

En el capítulo 5, se desarrollan las Fases Check y Act, en las cuales a partir del diagnóstico de las brechas, se miden e implementan las mejoras propuestas para medir el impacto sobre el sistema, siguiendo la ruta de actividades a continuación:

- (1) diseño y planificación de la propuesta de mejora,
- (2) implementación de la propuesta de mejora,

(3) validación del incremento de productividad y eficiencia de la línea de producción.

En el capítulo 6 se desarrolla la evaluación económica, en la cual se detallan los gastos asociados a la implementación de pre-calentadores, gastos de implementación del programa de mejora, de la reasignación de actividades y de la implementación del programa de las 5S.

En el capítulo 7, se plasman las conclusiones y recomendaciones asociadas al proceso de implementación del proyecto.



# CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

En este apartado se detallan los conceptos básicos y fundamentales para el proceso de producción de cartón corrugado tales como: corrugado, impresión flexográfica y procesos auxiliares. Finalmente, se presentan definiciones teóricas sobre la metodología PDCA que permitan mejorar y rediseñar los procesos.

## 1.1 Cartón Corrugado

De acuerdo con Martínez (2009), la celulosa es la base del cartón corrugado y está formado por un papel onda central o papel ondulado que debe pasar un proceso de ondulado o corrugado con la ayuda de rodillos acanalados. Dicho papel ondulado cumple la función de generar volumen, espesor y resistencia al momento de conformar el cartón. Además, este papel onda se refuerza con dos capas de papel (llamados liners o caras) que son adheridas al papel ondulado con la ayuda de un adhesivo en las crestas de la onda del papel central. Finalmente, el cartón corrugado es considerado con un material liviano cuyas propiedades de resistencia se fundamenta en el esfuerzo en conjunto que se genera al juntar el corrugar con los liners o caras externas.

Por su parte, Perez *et al.* (2016), describen una serie de variables que forman parte importante del proceso productivo de cartón corrugado, tales como:

### 1.1.1 Gramaje

El cartón generalmente se mide por su gramaje ( $\text{g/m}^2$ ), que es el peso del cartón expresado en gramos por metro cuadrado. La mayor parte de cartones empleados como envases oscilan entre 160 y 600  $\text{g/m}^2$ .

### 1.1.2 Grosor de cartón

El espesor o grosor del cartón se establece al medir la distancia existente entre los dos liners que forman parte del cartón. Generalmente, se mide en milésimas de milímetro (micras). Los valores aproximados y

referenciales de los cartones comerciales suelen estar entre 350 y 800  $\mu\text{m}$  de grosor.

### 1.1.3 Densidad y Calibre

Se entiende por Densidad al grado de compactación del cartón cuyas unidades de medida son  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Generalmente, se suele reemplazar esta propiedad por el calibre, que se define como superficie de cartón en  $\text{m}^2/10 \text{ kg}$  de peso. Es decir, el número de planchas de cartón (70 x 100 cm) en 10 kilogramos de material.

## 1.2 Componentes del Cartón Corrugado

Una plancha de cartón corrugado está conformada por un papel Liner y dos papeles onda, según se demuestra en la figura 1.

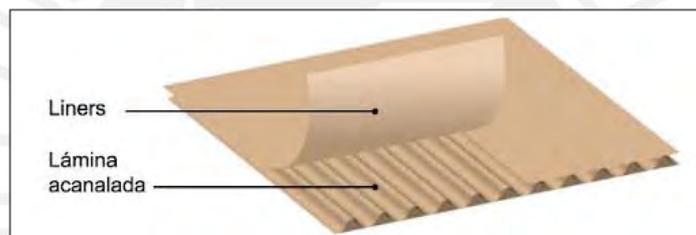


Figura 1: Componentes Cartón Corrugado.

Fuente: Coresba (2021)

Dependiendo del número de capas que conforman el cartón podemos encontrar (1) Single-face, (2) Pared simple, (3) Pared doble o (4) Pared triple, según observamos en la figura 2.

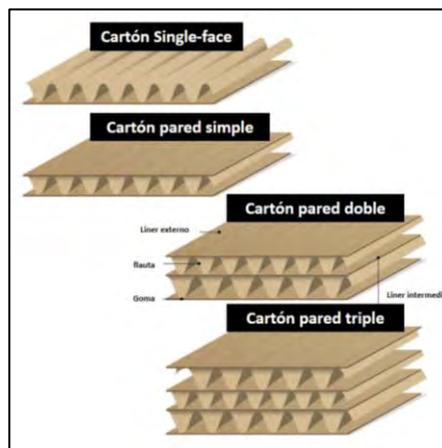


Figura 2: Tipos de Cartón Corrugado.

Fuente: CORESBA (2021)

Dependiendo del tamaño de onda (flauta), podemos encontrar diversas combinaciones (figura 3). Es importante precisar que el uso de ondas para determinadas aplicaciones estará en función de la aplicación que se le requiera dar a dichas cajas o el uso previsto. Por ejemplo, es común observar el uso de cartones doble pared en onda EB o BC para aplicaciones agroindustriales (uvas, arándanos, entre otros), mientras que el uso de ondas tales como C, B o E se utilizan para aplicaciones industriales (galletas, snacks, entre otros).

### 1.2.1 Configuraciones de Flauta

De acuerdo con Twede *et al.* (2015), el espesor de los cartones depende del tamaño de las flautas (ondas) y del número de paredes que componen el cartón. En terminología general, las caras son el número de linerboards y las paredes son el número de capas medias o corrugares. El cartón corrugado single-face es utilizado como material envoltorio de bombillas de luz, por ejemplo, o productos frágiles. Por otro lado, los cartones doble y triple pared son utilizados para aplicaciones de uso pesado (figura 3).

Las flautas (ondas) existen en diferentes tamaños y destacan siete flautas (ondas) más utilizadas en Norteamérica. A pesar que las flautas son nombradas alfabéticamente, los tamaños no están en orden alfabético sino como un instrumento histórico basado en el momento de su adopción. El tamaño estándar, ordenado de mayor a menor es: K, A, C, B, E, F y N (Twede *et al.*, 2015). En la tabla 1, se observa alturas de flauta y número de ondas por metro de acuerdo con el tipo de onda.

Tabla 1: Tipos de Flauta (mm)

TIPO FLAUTA	ALTURA DE FLAUTA (mm)	FLAUTAS / METRO
A	3.99 - 4.9	108 ± 10
B	2.2 - 3.0	154 ± 10
C	3.5 - 3.7	128 ± 10
E	1.0 - 1.8	295 ± 13
F	0.7	420 ± 13

Fuente: Adaptado de Twede *et al.* (2015)

Por ejemplo, cuando hablamos de cartones EB o EC, se habla de una mezcla de más de una flauta, de acuerdo con las dimensiones (altura) descritas en la tabla 1 y en la figura 3. Onda EB (1.0 – 1.8 mm para onda E + 2.2 – 3.0 para onda B + papeles liner).

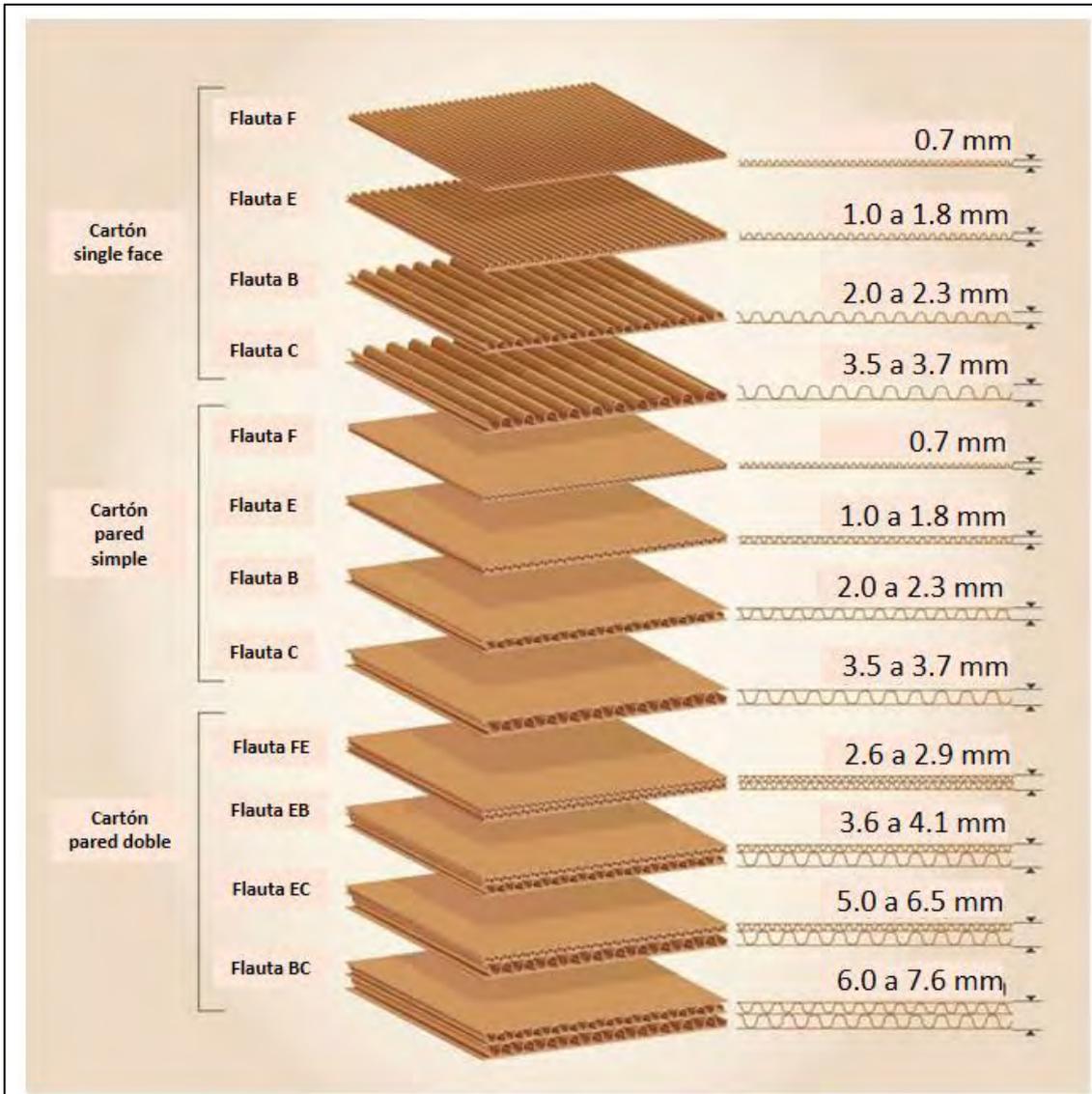


Figura 3: Tipos de Onda en Cartón Corrugado.

Fuente: Adaptado de CORESBA (2021).

### 1.3 Proceso de Corrugado

El proceso productivo de cartón corrugado se lleva a cabo a través de las siguientes partes de la máquina Corrugadora: (1) Cabezal corrugador 1, (2) Cabezal corrugador 2, (3) Zona de pegado de single-faces, (4) Mesa de

secado, (5) Cortadora o Slitter y (6) Zona de recibo de planchas según se logra observar en la figura 4 (Rossmann, 2021).

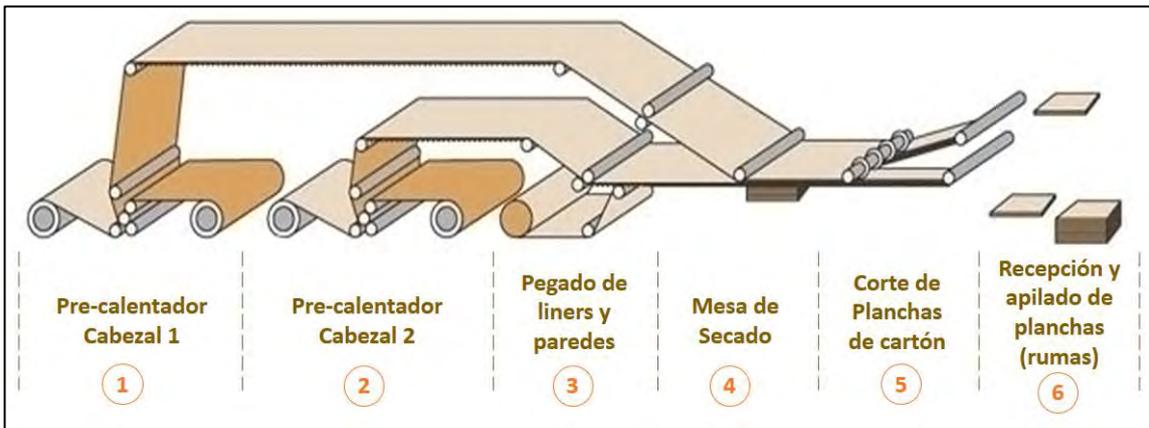


Figura 4: Máquina Corrugadora doble-pared.

Fuente: Rossmann (2021).

#### 1.4 Proceso de Conversión (Impresión y Troquelado)

El proceso de Conversión incluye el proceso de impresión, que incluye los requisitos gráficos de los clientes y el proceso de Troquelado que consiste en el corte final de la caja en función de las medidas establecidas por el cliente en un plano mecánico previamente definido según se observa en la figura 5 (MITSUBISHI, 2020).

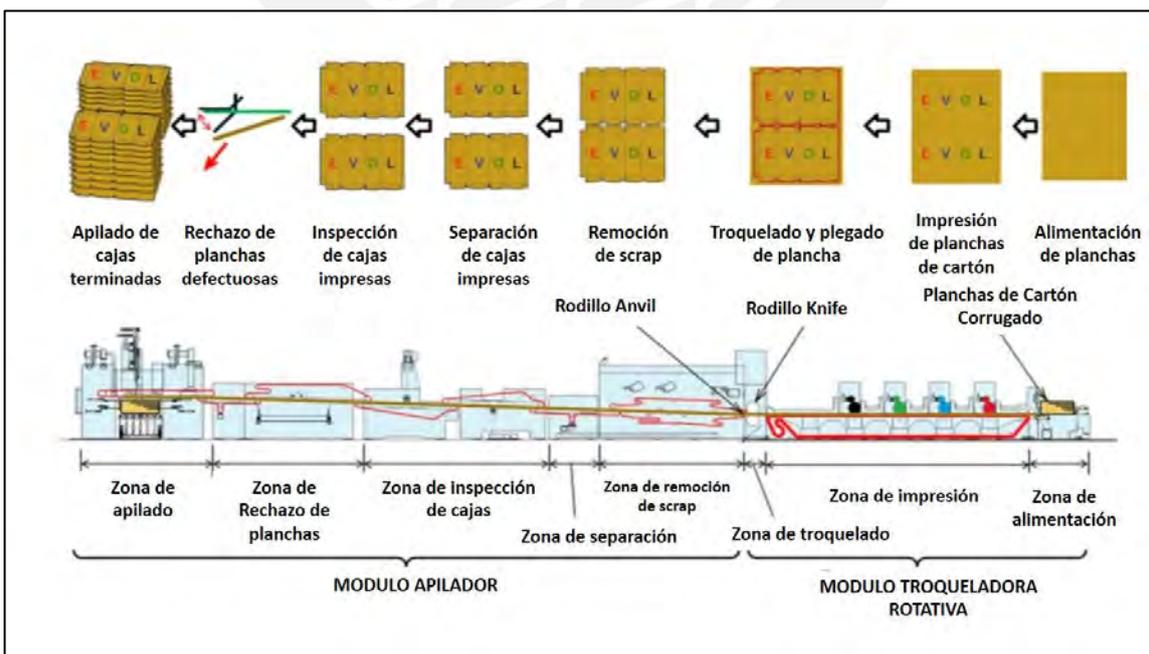


Figura 5: Máquina Impresora Troqueladora Rotativa

### **1.5 Mejora Continua o Kaizen**

El término Kaizen que significa “cambio para mejorar”, el cual no se limita únicamente a reducción de costos, si no más bien implica el implementar una cultura de cambio permanente, buscando mejoras las prácticas en las organizaciones, también llamado “mejora continua” (Radajell y Sanchez, 2010).

Desde el enfoque japonés, Masaaki (2000) precisa que la rueda de Deming, también conocida como ciclo PHRA, consiste en un grupo de actividades alineadas a la mejora. Este proceso inicia con un estudio inicial que requiere de la reunión de datos que posteriormente se usarán en la formulación del plan de mejora. Luego, el plan es elaborado y se procede a su ejecución. La ejecución del plan es revisado buscando evidenciar los cambios previstos. De obtener resultados favorables, se procede a la última etapa, que corresponde a la estandarización metodológica, con el fin de que los cambios y nuevos métodos introducidos sean aplicados permanentemente.

### **1.6 El Ciclo de Mejora Continua PDCA**

En 1920, Walter Shewhart desarrolló *El Ciclo Shewhart*, basado en un método científico de hipótesis, experimentación y evaluación de resultados. William Edwards Deming mejoró El Ciclo Shewhart y aplicó el método en la década de 1950 en Japón, lo que ayudó a reconstruir la economía del país y a partir de ello luego se conoció como *El Ciclo de Deming* o *Círculo de Deming*. Este proceso es una herramienta de cuatro pasos que ayuda en la toma de decisiones y la mejora continua, también llamado PDCA (por sus siglas en inglés *Plan, Act, Check and Do*) y su finalidad es contribuir a la mejora continua de las organizaciones (Tucker, 2015).

Por su parte, Cuatrecasas (1999) afirma que el Ciclo de Deming permite lograr de forma sistémica y estructurada la resolución de problemas. En su aplicación a éste trabajo, permite identificar el problema actual que ocurre durante el proceso de producción de cajas de cartón corrugado, identificando

niveles de productividad indeseables. Y, para ello, se requiere un replanteo de estrategias y procesos que permitan cumplir con los requerimientos mínimos de productividad y calidad.

De otra parte, será indispensable cumplir con una serie de pasos, para lograr el cumplimiento de cada etapa y el objetivo de la herramienta. En la figura 6, podemos observar cada una de las etapas del PDCA que deberán cumplirse para alcanzar los objetivos trazados.

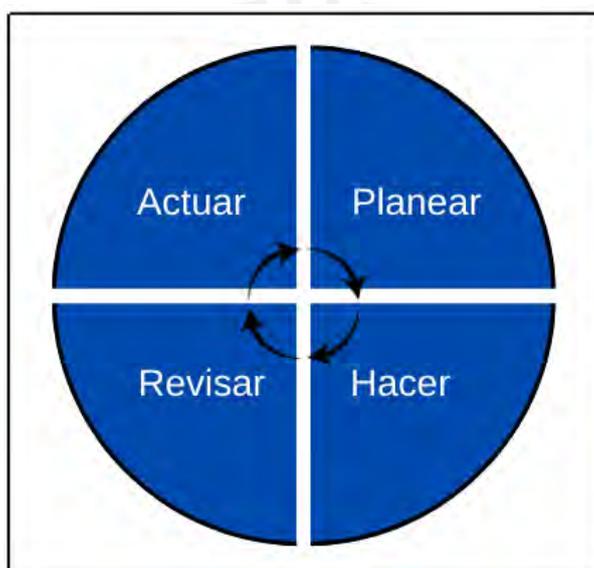


Figura 6: Ciclo PDCA  
Fuente: García (2019)

### 1.6.1 Etapas del ciclo de Deming

Dentro de las cuatro etapas del ciclo de Deming existen diferentes herramientas de mejora que pueden ser empleadas para el propósito de la investigación, según se observa en las tablas 2 y 3, adaptada de Carro y Gonzalez (2014). Mientras que, desde otro punto de vista, Masaaki (2000) enfoca el Ciclo de Deming desde una perspectiva similar, pero más sintetizada, como se observa en la figura 7, adaptado del mismo autor. Masaaki (2000) utiliza el ciclo de Deming para explicar el ciclo de solución de problemas.

De acuerdo con la figura 7, Masaaki (2000) desagrega la etapa *Planear* en tres subetapas que responden a las siguientes interrogantes: *Qué, Por qué y*

Cómo, a partir de las cuales se desarrolla la propuesta de análisis que descansa en el Ciclo de Deming.

Tabla 2: Etapas de la metodología de Deming (*Plan*)

ETAPA	ESPECIFICACIONES		HERRAMIENTAS
<b>PLANEAR</b>	Definir el Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el problema</li> <li>Analizar por qué es importante</li> <li>Definir indicadores (variables de control)</li> </ul>	<i>Brainstorming</i> Registros <i>Flowchart</i> Diagrama de Pareto
	Analizar la situación actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recoger información existente</li> <li>Identificar variables relevantes</li> <li>Confeccionar planillas de registros</li> <li>Recopilar datos de interés</li> </ul>	<i>Brainstorming</i> Registros <i>Flowchart</i> Diagrama de Pareto
	Analizar causas potenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar causas potenciales</li> <li>Analizar datos recopilados</li> <li>Observar la experiencia personal</li> <li>Tormenta de ideas</li> </ul>	<i>Brainstorming</i> Registros <i>Flowchart</i> Diagrama de Pareto Diagrama de dispersión Diagrama de causa-efecto
	Planificar soluciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantear una lista de soluciones.</li> <li>Establecer prioridades</li> <li>Preparar un plan operativo</li> </ul>	<i>Brainstorming</i> Gráficos de barras Gráficos circulares

Fuente: Carro y Gonzalez (2014)

Tabla 3: Etapas de la metodología de Deming (*Do, Check and Act*)

ETAPA	ESPECIFICACIONES		HERRAMIENTAS
<b>HACER</b>	Implementar soluciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantear una lista de soluciones.</li> <li>Establecer prioridades</li> <li>Preparar un plan operativo</li> </ul>	<i>Brainstorming</i> Gráficos de barras Gráficos circulares Diagrama de Gantt
<b>VERIFICAR</b>	Medir los resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recopilar datos de control</li> <li>Evaluar resultados</li> </ul>	Diagrama de Pareto Gráficos de línea Histogramas Gráficos de control
	Estandarizar el mejoramiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectuar los cambios a escala</li> <li>Capacitar y entrenar al personal</li> <li>Definir nuevas responsabilidades</li> <li>Definir nuevas operaciones y especificaciones.</li> </ul>	Diagrama de Pareto Gráficos de línea Histogramas Gráficos de control
<b>ACTUAR</b>	Documentar la solución	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resumir el procedimiento aprendido</li> </ul>	Procedimientos generales Procedimientos específicos Registros e instructivos de trabajo 5's Círculos de Calidad

Fuente: Carro y Gonzalez (2014).

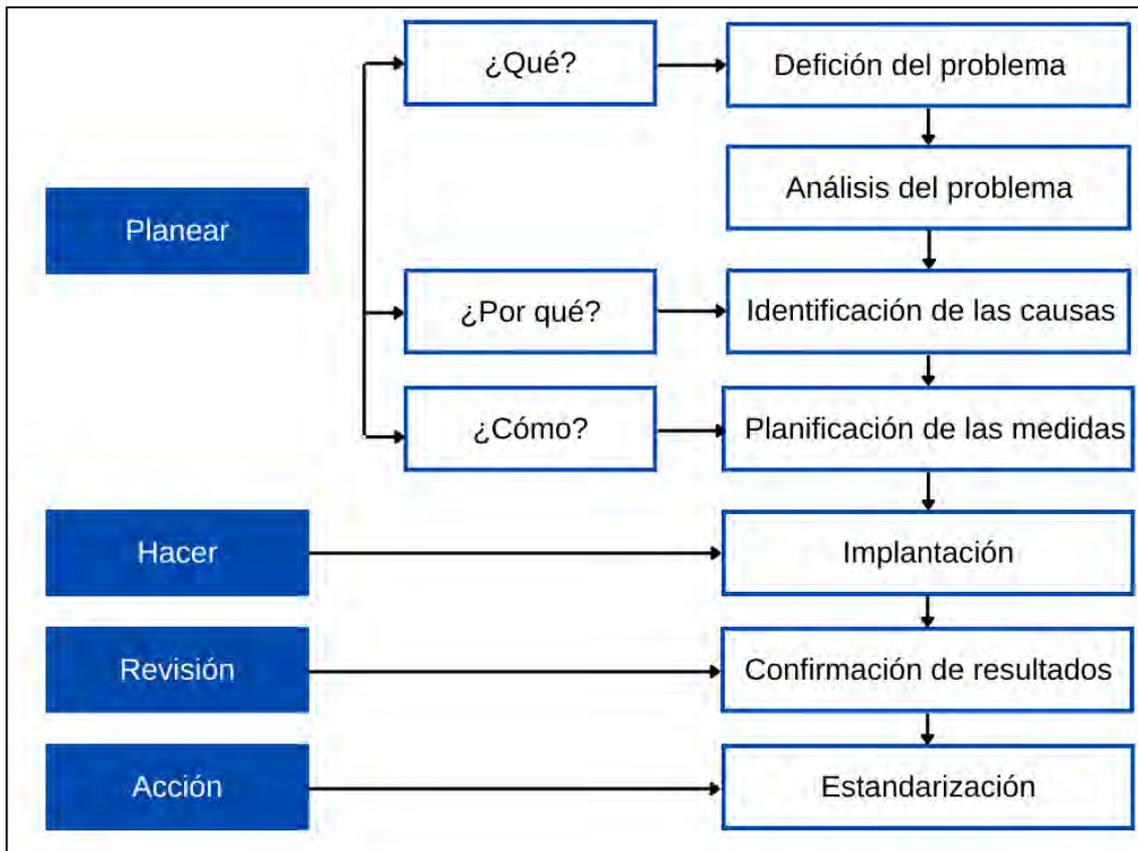


Figura 7: Ciclo de la Solución de Problemas.

Fuente: Masaaki (2000)

### 1.6.1.1 Plan (Planear)

A través de esta fase se busca entender y definir la problemática que se espera estudiar, mediante el análisis de los problemas y la identificación de las causas que la originan. Para finalmente, planificar las medidas que serán implantadas en la siguiente fase.

De acuerdo con Espinoza (2019), para llevar a cabo esta etapa será indispensable obtener recursos para formación, recursos materiales, tiempo, personas y compromiso del personal involucrado para el despliegue. Dentro de las herramientas que facilitan esta etapa se encuentran: el diagrama causa-efecto, el diagrama de flujo, el “5 ¿Por qué?” y el diagrama de Pareto.

A continuación se desarrollan detalladamente cada una de las herramientas que potencialmente se usaran para analizar el presente trabajo de investigación.

#### **1.6.1.1.1 Brainstorming o Lluvia de Ideas**

De acuerdo con Bonilla *et al.* (2020), la herramienta lluvia de ideas o Brainstorming es una metodología aplicada generalmente durante reuniones grupales, que es útil para la planeación de temas, logro de metas, contramedidas y escenarios. Es un método básico por excelencia que puede ser aplicado junto con otras metodologías.

Los mismos autores (Bonilla *et al.*, 2020) resaltan tres de sus características:

- Muchas ideas son enunciadas.
- Mayor probabilidad de comprender los problemas planteados mientras más ideas surjan.
- Existe más y mejores ideas en grupo que individualmente.

#### **1.6.1.1.2 Diagrama de Flujo**

Bonilla *et al.* (2020) definen al diagrama de flujo como una herramienta útil para describir procedimiento y/o instructivos de manera objetiva y clara promoviendo la comprensión del proceso entre los actores del área de trabajo. Por otro lado, un diagrama de flujo permite obtener una representación de todas las actividades que son necesarias para lograr un resultado concreto.

Asimismo, un diagrama de flujo es útil también para presentar las etapas de un proceso, para describir un procedimiento o una instrucción y para identificar mejoras que puedan estar asociadas a la secuencia del proceso o actividades (Bonilla *et al.*, 2020).

#### **1.6.1.1.3 Diagrama Causa-Efecto**

Un diagrama causa-efecto fundamenta su definición en la descripción e identificación de todas las causas de un problema que suelen ser descritas y establecidas sobre un diagrama conocido como “Espina de Pescado”, cuya finalidad de uso es la de discutir y analizar los problemas ahí precisados. Estas causas se asocian alrededor de seis componentes o aspectos: maquinaria, mano de obra, medio ambiente, materiales, método (de trabajo) y medios de

control. Esta herramienta permite analizar, comunicar y facilitar la solución de los problemas identificados (Bonilla *et al.*, 2020).

#### **1.6.1.1.4 Diagrama de Pareto**

Para Bonilla *et al.* (2020), este diagrama es una herramienta que permite establecer el impacto o efecto de algunos elementos sobre un aspecto definido. Por ejemplo, suele observarse que el mayor volumen de ventas de algunas empresas suele estar asociada a muy pocas líneas de producción o incluso el mayor número de defectos de ciertos productos se asocian a unas pocas causas identificadas (pocos vitales contra muchos triviales) que fue observado por Wilfredo Pareto, economista italiano. Es decir, este diagrama permite clasificar los elementos en términos de su impacto en las organizaciones. Existen tres clases que pueden analizarse a partir de lo anterior: Clase A (20% de elementos y 80% de impacto), Clase B (30% elementos y 15% impacto) y Clase C (50% elementos y 5% de impacto).

#### **1.6.1.1.5 Los Cinco ¿Por qué?**

Es una técnica creada por Sakichi Toyoda para Toyota con la finalidad de aplicarlos en sus metodologías de producción masiva. La herramienta consiste en repetir cinco veces la pregunta ¿Por qué? (Morales, 2013).

Complementando esta herramienta con el diagrama de Causa-Efecto se consigue tiene un panorama más claro de la causa raíz de los problemas, conduciendo el análisis a la razón de los problemas evitando centrarse en los efectos (Espinoza, 2019).

#### **1.6.1.1.6 Diagrama de Dispersión**

El diagrama de dispersión es una herramienta de mejora continua útil para ejecutar análisis entre dos variables buscando estimar la relación o correlación entre dichas variables. Por ejemplo, podríamos analizar la relación existente entre el espesor y la resistencia de una pieza metálica, o el número de visitas y los pedidos obtenidos por un vendedor, o incluso el número de personas de una oficina y los gastos de usar un teléfono (Bonilla *et al.*, 2020).

Existen varios de tipos de dispersión, en función de su correlación y que son mencionados por Bonilla *et al.* (2020), los que pueden ser:

- **Dispersión de correlación positiva:** Al aumentar el valor de una variable, aumenta también la otra. Por ejemplo, Al aumentar una flota de camiones también aumentará el consumo de petróleo.
- **Dispersión de correlación negativa:** Al aumentar el valor de una variable, disminuye la otra. Por ejemplo, al aumentar formación de los trabajadores disminuyen los errores dentro de la organización.
- **Dispersión de correlación no lineal:** No existe relación de dependencia entre las dos variables. Se utiliza para estudiar la relación posible entre dos variables.

Es recomendable el uso de este diagrama cuando se desea establecer el valor de una variable con respecto a otra, y demostrar que el cambio de un factor crítico puede afectar a otros factores.

#### 1.6.1.1.7 Diagrama SIPOC

De acuerdo con Marques y Requeijo (2009), los diagramas SIPOC son generalmente empleando al utilizar la herramienta DMAIC para resolución de problemas, concretamente durante la fase de Definir. Es una herramienta de mapeo poderosa cuyo nombre corresponde a los siguientes cinco elementos: *Supplier, Input, Process, Output, Customer*. Este diagrama suele ser dibujado con el propósito de comprender el proceso desde un alto nivel, aunque también existe la posibilidad de incrementar su nivel de detalle (macro-procesos y sub-procesos).

#### 1.6.1.2 Do (Hacer)

En esta etapa, el plan es puesto en acción tan pronto como sea posible, afirman Sobek y Smalley (2008). Mientras que Espinoza (2019) precisa que es la fase que comprende la realización de las acciones planificadas en el paso anterior en donde se pone en práctica el plan de trabajo planeado.

Con respecto a las herramientas empleadas en esta etapa del Ciclo de Deming podemos encontrar: brainstorming, gráficos de barras, gráficos circulares y diagrama de Gantt, entre otros.

#### **1.6.1.2.1 Gráficos de Barras**

El uso de esta herramienta consiste en el uso de barras paralelas y un ancho establecido a fin de comparar el comportamiento de alguna variable cuantitativa. Se puede aplicar para analizar y comparar la magnitud de varias cantidades. Por ejemplo, para analizar las relaciones cuantitativas de varios factores en un lugar de trabajo, tales como el número de defectos ocurridos en un proceso, el número de clientes que son atendidos por mes, la evolución mensual de costos de calidad, entre muchos otros (Bonilla *et al.*, 2020).

#### **1.6.1.2.2 Gráficos Circulares o de Pastel**

Bonilla *et al.* (2020) nos describen esta gráfica como aquella que representa los valores porcentuales de un grupo de datos con respecto al total en una gráfica circular que distribuye los valores en función de los porcentajes sobre un total de 100% (semejante a rebanadas de pastel). Permite comparar sectores de un conjunto de datos, como por ejemplo, se puede utilizar para observar la composición de ventas de determinados productos, la participación de una empresa en el mercado, la distribución de los participantes en una encuesta, entre otras.

#### **1.6.1.2.3 Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt es una herramienta cuyo objetivo es mostrar, para un conjunto de tareas previstas, el tiempo que dedicado para cada una de estas. Se busca establecer el tiempo de duración de cada actividad y los inicios y finales de cada una, con la finalidad de establecer seguimientos para su cumplimiento (Espinoza, 2019).

Por su lado, para Tuya *et al.* (2007) el diagrama de Gantt es una visualización de actividades en un calendario. Para este diagrama, las actividades se ubican en el lado izquierdo, todas las actividades se enumeran en la zona izquierda y las fechas en la zona superior. Las duraciones de las actividades se ubican en la zona central en forma de barras horizontales. Generalmente, la concepción de un diagrama Gantt se produce en las primeras fases del proyecto, concretamente en la fase de análisis de requisitos, una vez determinadas las actividades a realizar y los recursos disponibles para la realización de dicho proyecto. Teóricamente, en un diagrama Gantt se

establecen todas las actividades de un proyecto usando el conocimiento obtenido de proyectos anteriores y aplicando las políticas que establezca la empresa, con los objetivos de calidad, coste y calendario acordados entre cliente y empresa. Una vez definidas las actividades a ejecutar, se establece en el proceso de planificación cuál debe ser la duración estimada total del proyecto, en función de las tareas existentes.

### **1.6.1.3 Check (Verificar)**

La etapa verificar involucra medir los efectos de la implementación y compararlos contra el objetivo establecido (Sobek y Smalley, 2008). Por su parte, Espinoza (2019) precisa que esta es la fase que permite la comprobación de los resultados de las tareas ejecutadas y los objetivos definidos. Y, por otro lado, esta fase permite comparar los resultados planeados contra los obtenidos con la finalidad de analizar las causas de las desviaciones.

Con respecto a las herramientas empleadas en esta etapa del Ciclo de Deming podemos encontrar: diagrama de Pareto, gráficos de línea, histogramas, gráficos de control y hojas de control.

#### **1.6.1.3.1 Histogramas**

De acuerdo con Bonilla *et al.* (2020) un histograma es una gráfica de barras que permite analizar los datos en conjuntos de una variable (peso, altura, temperatura, densidad, tiempo, entre otros) buscando entender su tendencia central y dispersión. Generalmente, se busca usar esta herramienta en los siguientes casos: (1) para conocer la capacidad del proceso, (2) para conocer si se da cumplimiento a especificaciones de calidad y (3) para conocer la variabilidad de un proceso en términos de sus características técnicas. Por lo general, son los equipos de mejora los que desarrollan histograma buscando conocer la situación actual de un proceso y determinar si cumple con las especificaciones técnicas, al identificar el porcentaje de materiales que son defectuosos y posteriormente plantear acciones correctivas y/o preventivas.

#### **1.6.1.3.2 Gráficos o Cartas de Control**

Es la representación gráfica de una o más características de la calidad en un proceso a lo largo del tiempo, que sirve para observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento del proceso alrededor de un valor medio, y dentro de los límites de control. El objetivo principal es descubrir el desajuste del proceso, mostrando las tendencias pronunciadas o puntos fuera de límites de control y encontrar las causas a través del análisis de factores de calidad, como el hombre, las máquinas, los materiales, los métodos de trabajo, etcétera (Bonilla *et al.*, 2020).

Por otro lado, para Espinoza (2019) los gráficos de control son herramientas estadísticas de comparación y acción en el trabajo. Suelen ser usados en caso se necesite conocer si la variabilidad se debe a causas aleatorias o asignables a la operación, de este modo se puede establecer si el proceso está o no bajo control estadístico. Asimismo, los gráficos de control permiten observar la evolución del proceso, a fin de establecer si las variaciones son puntuales o un fenómeno continuo (lo que indicará el desajuste en el proceso sobre el que debe tomarse acción).

#### **1.6.1.3.3 Hojas de Control o Lista de Verificación**

De acuerdo con Fernandez y Mazziotta (2005) esta herramienta se utiliza para reunir datos de manera sistemática y de este modo lograr una imagen clara de lo acontecido. Esta herramienta facilita la recolección de datos de manera simple, concisa y estructurada, buscando simplificar los análisis y dotando de una primera información sobre las potenciales causas de las desviaciones de un proceso. Esta herramienta también se utiliza como fase preparatoria para posteriormente aplicar otras herramientas tales como gráficos de control o diagrama de Pareto. Básicamente, consiste en una plantilla o formulario para recopilar y registrar datos, por ejemplo: una hoja donde se controle la distribución de frecuencias de todas las causas de las desviaciones detectadas, una hoja de control donde se registre los tipos de desviaciones y una hoja de control para ubicación de desviaciones.

#### **1.6.1.4 Act (Actuar)**

La etapa *Act* está relacionada con establecer un nuevo proceso, solución o sistema como nuevo estándar de trabajo si los resultados son satisfactorios o aplicar medidas correctivas si no son adecuados (Sobek y Smalley, 2008). En esta última fase del PDCA, y luego de tener la garantía respecto a la congruencia entre lo planeado y los resultados obtenidos, los cambios planteados son documentados y se establecen programas de cultura en la organización para introducirlos y sostenerlos. De no lograr lo anterior, se deben tomar medidas adecuadas con el fin de corregir todas las distorsiones que impidan obtener los resultados esperando, a través del establecimiento de las causas que lo impiden (Espinoza, 2019).

Dentro de las herramientas empleadas en esta etapa podemos encontrar: procedimientos generales, procedimientos específicos, registros e instructivos de trabajo, las 5S y círculos de calidad.

##### **1.6.1.4.1 Círculos de Calidad**

De acuerdo con Render y Heizer (2014), los círculos de calidad son un grupo de empleados de una organización, que establecen reuniones periódicas a fin de solucionar problemas asociados al trabajo. Todos los miembros reciben capacitaciones permanentes en planeación de equipos, solución de problemas y control estadístico de calidad. Generalmente, las reuniones son una vez por semana (dentro o fuera del horario laboral). Estos grupos no reciben estímulos económicos, pero son reconocidos por la organización. El facilitador y líder, es el encargado de capacitar a los demás miembros y es el encargado del desarrollo y conducción de las reuniones.

##### **1.6.1.4.2 Las 5 S**

De acuerdo con Bonilla *et al.* (2020), “Las 5S” son una de las estrategias que ofrecen soporte a los procesos Kaizen (mejora continua) empleadas en manufactura esbelta. El origen de esta herramienta se da en paralelo con el movimiento de calidad total surgido en Japón durante la década de 1950. El

principal objetivo de la herramienta es desarrollar cambios de actitud de los empleados para con la administración de sus trabajos. Dentro los principales valores que se buscan reforzar, los observamos en la tabla 4.

Tabla 4: Las 5 S.

NOMBRE	SIGNIFICADO
Seiri (clasificar)	Diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios, en el ambiente de trabajo.
Seiton (organizar)	Disponer en forma ordenada los elementos clasificados como necesarios.
Seiso (limpiar)	Desarrollar un sentido de limpieza permanente en el lugar de trabajo.
Seiketsu (normalizar)	Estandarizar las prácticas para mantener el orden y la limpieza, y practicar continuamente los principios anteriores.
Shitsuke (perseverar)	Vencer la resistencia al cambio y hacer un hábito de las buenas prácticas.

Fuente: Bonilla *et al.* (2020)

#### 1.6.1.4.3 Lección de un Punto (LUP)

De acuerdo con Szwedzka y Kaczmarek (2017), una Lección de un Punto (LUP) es una herramienta que permite dar soporte técnico a operadores en uso de máquinas o herramientas industriales. Son instrucciones de una sola página que suelen complementar el conocimiento, un diagrama de proceso principal o subprocesos descrito. Es decir, son instrucciones de uso de máquinas, cuya tarea es garantizar la repetitividad de las acciones realizadas y entregar conocimientos básicos a los operadores, igualarlos en conocimientos a todos, y enseñarles las mejores soluciones posibles. Las instrucciones determinan el método de acciones para resolver un problema de la forma más conocida. Su contenido breve y el diagrama o la foto incluidos hacen que la forma acordada de trabajo más fácil de recordar. Asimismo, indican estabilidad y continuidad del proceso, y permite compartir el conocimiento de operadores avanzados en una única página, a manera de instrucciones.

## **CAPÍTULO II. LA EMPRESA**

En este capítulo se presenta una descripción detallada sobre la empresa, sus orígenes, estructura organizacional, sus principales proveedores y clientes, instalaciones, maquinarias y equipos, materias primas empleadas, proceso productivo, y los productos que comercializa. Todo ello, servirá de base para la aplicación de la herramienta PDCA en el presente trabajo de investigación.

### **2.1 Descripción e Historia de la empresa Corrugados S.A.**

Corrugados S.A. es una empresa cartonera y papelera, con más de cincuenta años en el mercado peruano. Durante este tiempo, Corrugados S.A. ha fabricado empaques para diferentes industrias y, además, ha contribuido a la conservación del entorno al adoptar la economía circular como su modelo de producción.

El 27 de noviembre del año 1968, Corrugados S.A. inició operaciones en la ciudad de Santiago de Cao, en Trujillo. Desde sus inicios la empresa consideró como materia prima el bagazo de caña de azúcar como un material útil para la producción de papeles y cartones. Después de la fabricación de unos primeros productos con este material, generalmente considerado de desecho, la empresa Corrugados S.A. se estableció como una de las pocas empresas papeleras que en la fabricación de sus productos no considera ni necesitan cortar árboles.

Hoy en día, Corrugados S.A. se ha expandido y, además de la planta en Trujillo, cuentan con cuatro más, en diferentes puntos del Perú. Actualmente ofrecen empleo a más de 1,500 colaboradores comprometidos, a quienes capacitan y alientan en el desarrollo de sus talentos.

### **2.2 Perfil de la Empresa**

La visión, misión y política de calidad e inocuidad de la empresa Corrugados S.A. está alineada con las necesidades actuales del mercado, según se detalla a continuación:

## **VISIÓN**

“Ser reconocidos en el mundo como el principal aliado estratégico en soluciones innovadoras y sostenibles de empaques para todos nuestros clientes y usuarios, alcanzando el liderazgo en los mercados que operamos y buscando la satisfacción de nuestros stakeholders”.

## **MISIÓN**

“Brindar un servicio extraordinario e innovador a nuestros clientes, en soluciones de empaque, creando valor para nuestros stakeholders”.

## **POLÍTICA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

“En Corrugados S.A. fabricamos empaques de calidad; garantizando la satisfacción de nuestros clientes, la inocuidad y legalidad de nuestros productos. Ofrecemos consistentemente valor a nuestros clientes y partes interesadas, mediante la mejora continua y la eficacia de nuestros sistemas de gestión”.

### **2.3 Estructura Organizacional**

Corrugados S.A. está organizado bajo el liderazgo de un Gerente General que a su vez cuenta con un equipo de Gerentes responsables de la dirección y operación de la compañía. Cada Unidad de Negocio (Papeles, Cajas y Flexibles) tiene un gerente responsable con reporte directo a la gerencia general. Las gerencias de Desarrollo de Negocios, de Finanzas, de Logística y Gestión Humana son gerencias transversales a la organización y son funcionales para todas las plantas de la organización. El negocio más importante y que representa el mayor porcentaje de la facturación mensual es el negocio de Cajas.

Jerárquicamente hablando, Corrugados S.A. está estructurado de manera tal que los Gerentes de Negocio tienen mayor nivel importancia respecto a los gerentes transversales. Dentro de los gerentes transversales el nivel de cada uno de ellos (de mayor a menor) es: (1) Gerente de Desarrollo de Negocios, (2) Gerente de Finanzas, (3) Gerente de Logística y (4) Gerente de Desarrollo

Humano. Este nivel de jerarquización está relacionado con el grado de preponderancia en la toma de decisiones de cada uno de los gerentes dentro de la organización. El Gerente de Desarrollo de Negocios participa en la mayoría de decisiones de la empresa, siendo un actor clave en las decisiones diarias, principalmente, a nivel técnico. El Gerente de Producción y Gerente Comercial, tienen el mismo nivel de importancia y reportan sus actividades al Gerente de Negocio – Cajas. Además, comparten el mismo nivel de jerarquía que los Gerentes transversales, pero de manera localizada dentro del negocio de Cajas (figura 8).

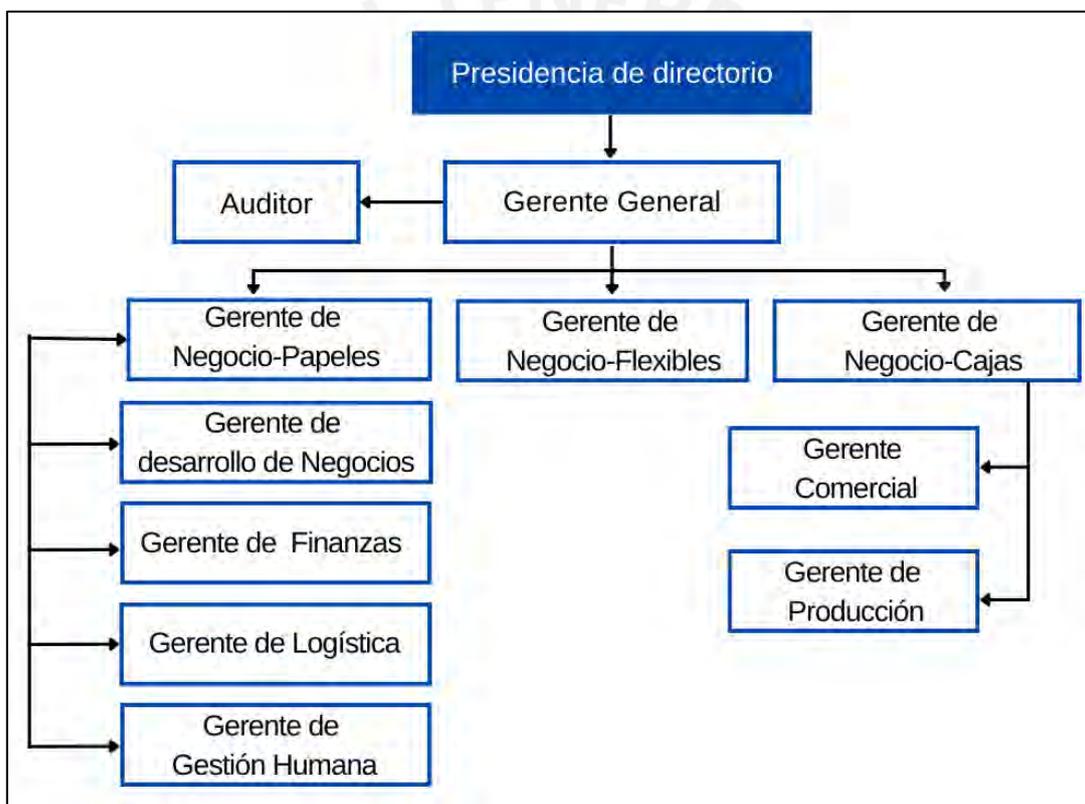


Figura 8: Organigrama Gerencial de Corrugados S.A.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

A continuación, detallamos los principales roles y responsabilidades de los diferentes gerentes:

- El Gerente General se destaca porque es el responsable de dirigir el desarrollo comercial, productivo y organizacional de Corrugados S.A., es encargado de identificar y generar oportunidades de crecimiento en inversiones y nuevos negocios, con la finalidad de incrementar el valor

del patrimonio empresarial, la reputación de la marca y la sustentabilidad de las operaciones.

- El Gerente de Desarrollo de Negocio, lidera las estrategias de innovación en productos, materiales y procesos de producción con la finalidad de satisfacer las expectativas de los clientes, así como también para identificar nuevas oportunidades de negocios.
- El Gerente de Finanzas es un profesional responsable de la optimización de recursos principalmente financieros y gestiona la administración de la compañía para facilitar la continuidad de procesos estratégicos y de la operación garantizando la información que se comparte. También, es el encargado de liderar todas las actividades asociadas al control y seguimiento de proyectos de la empresa y de los procesos comerciales y productivos, utilizando indicadores de gestión que permitan identificar oportunidades y desviaciones facilitando y procurando ofrecer feedback de manera oportuna.
- El Gerente de Logística es responsable de liderar, administrar y optimizar los procesos y recursos de aprovisionamiento en el suministro de productos y servicios a las operaciones de la empresa, así como también asegurar que los productos terminados lleguen a nuestros clientes en los términos de calidad y plazos acordados.
- El Gerente de Gestión Humana tiene como propósito liderar la estrategia de desarrollo humano a nivel integral en todas las unidades de negocio y gerencias funcionales de Corrugados S.A., promoviendo una sólida cultura organizacional, el liderazgo y el talento a todo nivel, y asegurando una correcta gestión de la administración del factor humano.
- Los Gerentes de cada unidad de negocio, son responsables de liderar el desarrollo integral de las estrategias comerciales y productivas de cada unidad de negocio que tienen a su cargo, orientadas a lograr el crecimiento, la consolidación del patrimonio empresarial y el valor de la marca mediante la realización de negocios rentables y en base al despliegue de una gestión eficiente que desarrolle productos de calidad y logre clientes satisfechos. Las unidades de negocio son distribuciones estratégicas que la empresa ha diseñado para acotar la

estrategia comercial y operacional que debe seguir cada Gerente responsable de cada una de ellas (ver figura 8).

Resaltamos la organización a nivel de operación del negocio de Cajas, que cuenta con la estructura plasmada en la figura 9. El Gerente de Producción tiene como responsabilidad liderar la ejecución de las estrategias productivas de la unidad de negocios de cajas orientadas a lograr una producción eficiente, oportuna y de calidad. Tiene a su cargo al Superintendente de Planta, Jefe de Planta, Jefe de Producción Gráfica, Jefe de Producción Corrugados, Jefe de Producción Impresión, Jefe de PCP y Jefe de Mantenimiento.

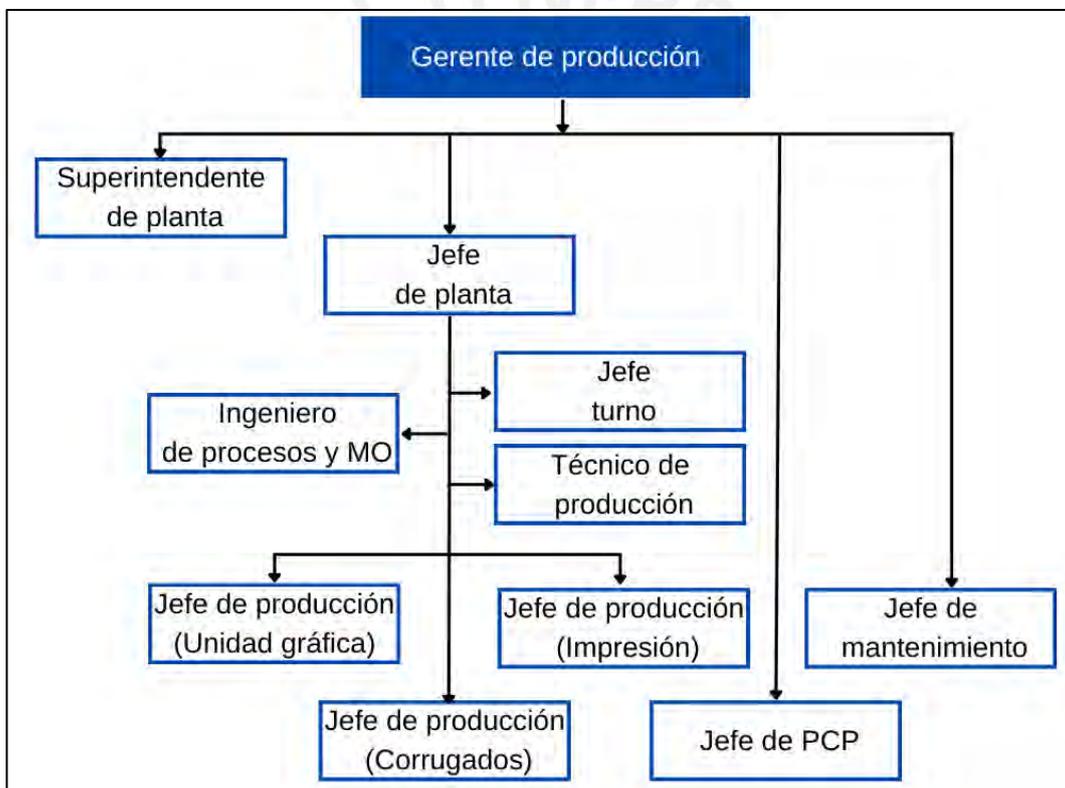


Figura 9: Organigrama Operacional de Corrugados S.A.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## 2.4 Proveedores

Corrugados S.A. trabaja con proveedores (asociados de negocio) nacionales e internacionales. Dentro de los principales proveedores, podemos encontrar a los siguientes asociados de negocio según la tabla 5.

Tabla 5: Principales Proveedores por Unidad de Negocio.

CAJAS	FLEXIBLES
Gequimica Guerola Silvateam Peru Molinos Juan Semino S.A. Ingredion Perú Ingredion Brasil Química San Antonio Peru Disán Perú S.A.C. Químicos Goicochea S.A.C. Harper Love Solpack S.A.C. Proysa S.A.	Henkel Chile LTDA Henkel Peru S.A. Polyrep S.A.C. Anders Perú S.A.C. Cartonal Italia SpA Opp Film S.A. Bopp Chile S.A. 3M Perú S.A. Ampacet Perú S.A. Mastercol S.A. Maderera Villasol Flex Américas S.A. de C.V. Klockner Pentaplast Kuraray America INC Braskem S.A. Exxon Mobil Chemical Dow Peru S.A. Dispercol S.A. Brenntag Perú S.A.C. Sun Chemical S.A.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

## 2.5 Clientes

Corrugados S.A. trabaja con las principales empresas del sector industrial y agroindustrial. Éstas últimas, empresas clave en la exportación de alimentos al extranjero. Dentro de las empresas prioritarias encontramos a las siguientes, según la tabla 6.

Tabla 6: Principales Clientes

INDUSTRIALES	AGROINDUSTRIALES
Leche Gloria S.A. Alicorp S.A.A. Mondelez Peru S.A. Intradevco Industrial S.A. Corporación Lindley S.A. Nestlé Perú S.A.	Virú S.A. Danper Trujillo S.A.C. Camposol S.A. Complejo Agroindustrial Beta S.A. Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Pesquera Hayduk S.A.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

## 2.6 Instalaciones

Respecto a las sedes en donde funcionan las plantas de producción de Corrugados S.A. se observan varias sedes de acuerdo como se detalla en la tabla 7.

Tabla 7: Instalaciones por tipo de negocio.

UNIDADES DE NEGOCIO	SEDE	TIPO DE NEGOCIO
CAJAS	Cajas Lima Cajas Sullana	Producción de Cajas de Cartón Producción de Cajas de Cartón
PAPELES	Papeles Lima Papeles Trujillo	Producción de Papeles Producción de Papeles
FLEXIBLES	Empaques Flexibles	Producción de Empaques Flexibles

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## 2.7 Maquinarias por tipo de negocio

Dependiendo del tipo de negocio, podemos encontrar diversos tipos de maquinarias especializadas en Corrugados S.A., de acuerdo con el giro del negocio.

En el negocio de Cajas se encuentran maquinarias como corrugadoras, impresoras flexográficas, troqueladoras, amarradoras. En el negocio de papeles se encuentra incluidos los molinos de papel y la planta de tratamiento. En el negocio de flexibles se encuentran incluidas las estrusoras, impresoras flexográficas, laminadoras, cortadoras, selladoras, valvuleadoras.

Por ejemplo, en la tabla 8 se muestran las características de dos de las principales máquinas del negocio de cajas.

Tabla 8: Maquinaria del tipo de negocio de Cajas.

Negocio de Cajas			
Nº	ÍTEM	Detalle	Imprenta 20
1	Perímetro de Módulos Impresores	66°	
2	Módulos impresores	4	
3	Sistema de impresión	Rasqueta	

4	Módulo Troquel	Total		
5	Sistema troquel	Serrapid		
6	Tipo de impresión	Cámara cerrada		
7	Velocidad de diseño	11, 000 golp/h		
<b>N°</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>Detalle</b>		<b>Corrugadora United</b>
1	Presión de vapor	180-200 psi		
2	Preacondicionamiento Liner	150-190° C		
3	Preacondicionamiento Corrugar	150-190° C		
4	Gramaje goma	5-7 g/m <sup>2</sup>		
5	Gramaje parafina	3-6 g/m <sup>2</sup>		
6	Temperatura parafina	110-130° C		
7	Velocidad de diseño	15, 000 ml/h		

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## 2.8 Materias Primas

Con respecto a las principales materias primas empleadas en Corrugados S.A., por tipo de negocio, en la tabla 9, podemos encontrar los principales materiales.

Tabla 9: Materias Primas por tipo de negocio.

NEGOCIO	MAQUINARIAS
CAJAS	Papel (Kraft, WhiteTop, Semiquímico) Almidón de Trigo y Maíz Borax Tintas Aditivos
PAPELES	Old Corrugated Containers (OCC) Bagazo de Caña Adhesivos
FLEXIBLES	Resinas de Polietileno Sustratos (PET, OPP, PVC, Aluminio, entre otros) Adhesivos Tintas Zippers, Válvulas

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## 2.9 Proceso Productivo

El proceso productivo de cajas, varía en función del giro de negocio que se pretende atender. Sin embargo, con fines prácticos y acotando el proceso productivo alineado con el presente proyecto de investigación, detallaremos el **diagrama analítico de proceso (DAP) referido al proceso productivo de cajas de cartón corrugado**. En la figura 10, se puede observar el diagrama analítico de proceso (DAP) para la producción de cajas de cartón de Corrugados S.A. para un lote de producción.

Vale precisar, que, dentro de los principales talleres para la producción de cajas, podemos identificar a:

- **Producción de paños:** Corresponde al proceso de conversión del papel en cartón corrugado.
- **Producción de cajas (impresión y troquelado):** Corresponde al proceso de conversión de cartón corrugado en cajas de cartón impresas y troqueladas.

Estas operaciones son muy variables en tiempo, considerando el gran número de SKU's (stock keeping units) que maneja la compañía y la gran variabilidad en los volúmenes por lote que manejamos. Sin embargo, es posible ejemplificar los valores promedio de un pedido de 50 mil cajas para el sector agroindustrial, tal y como se observa en la tabla 10.

Tabla 10: Tiempos promedio en producción de lote de cajas agroindustrial.

OPERACIONES	TIEMPO (MINUTOS/HORAS)
Almacenamiento de Insumos	10 días
Abastecimiento de bobinas	7 días
Producción de Paños (Corrugado)	59 minutos
Almacenamiento de Paños	7 horas
Inspección de Paños	30 minutos
Producción de Cajas (Impresión)	192 minutos
Inspección de Cajas	20 minutos
Embalaje de Materiales	40 minutos
Almacenamiento de Cajas	2 días
Transporte de Cajas	2 horas

Despacho	1 hora
----------	--------

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

A continuación, detallamos las características de cada etapa del DAP (figura 10):

1. **El almacenamiento de insumos** corresponde a las zonas colindantes a la operación donde se almacenan los insumos auxiliares que forman parte del proceso de producción de paños (corrugado), donde se pueden encontrar Almidón, Borax, Aditivos, Parafina, entre otros.
2. **El abastecimiento de bobinas** hace referencia al transporte de bobinas de papel que ingresan al proceso de Corrugado, cuyo flujo es constante y permanente.
3. **La producción de paños (Corrugados S.A.)** corresponde propiamente al proceso de conversión de papel en cartón corrugado mediante el uso de una Corrugadora que ensambla láminas de papel (liners y corrugares) y los convierte en una estructura rígida conocida como cartón corrugado.
4. **El almacenamiento de paños** corresponde a la zona de tránsito de paños de cartón que salen del proceso de Corrugado y están a la espera de su ingreso al proceso de producción de cajas (impresión).
5. **La inspección de paños** está asociado al proceso de verificación muestral por el área de calidad de los lotes fabricados por el proceso de corrugado, donde se identificación parámetros tales como gramaje, resistencia, tipo de cartón, entre otros.
6. **La producción de cajas (impresión)** corresponde al proceso de impresión y troquelado del diseño requerido por los clientes mediante la conversión de los paños en cajas de cartón. En este proceso existe ingreso de materiales secundarios tales como tintas y aditivos y se utilizan elementos adicionales para imprimir (clisés) y troquelar (troqueles) los paños.
7. **La inspección de cajas** corresponde al proceso de revisión muestral de las cajas fabricadas por el proceso productivo de impresión en donde se controla la calidad de impresión, las dimensiones de la caja y la funcionalidad de la caja (armando).

8. **El proceso de embalaje de cajas** corresponde a la operación en donde los bultos de cajas de cartón son adecuadamente enfilados y/o enzunchados según los requerimientos de los clientes.
9. **El almacenamiento de cajas** corresponde al proceso previo al despacho y en función de las fechas de entrega requeridas por los clientes.
10. **El transporte de cajas** corresponde a la logística de traslado de los lotes fabricados hasta las instalaciones de los clientes.
11. **El despacho** corresponde a la entrega de los lotes fabricados a los clientes.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO (DAP)						
Proceso: Fabricación de Cajas de Cartón			Operación: Producción			
Actividad: Producción y Almacenamiento			Maquinarias: Corrugadora e Impresora			
Método: Actual			Hombre: Operario			
DESCRIPCIÓN	TIEMPO(*)					
	HORAS	PROCESO	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO
1 ALMACENAMIENTO DE INSUMOS	240 horas					
2 ABASTECIMIENTO DE BOBINAS	168 horas					
3 PRODUCCIÓN DE PAÑOS (CORRUGADO)	0.983 horas					
4 ALMACENAMIENTO DE PAÑOS	7 horas					
5 INSPECCIÓN DE PAÑOS	0.5 horas					
6 PRODUCCIÓN DE CAJAS (IMPRESIÓN)	3.2 horas					
7 INSPECCIÓN DE CAJAS	0.3 horas					
8 EMBALAJE DE MATERIALES	0.66 horas					
9 ALMACENAMIENTO DE CAJAS	48 horas					
10 TRANSPORTE DE CAJAS	2 horas					
11 DESPACHO	1 hora					
TOTAL	471.643 horas	4	2	2	0	3

Figura 10: Diagrama Analítico de Proceso (DAP) de Producción de Cajas de Cartón.  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## 2.10 Productos

Respecto a los productos que se obtienen a partir del proceso de producción de cajas de cartón, podemos encontrar dos tipos principales, según se detalla en la tabla 11.

Tabla 11: Tipos de productos.

TIPO DE CAJA	CONCEPTO	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO (TM)
--------------	----------	---

CAJAS ESTÁNDAR	Cajas principalmente atendidas para el rubro industrial (pared simple)	72,872 (57%)
CAJAS TROQUELADAS	Cajas que se suelen usar para el rubro agroindustrial y requieren mayor nivel de detalles para su producción (pared doble).	55,968 (43%)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Dentro de los principales indicadores que se manejan por proceso, podemos encontrar dos: los indicadores de productividad corrugadora y los de productividad de imprentas. En ambos se puede observar las metas alcanzadas en su proceso normal y las fórmulas por las cuales se puede determinar.

Ambos se pueden observar detalladamente en las tablas 12 y 13 a continuación.

Tabla 12: KPI's Corrugadora.

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD - CORRUGADORA		
KPI's	Meta	Ecuaciones
Velocidad Media o Productividad (m <sup>2</sup> /hr)	11,557	Velocidad Media $\left(\frac{m^2}{hora}\right) = \frac{Producción\ Total\ (m^2)}{Horas\ de\ Trabajo\ (horas)}$
Velocidad de Corrida (ml/min)	14,950	Velocidad de Corrida (ml/min) = $\frac{Producción\ total\ (ml)}{Horas\ de\ Corrida\ netas\ (horas)} * \left(\frac{1\ hora}{60\ minutos}\right)$
OEE – Modelo Ad-hoc(*) (%)	35%	OEE(%) = Disponibilidad (%) x Rendimiento (%) x Calidad (%) x Ancho Promedio (%)

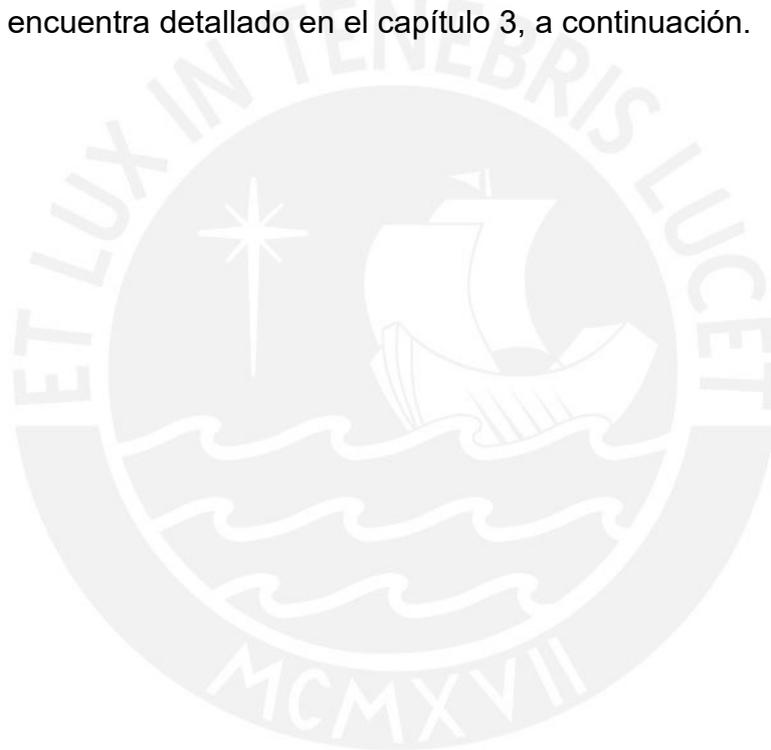
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Tabla 13: KPI's Imprentas.

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD – IMPRENTAS		
KPI's	Meta	Ecuaciones
Velocidad Media o Productividad (golpes/hr)	2,547	Producción hora programada $\left(\frac{golpes}{hora}\right) = \frac{Producción\ conforme\ (golpes)}{Horas\ Programadas\ (horas)}$
Tiempo de Set-up (min)	30	Set – up (min) = $\frac{Horas\ de\ montaje\ (horas)}{Número\ de\ Montajes\ (unidades)} * \frac{60\ min}{1\ hora}$
OEE (%)	23%	OEE(%) = Disponibilidad (%) x Rendimiento (%) x Calidad (%)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Es importante mencionar que cuando se hace referencia a OEE – Modelo Ad-hoc, el cálculo convencional del OEE se ve afectado adicionalmente por el ancho promedio de bobinas utilizadas. No se puede hablar propiamente de un OEE, sino más bien de un OEE modificado o ad-hoc. Respecto a las metas planteadas durante el periodo anual 2021, la alta gerencia estableció un crecimiento en la productividad de las máquinas impresoras y corrugadoras del 30% respecto al periodo anterior (año 2019). Año 2020 no fue considerado por tratarse de un año atípico (pandemia SARS-Cov 19). El análisis de cada indicador se encuentra detallado en el capítulo 3, a continuación.



## **CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL (FASE PLAN)**

En este capítulo desarrollaremos la etapa de análisis y diagnóstico de la empresa Corrugados S.A., a través de indicadores (KPI's) que nos permitirán conocer el estado actual de la compañía y las brechas existentes en materia de productividad y eficiencia (fase *Plan*) para el proceso productivo de cajas troqueladas. Vale precisar que, luego del diagnóstico, se detallará en el capítulo 4 el desarrollo de la metodología de las fases *Do*, *Check* y *Act*.

### **3.1 Definir el Proyecto**

En este apartado se incluyen aspectos importantes del proyecto.

#### **3.1.1 Definición del Proyecto e Importancia**

Dentro de los objetivos 2021 de la alta dirección de la compañía Corrugados S.A. se encuentra especificado el promover un proyecto de excelencia operacional para el negocio de cajas de cartón corrugado. Este objetivo está dirigido a contrarrestar factores adversos que se empezaron a mostrar a finales del año 2020, identificándose tres: (1) Escasez de papel, que es el 70% de la materia prima para fabricar cartón corrugado y que obligaba a mejorar la eficiencia de los procesos productivos ante la escasez, (2) Ingreso de nuevos competidores al mercado nacional, lo que obligaba a Corrugados S.A. a mantener su liderazgo en el mercado peruano y (3) Niveles de Productividad por debajo de los niveles de compañías clase mundial del rubro, en base al benchmarking llevado a cabo por la Gerencia General y Gerencia de Desarrollo de Nuevos Productos. Además, los niveles de productividad con respecto a las condiciones de diseño de las máquinas estaban muy por debajo de estos niveles.

En la figura 11, se puede observar un ejemplo, en el cual, seis máquinas corrugadoras clase mundial presentan un nivel de OEE (%) promedio de alrededor de 45%, todas ellas corrugadoras de marca Quantum y lugar de procedencia Italia (por confidencialidad no se menciona el fabricante). Más

adelante, se observará que los valores de la máquina corrugadora de Corrugados S.A. está muy debajo de estos valores y hay grandes oportunidades de crecimiento en niveles de productividad. Se observan también porcentajes de eficiencia respecto a Tiempo, Velocidad y Calidad, así como otros KPI's que son precisados en la figura 11 de manera referencial.

<b>Corrugadora 1</b> OEE (%): 45.11 Eficiencia Tiempo (%): 83.48 Eficiencia Velocidad (%): 57.22 Eficiencia Calidad (%): 94.45	<b>Corrugadora 2</b> OEE (%): 42.31 Eficiencia Tiempo (%): 85.28 Eficiencia Velocidad (%): 52.86 Eficiencia Calidad (%): 93.85	<b>Corrugadora 3</b> OEE (%): 45.22 Eficiencia Tiempo (%): 86.05 Eficiencia Velocidad (%): 55.14 Eficiencia Calidad (%): 95.31
<b>Corrugadora 4</b> OEE (%): 46.61 Eficiencia Tiempo (%): 90.66 Eficiencia Velocidad (%): 54.72 Eficiencia Calidad (%): 94.25	<b>Corrugadora 5</b> OEE (%): 46.41 Eficiencia Tiempo (%): 90.96 Eficiencia Velocidad (%): 54.68 Eficiencia Calidad (%): 93.98	<b>Corrugadora 6</b> OEE (%): 42.19 Eficiencia Tiempo (%): 86.3 Eficiencia Velocidad (%): 51.43 Eficiencia Calidad (%): 95.06

Figura 11: Benchmark de OEE de Corrugadores clase mundial con 45% OEE en promedio.  
(2.8 metros, 350 mts/min, en B flute)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

### 3.1.2 Definición y análisis de Indicadores de Productividad (KPI's)

Como primera tarea se empezaron a utilizar como input todos los registros de datos que se manejaban, evidenciando los niveles actuales de productividad en el primer semestre del año 2021 tanto para el proceso de corrugado como para Conversión que se utilizan para la producción de cajas de cartón troquelado para el sector agrícola.

Tabla 14: Condiciones de diseño de máquinas.

Condición	Corrugadora United (A3)		Impresora 20 (IMP20)	
Velocidad Diseño	250	ml/min	11,000	golp/hr
Velocidad Diseño	15,000	ml/hr	-	-
Capacidad Diseño	360,000	ml/dia	264,000	golp/dia
Ancho Diseño	2.5	m	-	-
Velocidad Diseño	37,500	m <sup>2</sup> /hr	-	-

Fuente: Corrugados S.A.(2021)

Las primeras máquinas identificadas fueron las Corrugadora United (A3) y la Impresora Troqueladora rotativa o Impresora 20 (IMP20). Como punto de partida se decidió tomar como referencia las condiciones de las máquinas a velocidad y condiciones de diseño, según se puede observar en la tabla 14.

En la figura 12, por ejemplo, se observa el típico modelo de caja troquelada para atender al sector agrícola, en este caso particular para atender el negocio de uvas (en inglés *table grapes*). La particularidad de esta caja es que tiene un plano dimensional que contiene agujeros que son generados mediante el uso de troqueles durante el proceso de conversión (impresión) de la caja. De otra parte, la caja es armable, formando una especie de bandeja, que se será empleada para el transporte de uvas de mesa.

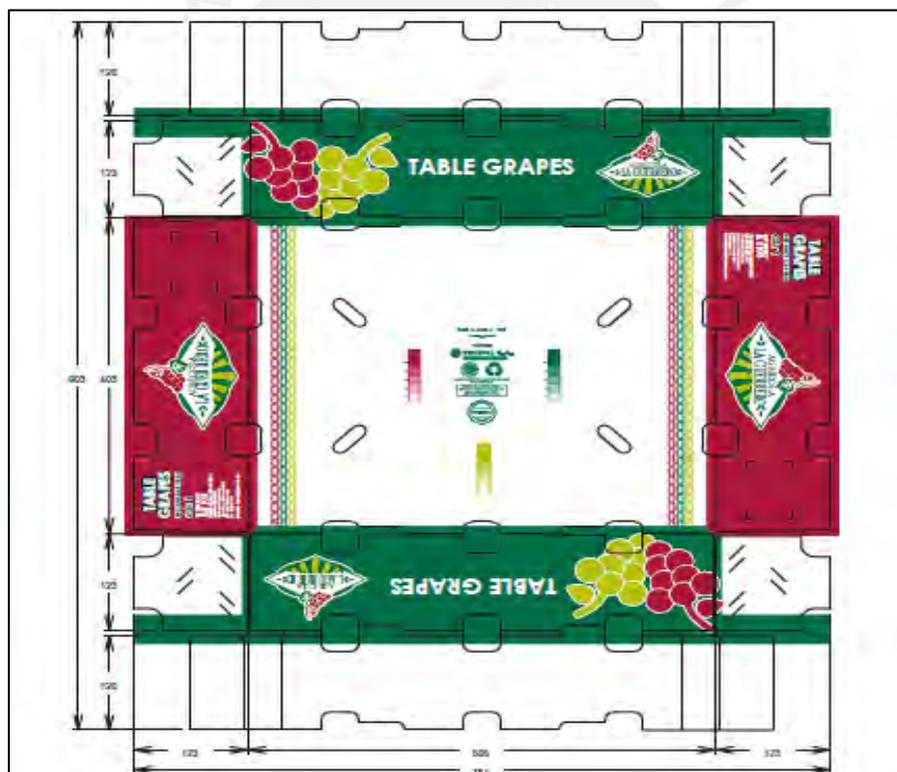


Figura 12: Plano Mecánico – caja de campaña uvas.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

### 3.1.2.1 Indicadores de Productividad (KPI's) en Corrugadoras

Los indicadores sobre los que se analizan diariamente los niveles de productividad y eficiencia operativa se fundamentan en (tabla 15): (1) Velocidad

Media o Productividad (m<sup>2</sup>/hr), (2) Velocidad de Corrida o Rendimiento (ml/min) y (3) OEE – Modelo Ad-hoc (%). En cada KPI se detallarán los cálculos completos para hallar cada uno de los indicadores.

Tabla 15: Fórmulas para Indicadores de Corrugadora United (A3).

ECUACIONES PARA CÁLCULO DE INDICADORES	
KPI's	Ecuaciones
Velocidad Media o Productividad (m <sup>2</sup> /hr)	Velocidad Media $\left(\frac{\text{m}^2}{\text{hora}}\right) = \frac{\text{Producción Total (m}^2\text{)}}{\text{Horas de Trabajo (horas)}}$
Velocidad de Corrida o Rendimiento (ml/min)	Velocidad de Corrida (ml/min) $= \frac{\text{Producción total (ml)}}{\text{Horas de Corrida netas (horas)}} * \left(\frac{1\text{ hora}}{60\text{ minutos}}\right)$
OEE – Modelo Ad-hoc (%)	OEE(%) $= \text{Disponibilidad (\%)} \times \text{Rendimiento (\%)} \times \text{Calidad (\%)} \times \text{Ancho Promedio (\%)}$

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Según se observa en la figura 13, el nivel promedio de productividad de planchas de cartón semanal era de 8,890 m<sup>2</sup>/hr durante el periodo de enero-marzo 2021. Se observó que, si bien el nivel de productividad se mantenía relativamente estable mes a mes, estos valores no eran competitivos con respecto a empresas que fabrican este tipo de cartón. Los cálculos realizados para determinar la productividad semanal de la Corrugadora United se encuentran detallados en el anexo 1.

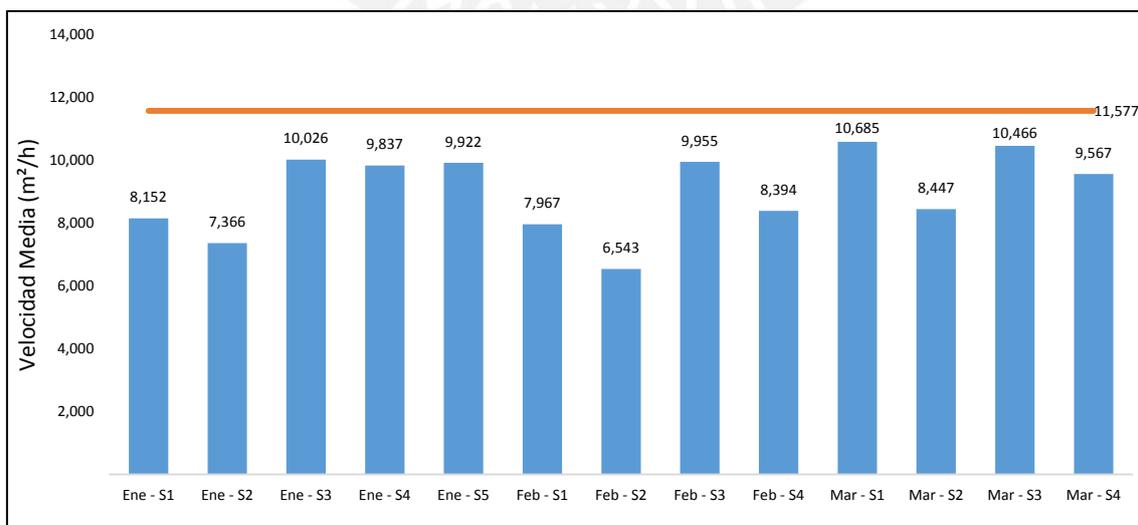


Figura 13: Productividad semanal corrugadora United (A3).

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Del mismo modo, al observar la velocidad de corrida o rendimiento (ml/min) semanal durante las primeras 13 semanas del año 2021 (enero a marzo), se observó (figura 14) que los valores no superaban los 115 ml/min, con lo cual también había grandes oportunidades en el rendimiento (descontando las paradas) de esta corrugadora. Los cálculos necesarios para hallar el rendimiento de la corrugadora se encuentran detallados en el anexo 2 de este trabajo.

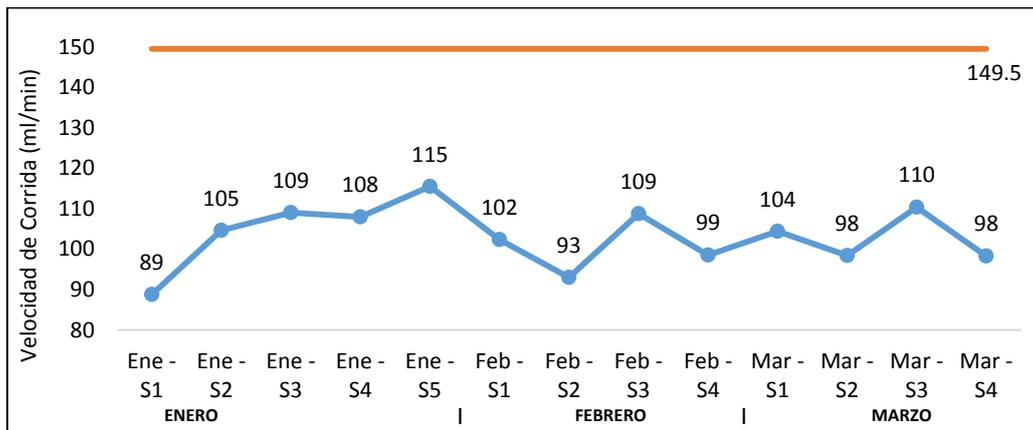


Figura 14: Velocidad de corrida semanal corrugadora United.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Cuestión similar ocurrió al observar la velocidad media (ml/min) semanal durante las primeras 13 semanas del año 2021 (enero a marzo), evidenciando en la figura 15 que los valores no superaban los 85 ml/min, con lo cual también había grandes oportunidades en la velocidad de media (incluye tiempos de paradas) de esta corrugadora. Los detalles de los cálculos se encuentran en el anexo 3 de este trabajo.

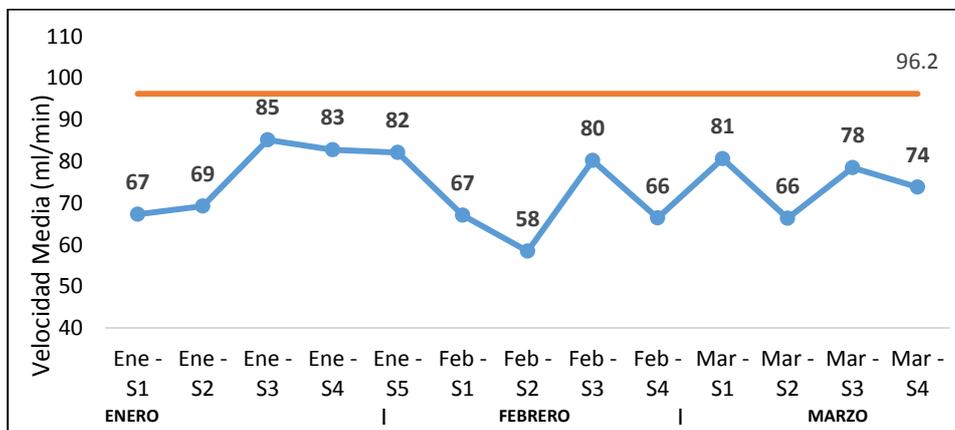


Figura 15: Velocidad media semanal corrugadora United.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Finalmente, se decidió verificar los valores del *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) que se han podido identificar en el primer trimestre del año 2021, encontrando lo que se observa en la figura 16. Si bien, se han presentado picos de 26% y 27% de OEE semanal, los niveles hasta este momento no son lo suficientemente competitivos. Adicionalmente, vale la pena aclarar que para el cálculo del OEE se toma en cuenta los siguientes conceptos: disponibilidad, rendimiento promedio y calidad. Los cálculos realizados para obtener el OEE se encuentran detallados en el anexo 5.

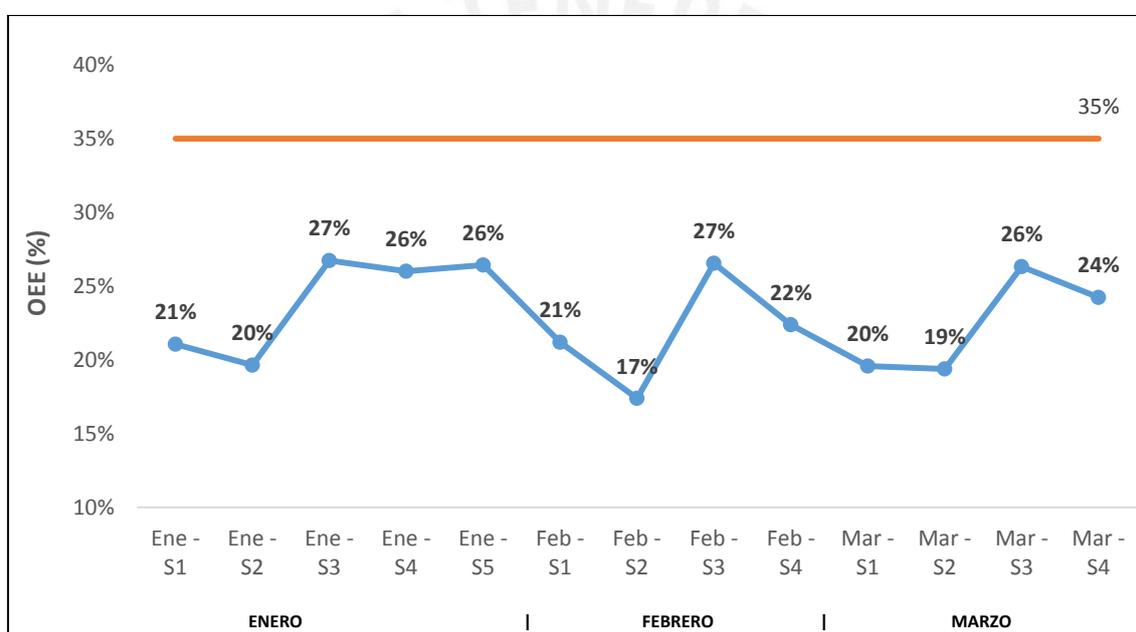


Figura 16: OEE Semanal Corrugadora United.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

La decisión de incluir el ancho promedio dentro del cálculo de OEE recae principalmente en prácticas comunes dentro de sector y en base a benchmarks tomados en consideración. La explicación se centra en el hecho de que una corrugadora puede ser más eficiente en la medida que maximiza el uso de ancho útil de máquina.

En esa lógica, el rol de la planificación y control de la producción (PCP) es importante a fin de proponer programas de producción con arreglos (agrupación de más de un pedido en una misma corrida) que maximicen el uso

del ancho de la máquina corrugadora. Esta explicación, hace notar que, si bien la decisión de un programa de producción no depende de producción propiamente, sí nos ayuda a entender como el área de PCP plantea sus programas productivos y como el área de producción lanza alertas cuando cae en cuenta que los anchos que se están programando no serán beneficiosos para lograr los objetivos de producción en un periodo de tiempo.

### 3.1.2.2 Indicadores de Productividad (KPI's) en Imprentas

Los indicadores sobre los que se analizan diariamente los niveles de productividad y eficiencia operativa se fundamentan en los siguientes indicadores cuyas fórmulas se detallan en la siguiente tabla 16, que resumen: la Velocidad Media o Productividad (golpes/h), el Tiempos de Set-up (min) y el OEE (%). En cada KPI se detallarán los cálculos completos para hallar cada uno de los indicadores.

Tabla 16: Fórmulas para Indicadores de Imprenta 20 (IMP20).

ECUACIONES PARA CÁLCULO DE INDICADORES	
KPI's	Ecuaciones
Velocidad Media o Productividad (golpes/h)	$\frac{\text{Producción hora programada} \left( \frac{\text{golpes}}{\text{hora}} \right)}{\text{Horas Programadas (horas)}} = \frac{\text{Producción conforme (golpes)}}{\text{Horas Programadas (horas)}}$
Tiempo de Set-up (min)	$\text{Set - up (min)} = \frac{\text{Horas de montaje (horas)}}{\text{Número de Montajes (unidades)}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$
OEE (%)	$\text{OEE}(\%) = \text{Disponibilidad}(\%) \times \text{Rendimiento}(\%) \times \text{Calidad}(\%)$

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Al analizar la **Imprenta 20** durante los meses de marzo, abril y mayo 2021, se observó lo siguiente con respecto a su productividad en golpes/hora (figura 17). Se observaron niveles de productividad que llegaron a picos de 1 959 golpes/hora semanal, pero no logrando siquiera a los 2,000 golpes/hora, teniendo esta máquina una velocidad de diseño de 11,000 golpes/hora. Evidentemente, esta máquina requería urgentemente un análisis profundo para entender el por qué de tan bajos niveles de productividad. La fórmula necesaria para este cálculo se encuentra en el anexo 5.

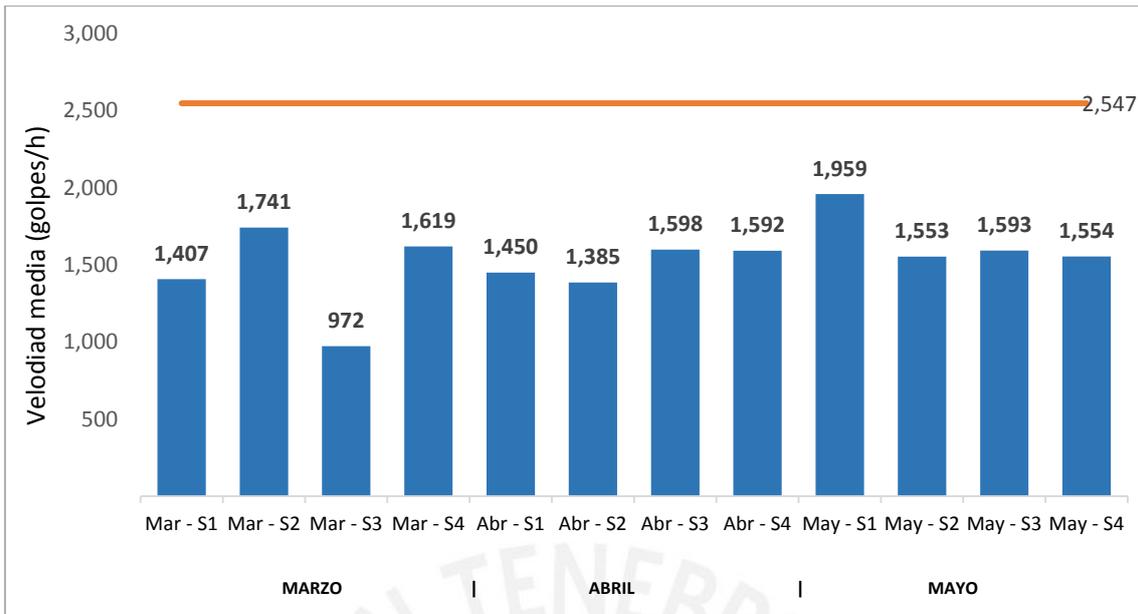


Figura 17: Productividad semanal – Imprenta 20.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Asimismo, se evidenció que los tiempos de set-up estaban alrededor de los 35 minutos en promedio semanal, según se observa en la figura 18. Razón por la cual, se evidenciaba una gran oportunidad en la disminución de estos tiempos. El cálculo de los set-up se encuentra detallado en el anexo 6.

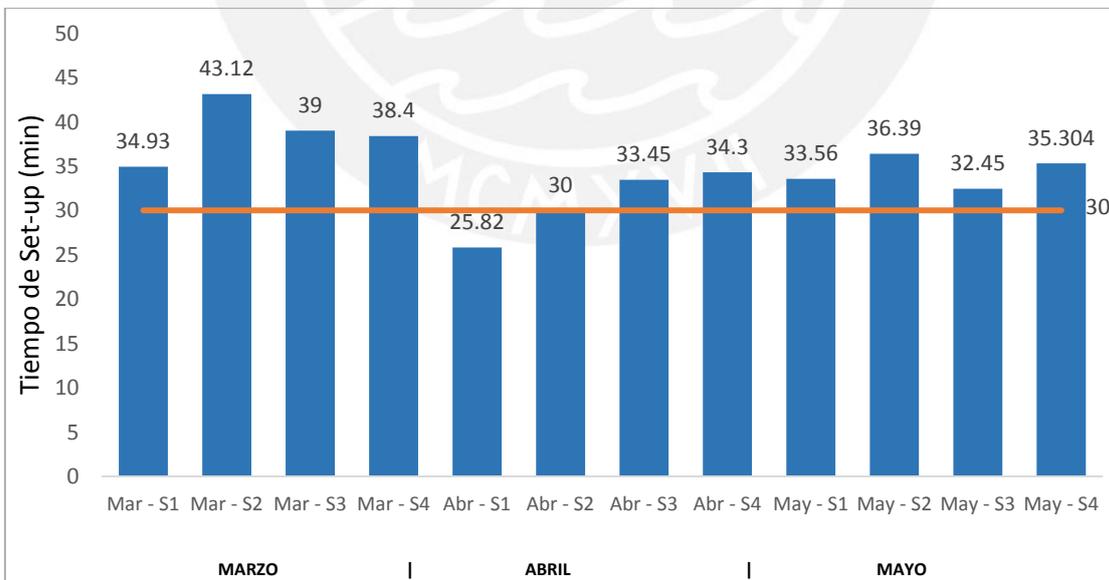


Figura 18: Tiempos de Set-up semanal – Imprenta 20 (minutos).

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Finalmente, al verificar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de la imprenta 20 (figura 19), se evidenció que los niveles alcanzados fueron de hasta 18% durante el segundo trimestre del 2021 (marzo a mayo 2021). Estos niveles de OEE son calculados a partir de la disponibilidad, rendimiento y calidad (detalle en el anexo 7). Evidentemente, se observan grandes oportunidades de crecimiento.

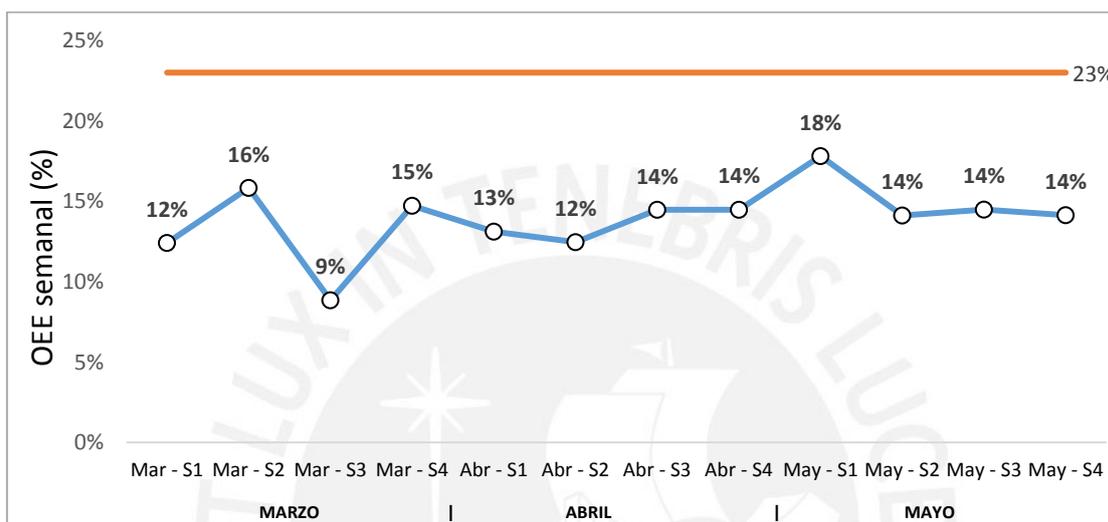


Figura 19: OEE semanal – Imprenta 20 (%)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

### 3.2 Analizar la situación actual y causas potenciales

A fin de comprender los problemas que se generan alrededor del proceso productivo de la empresa Corrugados S.A., se utilizó la herramienta SIPOC que acota y define desde el ingreso de las materias primas hasta la entrega final de cajas de cartón troqueladas para alimentos de agroexportación (figura 20). Vemos que la herramienta SIPOC define claramente a **los proveedores** (tales como Trupal-Papeles, Ingredion, Guerola, Amauta, Solpack, entre otros), **los inputs del proceso** (papel, almidón, soda caustica, parafina, clisés, paletas, zunchos, entre otros), **el proceso productivo** (conformado básicamente por producción de paños, impresión y troquelados de paños y embalaje), **los outputs del proceso** (correspondiente al producto terminado más los residuos del proceso) y **los clientes** (que son los principales agroexportadores del Perú).

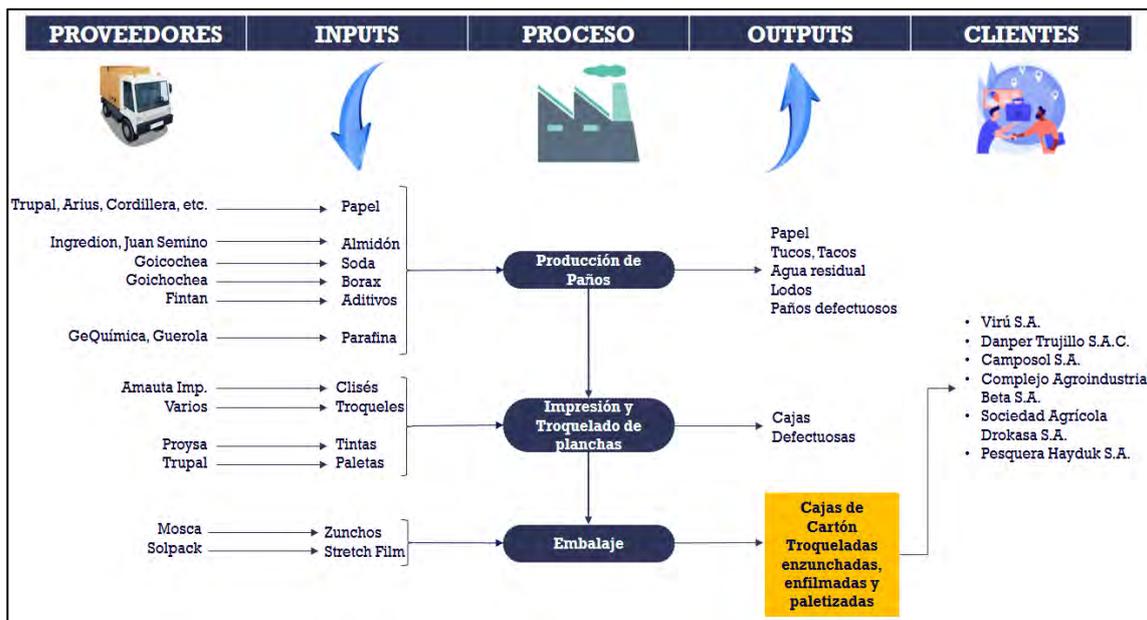


Figura 20: Diagrama SIPOC – Producción de Cajas Corrugadas.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la figura 20 se identifica claramente que algunos outputs son indeseables o en algunos casos consecuencia de inadecuados controles de proceso. Por ejemplo, identificamos a **paños defectuosos** que, como parte del desperdicio de proceso de producción de paños, suelen generarse frente a alguna desviación del proceso productivo o incluso se identifica como desperdicio al **papel** mismo que está asociado justamente al desperdicio excesivo que se genera durante el arranque de producción. Del mismo modo, en el proceso de impresión y troquelado de planchas de cartón corrugado identificamos como output indeseable **cajas defectuosas** que está íntegramente asociados a varias causas que dentro de las principales encontramos, defectos de impresión, defecto de la plancha al ingreso del proceso de impresión, condiciones de proceso inadecuadas que generan como consecuencias planchas defectuosas.

### 3.2.1 Problemas identificados en Corrugadora United (A3)

A finales de abril 2021 y con el fin de empezar a entender las oportunidades asociadas a las máquinas manufactureras, se decidió trabajar en un **Dashboard de cascada de pérdida (m<sup>2</sup>)** con la finalidad de entender en donde se registraban las principales pérdidas de productividad identificando

claramente que la variable **velocidad de corrida o rendimiento (ml/min)** o velocidad de la máquina era la principal fuente generadora de pérdida de productividad. Seguidamente, las fallas eléctricas y mecánicas, representaban una gran oportunidad para mejorar los niveles de productividad de la Corrugadora United, tal como se puede observar en la figura 21.

Una **cascada de pérdida** permite observar en donde se están generando las principales pérdidas por productividad, es decir que factores impactan de manera significativa en la pérdida de productividad de las máquinas. La barra en verde identificada como **disponible** (figura 21), da cuenta de la potencialidad de la máquina trabajando en una situación ideal donde no existen paradas y la máquina trabaja a su máxima velocidad. Toda la información recogida en la figura 21, fue trabajada a partir del software interno de la compañía PcTopp, el cual registra de manera automática todas las horas perdidas registradas por el personal operativo durante su jornada laboral de doce horas. En esta misma cascada se comparan dos periodos de tiempo, marzo 2021 y abril 2021, y permite comparar los OEE obtenidos en cada periodo de tiempo e identificar si la máquina mejora o empeora en su productividad esperada.

En la figura 21, se observan los indicadores (KPI's) asociados a la productividad de corrugadora United, que brevemente se pueden definir de la siguiente manera:

- (1) Disponible o Disponibilidad: Corresponde a la capacidad máxima de producción (miles de m<sup>2</sup>) en el caso hipotético que operara por un mes completo a su velocidad de diseño.
- (2) Carga (abierto): Corresponde a la capacidad mensual de producción de la máquina descontando la totalidad de horas no trabajadas y convertido en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.
- (3) Mantenimiento programado: Horas asignadas a mantenimiento programado mensual y dejadas de trabajar en horas y convertido en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.

- (4) Paradas operativas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultados de problemas o desperfectos de máquina de naturaleza operativas y convertido en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.
- (5) Paradas externas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultado de problemas ajenos a la operación y convertido en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.
- (6) Fallas mecánicas y eléctricas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultado de problemas mecánicos y eléctricos de la máquina y convertido en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.
- (7) Set-up: Corresponde al tiempo de preparación mecánica de la máquina para arrancar un nuevo lote de producción y convertido en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.
- (8) Otras Paradas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultado de cualquier otro problema no antes mencionado en miles de m<sup>2</sup> dejados de producir.
- (9) Rendimiento: También conocido como Velocidad media en ml/min.
- (10) Ancho: Corresponde al ancho promedio de producción en metros que impacta en los cálculos de OEE finales.
- (11) Calidad: Metros cuadras de materiales separados u observados por problemas de calidad (m<sup>2</sup>).
- (12) OEE: Overall Equipment Efficiency (%) = Disponibilidad (%) x Rendimiento (%) x Calidad (%) x Ancho (%).

Indicadores	Abril 2021		Marzo 2021		Variación	Acciones
	Miles de m2	Detalle	Miles de m2	Detalle		
Disponible	27,000	722 hrs.	27,900	744 hrs.		
Carga (abierto)	12,091	322 hrs. (100%)	11,079	295 hrs. (100%)		
Manito programado	4	29 hrs. (0%)	0	0 hrs. (0%)	+0pp	
Paradas operativas	918	25 hrs. (8%)	1,155	31 hrs. (10%)	✓ -2pp	
Paradas externas	0	0 hr s. (0%)	0	0 hrs. (0%)	✓ +0pp	
Fallas mec/elec	1,559	42 hrs. (13%)	881	24 hrs. (8%)	✗ +5pp	Segunda principal causa de perdida por productividad
Set up	423	11 hrs. (3%)	288	8 hrs. (3%)	✓ +0pp	
Otras paradas	799	21 hrs. (7%)	851	22 hrs. (8%)	✓ -1pp	
Rendimiento	5,048	100 ml/min	4,666	102 ml/min	✗ -2 ml/min	Principal fuente generadora de pérdida de productividad.
Ancho	5,19	2.11 m.	5,01	2.11 m.	✓ +0.00 m.	
Calidad	74		272		✓ -198k m2	
OEE	2,180	23%	2,180	22%	✓ +1 pp	

Figura 21: Dashboard – Corrugadora United

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

A partir de los hallazgos registrados, se decidió trabajar con un equipo multidisciplinario de la planta, con la finalidad de trabajar en un **Brainstorming** que nos permita entender las principales causas de los grandes niveles de pérdidas por rendimiento y fallas mecánicas y eléctricas. El equipo estuvo conformado por:

- Gerente de Operaciones
- Superintendente de Planta
- Jefe de Corrugadoras
- Jefe de Gestión de Calidad
- Operador de Máquina Corrugadora
- Analista de Calidad

Luego de la aplicación de la tormenta de ideas, se logró identificar una serie de causas que merecían un trato especial y un análisis profundo a fin de lograr mejorar el rendimiento (figura 22).

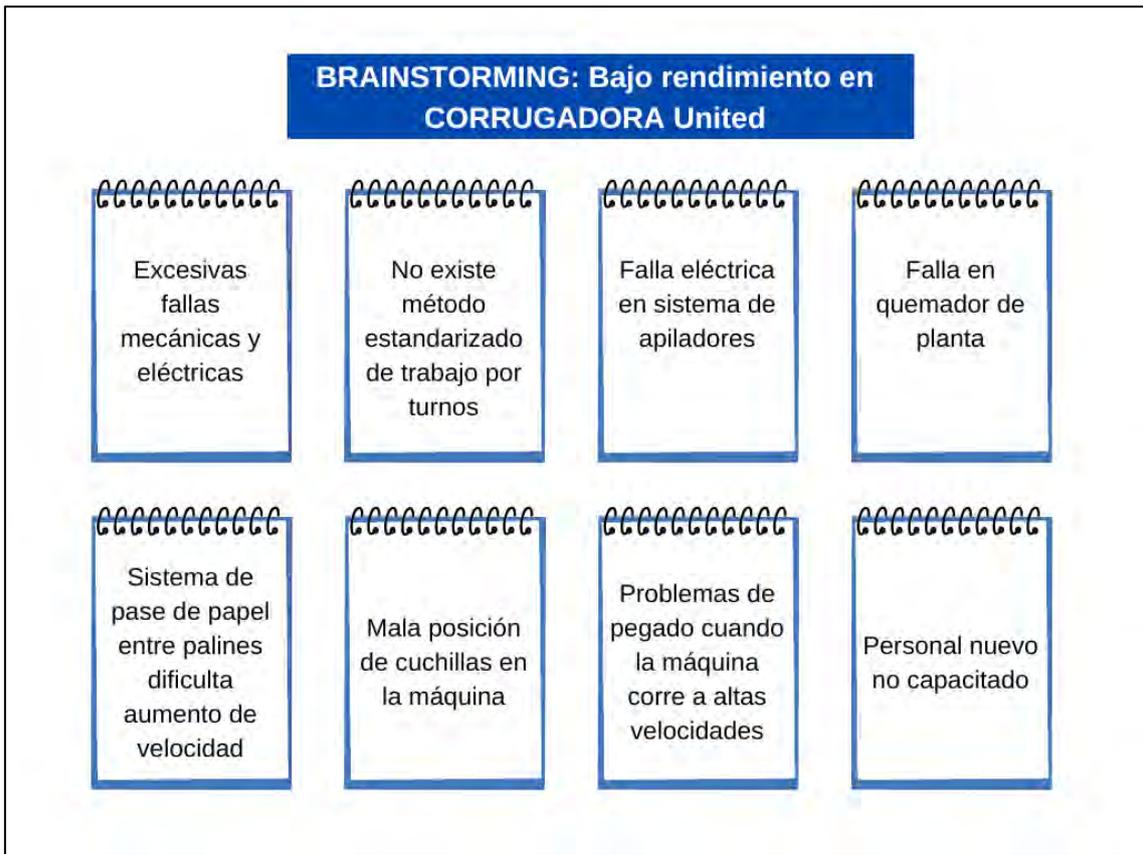


Figura 22: Brainstorming – Corrugadora United.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Para profundizar en los análisis de causa raíz de estos problemas, se decidió trabajar en un Diagrama de Ishikawa (espina de pescado) con la finalidad de organizar los problemas identificados en el Brainstorming (figura 23). Se identificó que principalmente los problemas de productividad están orientados a problemas de **método y máquina**, con lo cual era necesario profundizar en el análisis a fin de encontrar la causa.

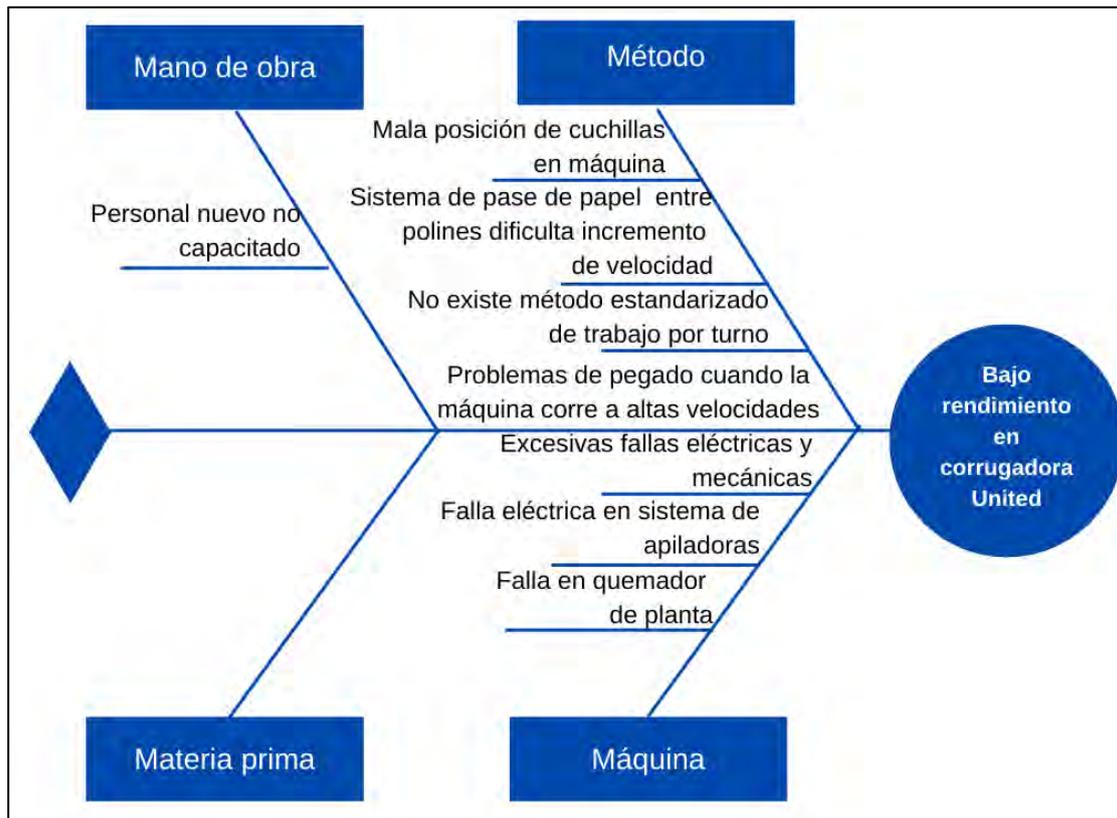


Figura 23: Diagrama de Ishikawa – Corrugadora United.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Luego, se ejecutó el análisis de los 5 ¿por qué? con el objetivo de entender el trasfondo de algunos éstos problemas. Por ejemplo, se ejecutó para entender la problemática de **pegado defectuosos cuando la máquina corre a altas velocidades**, según se muestra en la figura 24. Luego de éste análisis se identificó la necesidad de contar con un segundo precalentador, cuya función principal es inyectar vapor a las planchas de papel para lograr expandir la fibra y favorecer la adhesión (en el apartado 4.1.2 más adelante se explica detalladamente) que deberá ser instalado en el más breve plazo.

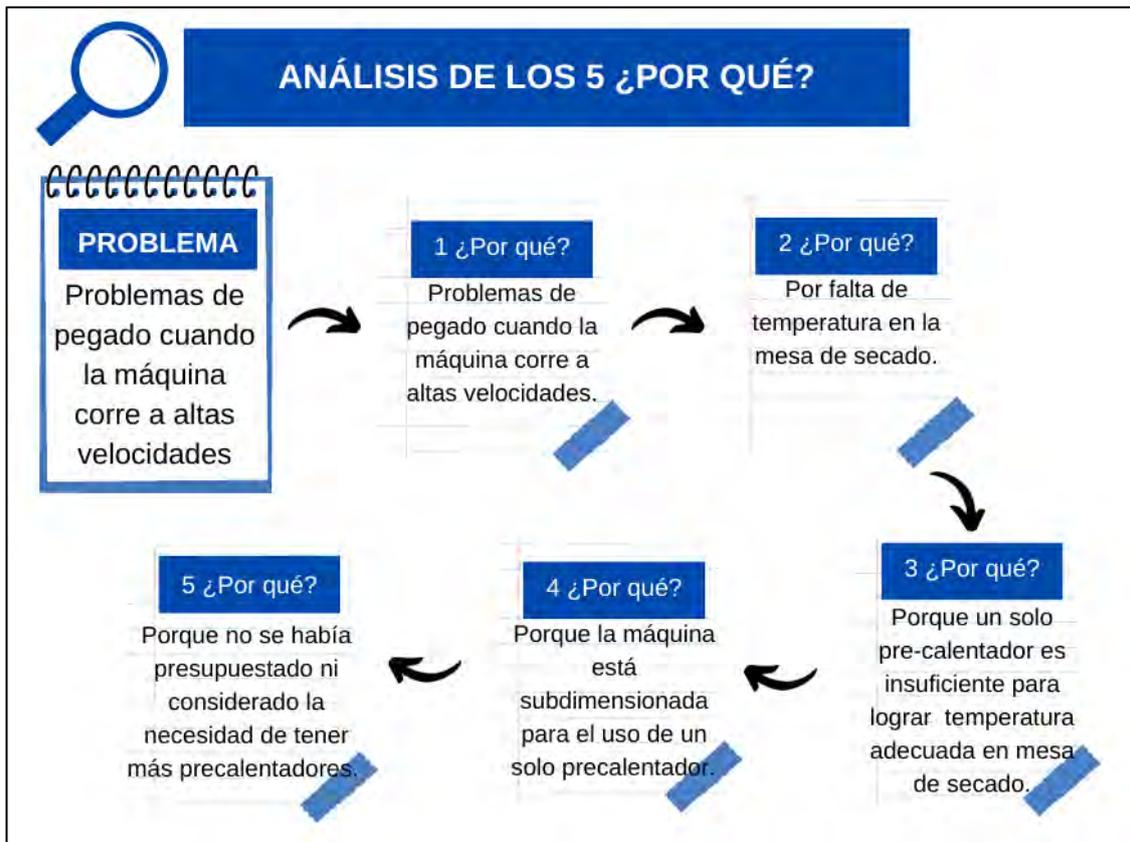


Figura 24: Análisis Los 5 ¿Por qué? – Pegado defectuoso I

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Adicionalmente, se ejecutó un análisis complementarios para entender la problemática asociada a la **mala posición de cuchillas en máquina corrugadora** que generaba defecto de corte en las planchas de papel corrugado (paños).

Se realizó el análisis de los 5 ¿por qué? Como se muestra en la figura 25, en el cual se observó que los problemas como la mala ubicación del ángulo de las piedras de afilado está mal ubicado al ser colocado por personal no calificado para esa tarea, y la falta de previsión sobre la mano de obra calificada para esta tarea, entre otros; están asociados directamente a que este tipo de actividades debieron ser asignadas a persona de mantenimiento, especializado en este tipo de maniobras que requiere pericia y conocimiento técnico.

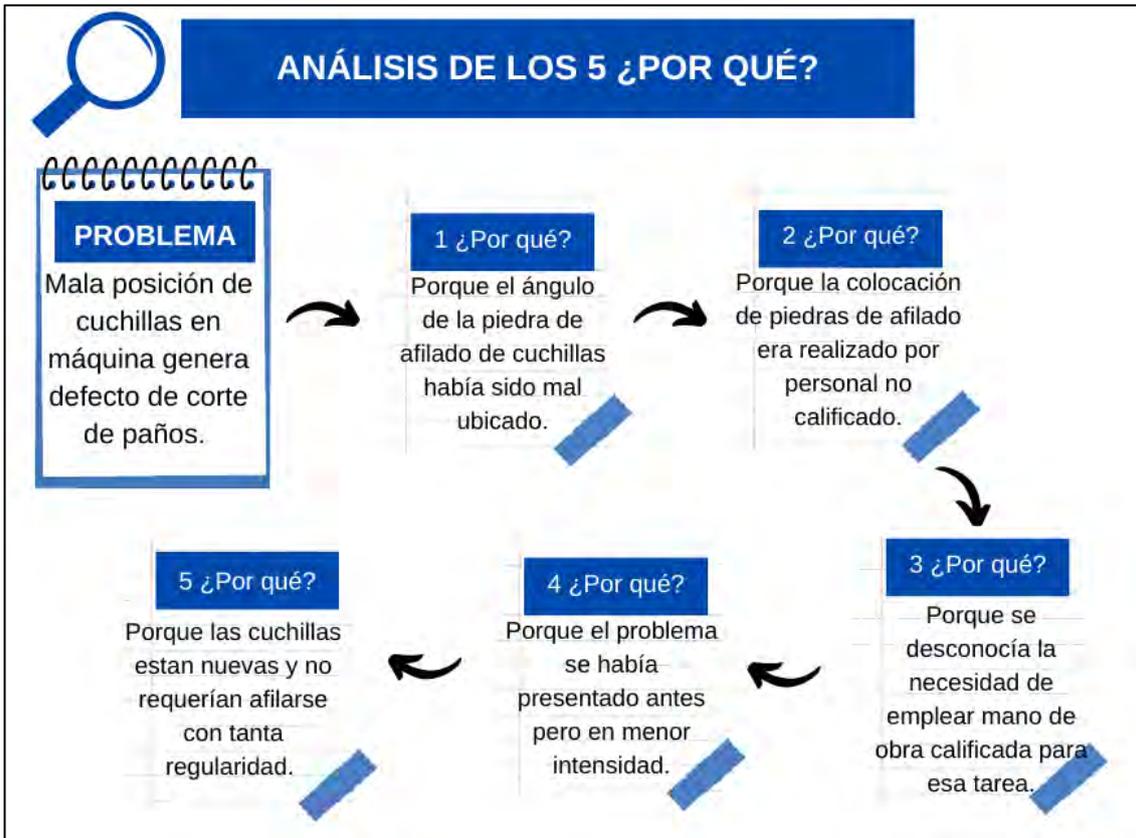


Figura 25: Análisis “Los Cinco ¿Por qué?” – Pegado defectuoso II

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

### 3.2.2 Problemas Identificados en Imprenta 20 (IMP20)

A finales de abril 2021, se empezó el trabajo con las imprentas (máquinas convertidoras) y con el fin de empezar a entender las oportunidades asociadas a estas máquinas manufactureras, se decidió trabajar también con un **dashboard de cascada de pérdida (miles de golpes)** para ubicar donde se registraban las principales pérdidas de productividad identificando claramente que la variable **rendimiento (golpes/hora)** o velocidad de la máquina era la principal fuente generadora de pérdida de productividad. Además, los tiempos de **set-up** se presentaban como un gran reto para mejorar los niveles de productividad de la **Imprenta 20**, tal como se puede observar en la figura 26. Incluso, al analizar los niveles de OEE de la máquina se observó que, si bien había mejorado en 1% en mayo 2021 respecto a abril 2021, un valor de 15% representaba un valor bastante bajo respecto a la capacidad que tiene este tipo de máquina. Al finalizar mayo 2021, se pudo hacer la comparación entre ambos meses, logrando comprender las grandes

oportunidades de esta máquina agrícola. Las paradas externas también representaban una gran oportunidad por mejorar.

En la figura 26, se observan los indicadores (KPI's) asociados a la productividad de Imprenta 20, que brevemente se pueden definir de la siguiente manera:

- (1) Disponible o Disponibilidad: Corresponde a la capacidad máxima de producción (miles de golpes) en el caso hipotético que operara por un mes completo a su velocidad de diseño.
- (2) Carga (abierto): Corresponde a la capacidad mensual de producción de la máquina descontando la totalidad de horas no trabajadas y convertido en miles de golpes dejados de producir.
- (3) Mantenimiento programado: Horas asignadas a mantenimiento programado mensual y dejadas de trabajar en horas y convertido en miles de golpes dejados de producir.
- (4) Paradas operativas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultados de problemas o desperfectos de máquina de naturaleza operativas y convertido en miles de golpes dejados de producir.
- (5) Paradas externas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultado de problemas ajenos a la operación y convertido en miles de golpes dejados de producir.
- (6) Fallas mecánicas y eléctricas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultado de problemas mecánicos y eléctricos de la máquina y convertido en miles de golpes dejados de producir.
- (7) Set-up: Corresponde al tiempo de preparación mecánica de la máquina para arrancar un nuevo lote de producción y convertido en miles de golpes dejados de producir.
- (8) Otras Paradas: Corresponde a las horas dejadas de producir como resultado de cualquier otro problema no antes mencionado en miles de golpes dejados de producir.
- (9) Rendimiento: También conocido como Velocidad media en golpes/hora.
- (10) Calidad: Metros cuadras de materiales separados u observados por problemas de calidad (planchas).
- (11) OEE: Overall Equipment Efficiency (%) = Disponibilidad (%) x Rendimiento (%) x Calidad (%).

Indicadores	Mayo 2021		Abril 2021		Variación	Comentarios
	Miles de golpes	Detalle	Miles de golpes	Detalle		
Disponible	6,864	624 hrs.	7,920	720 hrs.		Velocidad de diseño (11.000)
Carga (horas abiertas)	4,965	451 hrs. (100%)	3,738	340 hrs. (100%)		
Mantto programado	117	10.7 hrs. (2%)	17	1.5 hrs. (0.4%)	⊗	En Abril se realizo el mtto en días de maquina sin carga.
Paradas operativas	602	54.7 hrs. (12%)	435	39.5 hrs. (12%)		
Paradas externas	1,011	92 hrs. (20%)	481	43.7 hrs. (13%)	⊗ +7pp	7pp de incremento. Exceso de parafina.
Fallas mec/elec	83	7.6 hrs. (2%)	109	10 hrs. (3%)	⊙ -1pp	Se realizo inspección-corrección al Accustak.
Setup	379	34.4 min. (8%)	379	31.4 min. (10%)	⊗ -2pp	Incremento en tiempo de Setup (Curva de aprendizaje)
Otras paradas	313	28.5 hrs. (6%)	200	18.2 hrs. (5%)	⊗	Se delego un líder de área a troq, y clisse. Obj: reducir a cero los T.P.
Rendimiento	1,304	4,045 (26%) golpes/hr	1,256	3,268 (34%) golpes/hr	⊙ -8pp%	
Calidad	22	(0.4%)	11	(0.3%)	⊙ -0.1%	
OEE	736	15%	520	14%	⊙ 1pp	

Figura 26: Dashboard – Imprenta 20

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Para determinar la productividad de la Imprenta 20 es necesario observar los tiempos de preparación que se utiliza entre la impresión de cada lote, también denominado set-up. Al analizar los tiempos de set-up (min) desde marzo 2021 a mayo 2021, se observó con mayor claridad las oportunidades que había en este tema. Implementar y establecer una metodología clara que permita optimizar los tiempos de set-up es clave para optimizar la productividad de la Imprenta 20, tal como se pone en evidencia en la figura 27.

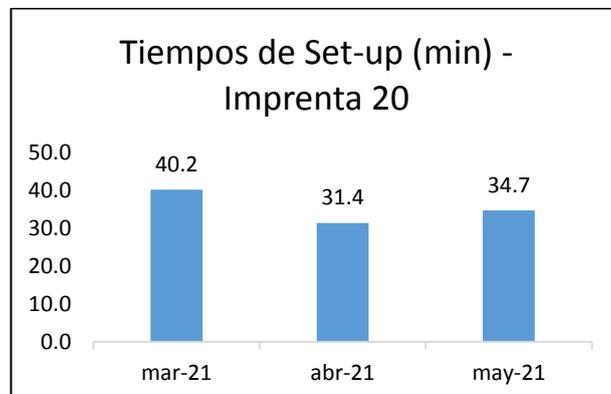


Figura 27: Tiempos de Set-up – Imprenta 20

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

A partir de los hallazgos registrados, se decidió trabajar con un equipo multidisciplinario de la planta, con la finalidad de trabajar en un **Brainstorming** que nos permita entender las principales causas de los grandes niveles de pérdidas por rendimiento y tiempos de set-up. El equipo estuvo conformado por:

- Gerente de Operaciones
- Superintendente de Planta
- Jefe de Imprentas
- Jefe de Gestión de Calidad
- Operador de Máquina Imprentas
- Ayudante de Producción - Imprentas
- Analista de Calidad

Luego de la tormenta de ideas, se logró registrar lo que se observa en la figura 28, en donde con la participación de todo se logró identificar una serie de causas que merecían un trato especial y un análisis profundo a fin de lograr mejorar el rendimiento.

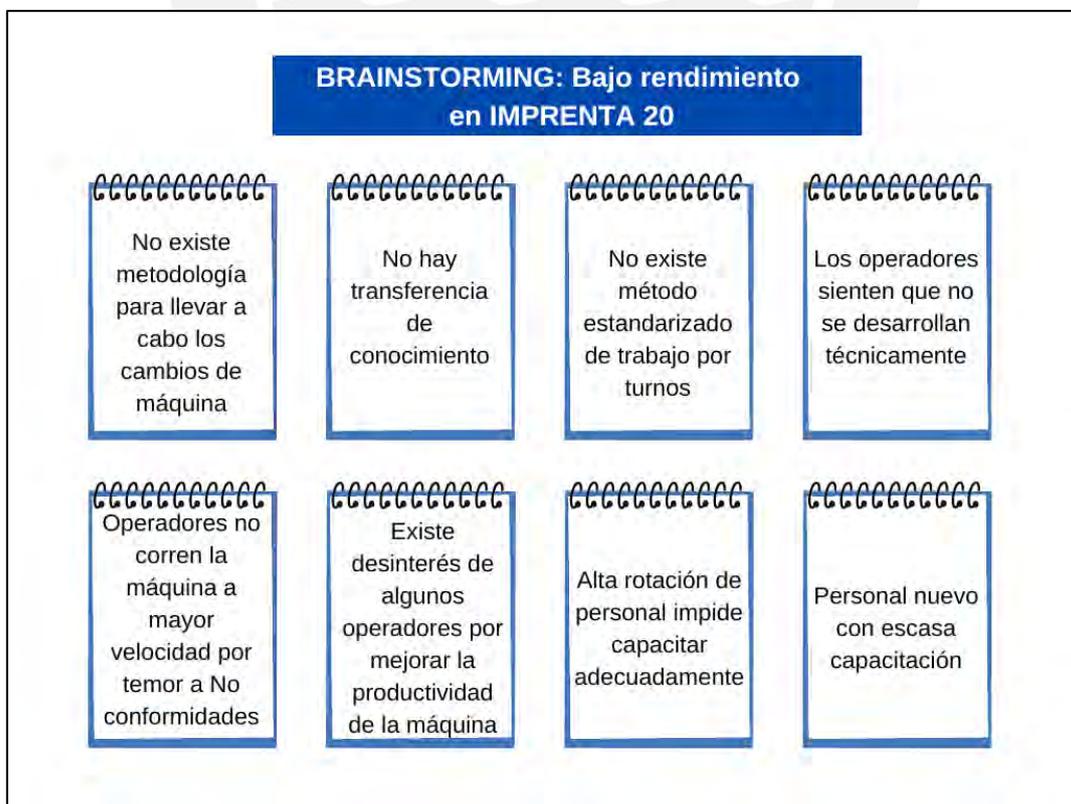


Figura 28: Brainstorming – Imprenta 20

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Para profundizar en los análisis de causa raíz de estos problemas identificados a través del brainstorming, se decidió trabajar en un diagrama de Ishikawa con la finalidad de organizar los problemas identificados (figura 29). Se identificó que los principalmente los problemas de productividad está orientados a problemas de **método y mano de obra**, con los cual se logró profundizar en el análisis de estos problemas a fin de encontrar la causa.

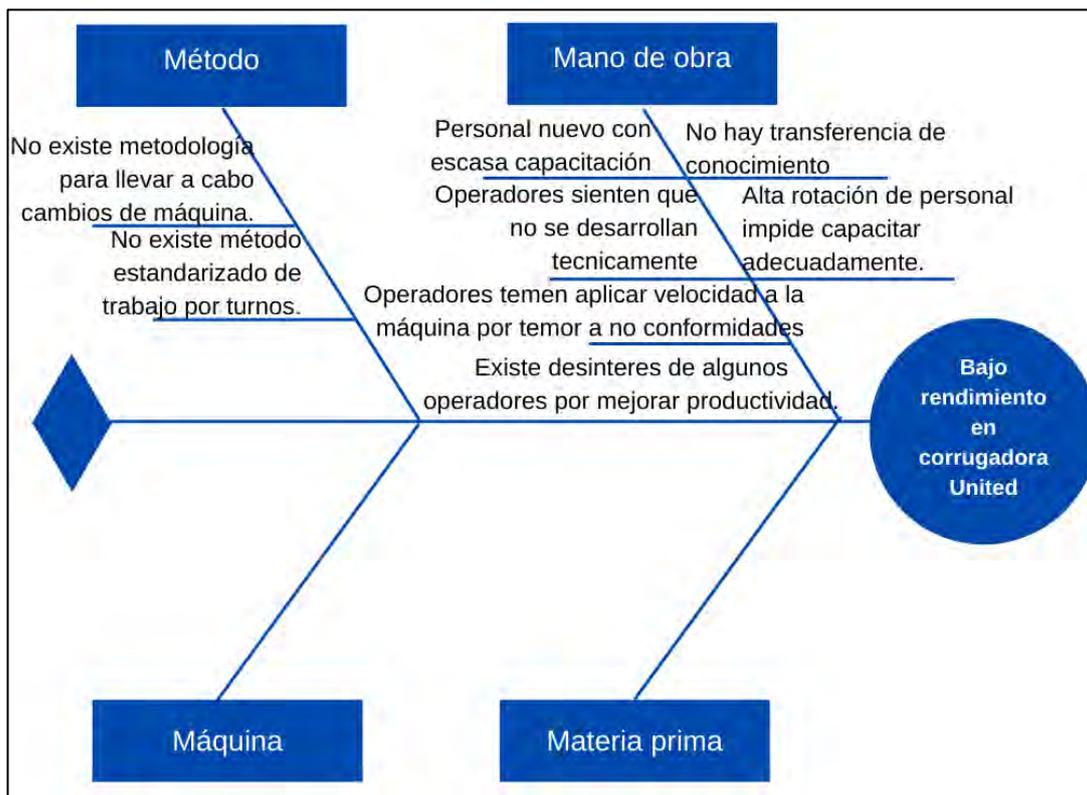


Figura 29: Diagrama Ishikawa – Imprenta 20

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Luego, se ejecutaron análisis de “Los 5 ¿Por qué?” con el objetivo de entender el trasfondo de algunos éstos problemas, como por ejemplo para entender la problemática **existe desinterés de algunos operadores por mejorar productividad en máquina** (figura 30). Es en base a este análisis que se planteó la necesidad urgente de establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo (como se detalla en el capítulo 4 de este trabajo).

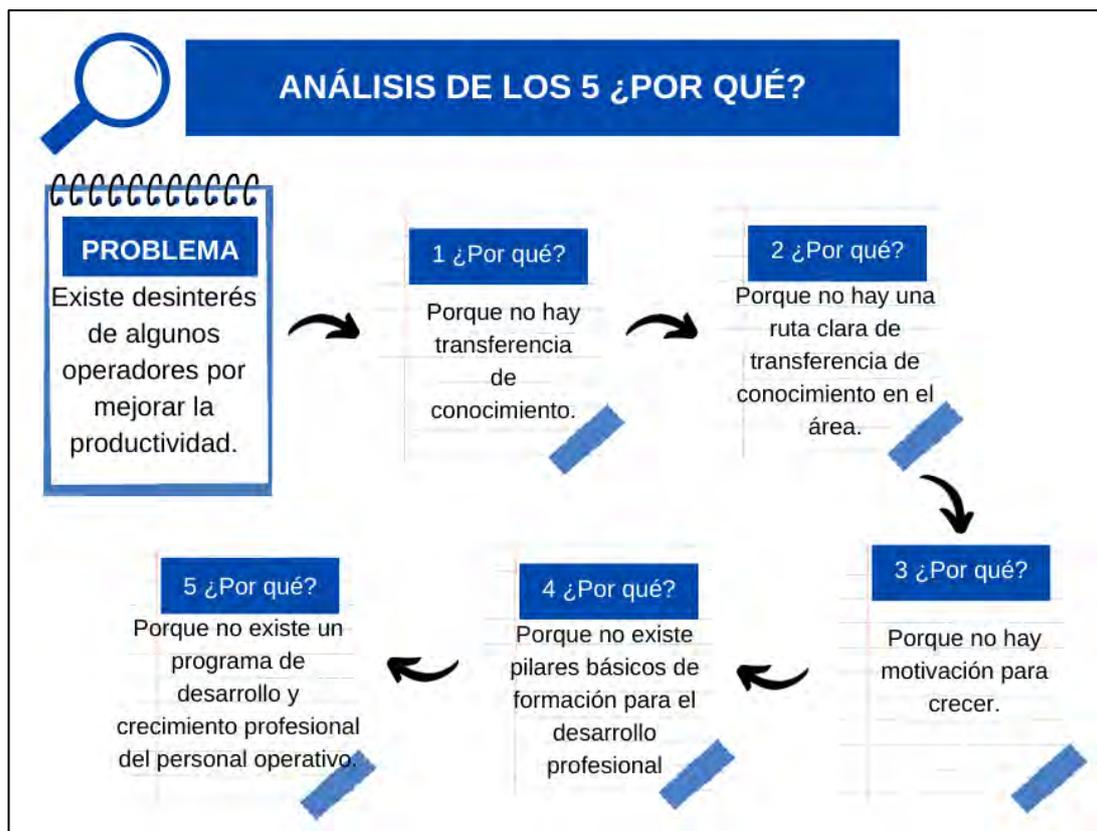


Figura 30: Análisis 5 porqués – Desinterés en mejorar productividad en Imprenta 20  
Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Posteriormente, se ejecutaron análisis adicionales para entender la problemática asociada a **altos tiempos de set-up en Imprenta 20** que generaba gran desperdicio de tiempos y movimientos durante los tiempos de cambio (figura 31).

Dentro de esta problemática surieron ideas de la revisión del método estandarizado, la falta de documentación del proceso de set-up, la ruta de la zona de producción o el crecimiento rápido de la planta, entre otros.

Finalmente, se logró identificar que no se han definido espacios y ubicaciones para cada material requerido para producción identificando claramente la necesidad de ejecutar un programa agresivo de Los 5 ¿Por qué?, estudio de tiempos y movimientos y reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la Imprenta 20. Con estas respuestas se vio la necesidad urgente de reorganizar el área.

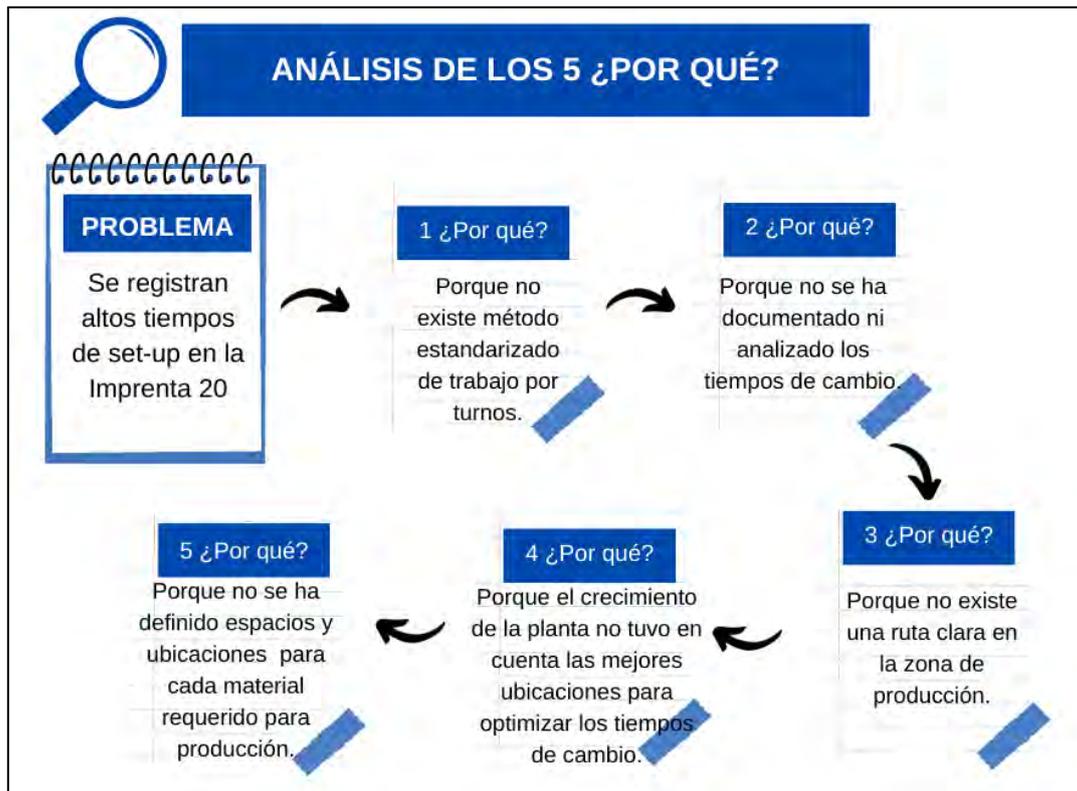


Figura 31: Análisis 5 porqués - Altos tiempos de set-up en Imprenta 20.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

### 3.3 Planificar Soluciones

En base a los análisis efectuados, se resume la lista de problemas seleccionados, las causas identificadas, las propuestas de solución planteadas y motivo o justificación (que se desarrollarán en el siguiente capítulo), según los procesos analizados (tablas 17 y 18).

Es importante precisar las grandes oportunidades identificadas durante el proceso de Brainstorming, al dibujar el diagrama de Ishikawa y durante el análisis de Los 5 ¿Por qué?. Sin embargo, con la ayuda de las cascadas de pérdida se logró identificar los principales factores que impactan en la productividad de ambas máquinas.

Tabla 17: Lista de problemas y soluciones identificados – Corrugadora.

<b>PROBLEMA PRINCIPAL: BAJO RENDIMIENTO EN CORRUGADORA</b>			
<b>PROCESO</b>	<b>PROBLEMAS SECUNDARIOS</b>	<b>DESARROLLO</b>	
CORRUGADO	Problemas de pegado cuando máquina corre a altas velocidades	<b>CAUSA RAIZ</b>	Porque no se tenía presupuestado, ni se había considerado la necesidad de tener más pre-calentadores.
		<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	Inversión en implementación de pre-calentadores adicionales en Corrugadora United.
		<b>MOTIVO O JUSTIFICACIÓN</b>	En base al análisis de causa raíz identificado se hace indispensable implementar y reforzar el proceso de corrugado con la instalación de nuevos pre-calentadores buscando incrementar los niveles de productividad y maximizarlos.
CORRUGADO	Mala posición de cuchillas en máquina genera defecto de corte en los paños	<b>CAUSA RAIZ</b>	Porque las cuchillas eran nuevas y no requerían afilarse con tanta regularidad.
		<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	Reasignación de actividades de mantenimiento autónomo (colocación de cuchillas) al equipo de mantenimiento.
		<b>MOTIVO O JUSTIFICACIÓN</b>	Estas actividades fueron reasignadas observando que el personal especialista en ejecutar este tipo de cambios es el área de mantenimiento. Se buscó reasignar tareas en función de la experiencia.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Tabla 18: Lista de problemas y soluciones identificados – Imprenta.

<b>PROBLEMA PRINCIPAL: BAJO RENDIMIENTO EN IMPRESIÓN</b>			
<b>PROCESO</b>	<b>PROBLEMAS SECUNDARIOS</b>	<b>DESARROLLO</b>	
IMPRESIÓN	Existe desinterés de algunos operadores por mejorar productividad de máquina	<b>CAUSA RAIZ</b>	Porque no existe un programa de desarrollo y crecimiento profesional del personal operativo.
		<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	Establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo
		<b>MOTIVO O JUSTIFICACIÓN</b>	Desarrollar un programa de desarrollo y crecimiento al personal resulta fundamental para fortalecer el frente gente en el marco del proyecto de Excelencia Operacional de la compañía.
IMPRESIÓN	Se registran altos tiempos de set-up (minutos) en Imprenta 20.	<b>CAUSA RAIZ</b>	Porque no se han definido espacios y ubicaciones para cada material requerido para producción.
		<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	Ejecutar un programa agresivo de 5's, estudio de tiempos y movimientos y reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la Imprenta 20.
		<b>MOTIVO O JUSTIFICACIÓN</b>	Rediseñar el espacio de trabajo de la impresora 20 resultó clave a fin de organizar los espacios y movimientos y reducir los tiempos de set-up o de cambio.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA (FASE DO)

En este apartado se detallan las actividades ejecutadas de acuerdo con el diagnóstico ejecutado en el capítulo anterior, haciendo énfasis en las oportunidades identificadas a través de los análisis de las causas desarrollados. En este capítulo se trabaja con la segunda fase del ciclo PDCA, denominada *Fase Do* e implementar las soluciones.

### 4.1 Implementación de soluciones

En este apartado se realizan los aportes descritos a continuación.

#### 4.1.1 Planteamiento de soluciones y establecimiento de prioridades

En base a lo planteado en el punto 3.3 de este trabajo se establecieron las prioridades que se fundamentaron en base a los siguientes criterios:

- Costo de Implementación y facilidad de acceso a los repuestos
- Impacto en la productividad del negocio
- Facilidad en la implementación (inmediato o largo plazo)

Para tal fin, se definieron las siguientes puntuaciones a fin de establecer las prioridades (tabla 19).

Tabla 19: Puntuación a criterios de decisión (leyenda).

Criterios de Decisión			
Valor	<i>Costo de Implementación y facilidad de acceso a los repuestos</i>	<i>Impacto en la productividad del negocio</i>	<i>Facilidad en la implementación</i>
<b>1</b>	Bajo costo, fácil acceso	Bajo impacto en productividad	Implementación a corto plazo
<b>2</b>	Mediano costo y acceso	Mediano impacto en productividad	Implementación a mediano plazo
<b>3</b>	Alto costo y difícil acceso	Alto impacto en productividad	Implementación a largo plazo

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 20, se observa que el requerimiento con mayor ponderación promedio es la **Inversión e implementación de pre-calentadores adicionales en Corrugadora United**, dado que tiene un impacto directo en la productividad de la máquina Corrugadora, seguido de **Establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo**; considerando que el área de personal es un eje fundamental en la promoción de productividad dentro de la compañía. Para definir tal priorización se llevó a cabo una evaluación interna entre miembros de la compañía con un nivel medio / alto de decisión a quienes se le consultó respecto al nivel de priorización de las actividades, según se observa en el anexo 8.

Tabla 20: Resultados de aplicación de criterios de decisión.

N°	ACTIVIDAD	Costo de Implementación y facilidad de acceso a los repuestos [1]	Impacto en la productividad del negocio [2]	Facilidad en la implementación [3]	PROMEDIO
<b>PONDERACIÓN</b>		<b>33.33%</b>	<b>33.33%</b>	<b>33.33%</b>	<b>100%</b>
1	Inversión e implementación de pre-calentadores adicionales en Corrugadora United.	2.8	2.7	2.5	2.66
2	Reasignación de actividades de mantenimiento autónomo (colocación de cuchillas) al equipo de mantenimiento.	1.2	1.2	1.6	1.33
3	Establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo	2.4	2.3	2.3	2.33
4	Ejecutar un programa agresivo de 5's, estudio de tiempos y movimientos y reorganización y delimitación de los	1.3	1.2	1.3	1.27

N°	ACTIVIDAD	Costo de Implementación y facilidad de acceso a los repuestos [1]	Impacto en la productividad del negocio [2]	Facilidad en la implementación [3]	PROMEDIO
	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>33.33%</b>	<b>33.33%</b>	<b>33.33%</b>	<b>100%</b>
	espacios colindantes a la Imprenta 20.				

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

#### 4.1.2 Inversión e implementación de precalentadores adicionales en Corrugadora United.

Es importante precisar la función que cumplen los precalentadores en la productividad de las máquinas corrugadoras. Un **precalentador**, mediante expansión de la fibra del papel cumple un rol fundamental en la adhesión de la goma sobre el papel, haciendo que las fuerzas de adhesión sean las suficientes como para asegurar funcionalidad en la plancha de cartón conformada por dos liners y capa central de papel corrugado. En el interior de los rodillos pre-calentadores se inyecta vapor y mediante transferencia de calor se consigue la temperatura adecuada para cumplir función expansiva de la fibra que impacte de manera positiva en la adhesión de las láminas de papel (Corrugados S.A., 2021).

Dicho lo anterior, en la figura 32, observamos que el sistema de precalentadores (punteado en rojo) cumple un rol fundamental para poder asegurar condiciones mejoradas del papel que posteriormente se convierte en *Single-Face* (SF) que es equivalente al sistema de papeles corrugar-liner adheridos.

El concepto de mejora en la productividad se fundamenta en que al establecer mejores condiciones de proceso al momento del pegado de los liners con el corrugar se mejoran las condiciones de velocidad lo que impacta directamente en la cantidad de planchas de cartón corrugado o paños por hora fabricados.

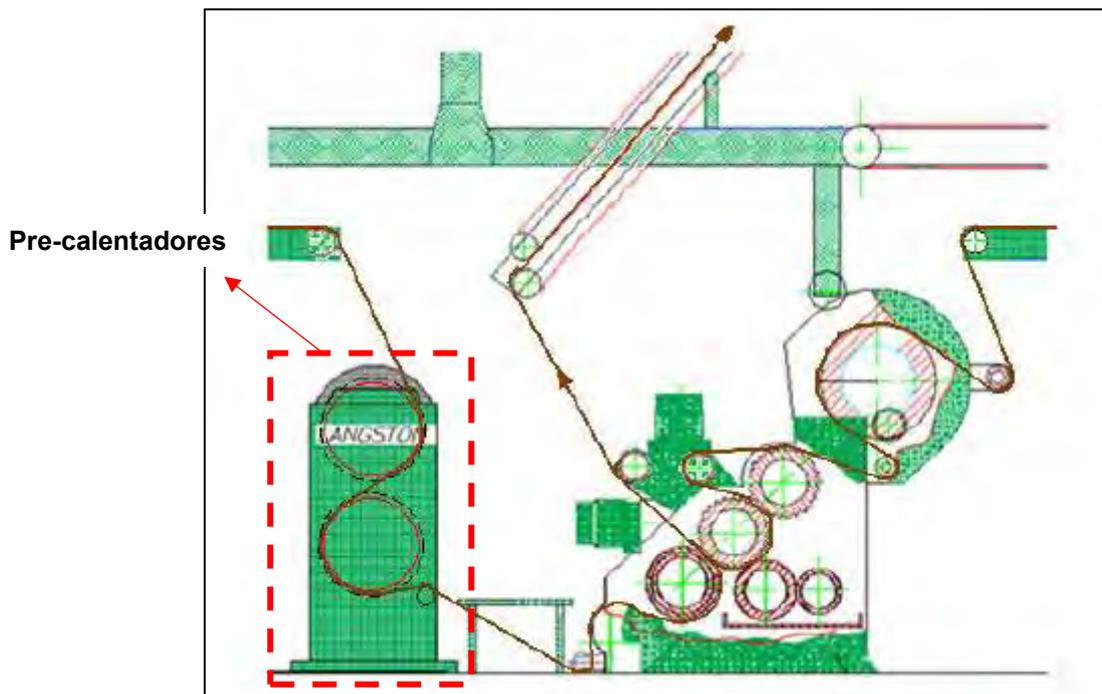


Figura 32: Sistema de precalentadores (punteado en rojo).

Fuente: Aucapiña y Cuzco (2010).

En base a lo anterior, la organización decidió invertir en nuevos precalentadores que permitan hacer recambios oportunos. Los modelos, análisis financieros y cantidades asociadas a esta inversión se mantienen en reserva a solicitud de la empresa Corrugados S.A. Más adelante, lograremos evidenciar el impacto positivo en la productividad como consecuencia de esta inversión (fase Check).

La importancia de los recambios se fundamenta en tener disponibles la cantidad suficiente de precalentadores que permitan ser recambiados durante los periodos de set-up de la máquina corrugadora y no tener corridas de pedidos sin precalentadores que impiden incrementar la velocidad de la máquina.

Los antecedentes, sin la cantidad suficiente de precalentadores, han demostrado que por periodos se ha tenido que fabricar sin precalentadores generando que la velocidad de corrida de la máquina no llegue a ser lo suficientemente alta como para sostener una buena productividad de la corrugadora United.

### 4.1.3 Establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo

Con respecto al establecimiento de un **Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo** inicialmente para el proceso de impresas y que permita ser usado posteriormente en el proceso de corrugados, la empresa decidió apostar por un programa estructurado donde se apueste por la meritocracia al momento de tomar decisiones respecto al ascenso del personal. Para dicho programa, se tomaron en cuenta las fases plasmadas en la figura 33.



Figura 33: Fases para Programa de Desarrollo y Crecimiento profesional para personal operativo.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Como primer paso, se revisó la estructura del proceso de impresión en donde se observó que la estructura estaba conformada por el Jefe de Impresión, Supervisor de Producción, Operador de Máquina I, Operador de Máquina II, Ayudante de Producción y Operador de Montacarga (figura 35). Posteriormente, se llevó a cabo un **focus group** ejecutado por el área de Gestión Humana al personal operativo, se ejecutaron entrevistas directas entre la Gerencia de Gestión Humana y los colaboradores directos del área. A modo de resumen se evidencia el número de entrevistas ejecutadas por tipo de perfil en la tabla 21.

Tabla 21: Entrevistas por perfil de puesto.

PERFIL DE PUESTO	Nº DE ENTREVISTAS
Jefe de Impresión	1
Supervisor de Producción	6
Operador de Máquina I	9
Operador de Máquina II	9
Ayudante de Producción	9
Operador de Montacarga	6

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Posteriormente, se ejecutaron reuniones grupales de hasta 5 personas, donde se lanzaron preguntas abiertas sobre las oportunidades que los colaboradores identificaron en materia de mejoras para el desarrollo de competencias y habilidades para el personal operativo, en la figura 34 observamos la invitación recibida por los colaboradores del proceso de impresión (algunos datos personales y corporativos fueron alterados intencionalmente).



Figura 34: Invitación a Focus Group – Imprentas.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Durante el análisis de este organigrama (tabla 22) se ubicaron algunas problemáticas, las cuales corresponden a la necesidad de poner en marcha un **programa de desarrollo y crecimiento profesional**.

Este programa fue propuesto por la Gerencia de Gestión Humana de Corrugados S.A. con el objetivo de potenciar las habilidades del personal operativo de la compañía que requieren de conocimiento técnicos y habilidades blandas para lograr su crecimiento profesional dentro de la organización y aspirar, de este modo, a mejores condiciones laborales que no pueden ser concedidas dada la limitación formativa y emocional que actualmente se observa entre los colaboradores de la operación.

A continuación, se detallan las funciones de los perfiles de puesto más importantes, según se muestra en la tabla 22. Los requisitos específicos de formación se ven más adelante detalladamente.

Tabla 22: Requisitos mínimos por puesto en Impresión.

PERFIL DE PUESTO	FUNCIONES
AYUDANTE DE PRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asume con responsabilidad instrucciones del líder de línea.</li> <li>• Tomar conocimiento del plan de producción del día y la semana, así como de la distribución de personal hecha por su supervisor.</li> <li>• Ayudar al Operador de Máquina I u Operador de Máquina II designado en la preparación de las maquinarias, implementos y equipos necesarios para los productos indicados en el plan de producción del día.</li> <li>• Ayudar en la preparación de las cargas de materia prima con anticipación de tal forma que no se generen innecesarias esperas ni tiempos muertos, así como en el correcto posicionamiento de los elementos de producción.</li> <li>• Por indicación del Operador de Máquina o Producción con quien esté trabajando, verificar la calidad de los elementos de producto terminado; así como disponerlos convenientemente para evitar obstrucciones de flujo y generación de circunstancias que pongan en peligro la seguridad.</li> <li>• Hacer las anotaciones que se le indiquen en los registros de actividad de acuerdo a los procedimientos establecidos.</li> <li>• Mantener el correcto orden y limpieza en su zona de trabajo.</li> <li>• Llevar el control (contar, medir o pesar) del producto terminado de la</li> </ul>

PERFIL DE PUESTO	FUNCIONES
	<p>operación en la que colabora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De ser el caso, transportar el producto terminado de su operación, a la siguiente estación de trabajo.</li> <li>• En caso haya que tomar muestras a la salida de su estación de trabajo, es responsable de tomarlas, custodiarlas y llevarlas al lugar de evaluación.</li> <li>• A solicitud del Operador de Máquina I u Operador de Máquina II, podrá efectuar la revisión periódica, mantenimiento preventivo y limpieza de los equipos de que pueda disponer según frecuencia establecida.</li> <li>• Advertir de inmediato, al Operador o Supervisor, de cualquier fallo o malfuncionamiento que detecte se presente o se prevea se pueda presentar.</li> <li>• Utilizar siempre el equipo de protección personal; cumpliendo las normas y disposiciones de Seguridad.</li> <li>• Dar cumplimiento a los programas de emergencia (Lucha contra incendio, desastres naturales, etc.) desempeñado su rol como parte de la brigada.</li> </ul>
OPERADOR DE MÁQUINA I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordina con el Supervisor de Producción respecto al programa diario de producción.</li> <li>• Responsable de operación de máquina de mando mecánico.</li> <li>• Comprueba dimensiones y controla atributos de calidad de artículo en producción.</li> <li>• Lidera operación de Línea a su cargo y es responsable por el orden y limpieza de esta y el área que ocupa.</li> <li>• Comunica diariamente ocurrencias de turno respecto de avance de programa, estado mecánico y eléctrico, de Línea a su cargo.</li> <li>• Promueve de manera sostenida trabajo en equipo con sus pares y personal de otras áreas.</li> <li>• Registra correctamente información en formatos entregados para tal fin.</li> <li>• Promueve y desarrolla acciones enfocadas al logro de metas de productividad y disminución del desperdicio.</li> <li>• Asume con responsabilidad indicaciones de Supervisor de Producción.</li> <li>• Coordina diariamente con inspectores de calidad y personal de mantenimiento respecto de estado de Línea a su cargo.</li> <li>• Registra información exacta en Pc Topp.</li> <li>• De ser el caso, preparar el informe de relevo al dejar el turno; poner atención al informe recibido al tomar el turno; en cualquier caso, no abandonar el puesto de trabajo al haber culminado su turno, hasta que</li> </ul>

PERFIL DE PUESTO	FUNCIONES
	<p>ingrese el personal del siguiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar siempre el equipo de protección personal; cumpliendo las normas y disposiciones de Seguridad.</li> <li>• Aplicar y fomentar la metodología 5"S" (Clasificar, Organizar, Limpiar, bienestar personal y Disciplina) durante su jornada laboral.</li> <li>• Dar cumplimiento a los programas de emergencia (Lucha contra incendio, desastres naturales, etc.) desempeñado su rol como parte de la brigada.</li> </ul>
OPERADOR DE MÁQUINA II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordina con el Supervisor de Producción respecto al programa diario de producción.</li> <li>• Responsable de operación de máquina de mando digital.</li> <li>• Comprueba dimensiones y controla atributos de calidad de artículo en producción.</li> <li>• Lidera operación de Línea a su cargo y es responsable por el orden y limpieza de esta y el área que ocupa.</li> <li>• Comunica diariamente ocurrencias de turno respecto de avance de programa, estado mecánico y eléctrico, de Línea a su cargo.</li> <li>• Promueve de manera sostenida trabajo en equipo con sus pares y personal de otras áreas.</li> <li>• Registra correctamente información en formatos entregados para tal fin.</li> <li>• Promueve y desarrolla acciones enfocadas al logro de metas de productividad y disminución del desperdicio.</li> <li>• Asume con responsabilidad indicaciones de Supervisor de Producción o Supervisor de Servicio de Armado.</li> <li>• Coordina diariamente con inspectores de calidad y personal de mantenimiento respecto de estado de Línea a su cargo.</li> <li>• Registra correctamente causas de paradas de Línea en Pc Topp.</li> <li>• De ser el caso, preparar el informe de relevo al dejar el turno; poner atención al informe recibido al tomar el turno; en cualquier caso, no abandonar el puesto de trabajo al haber culminado su turno, hasta que ingrese el personal del siguiente.</li> <li>• Utilizar siempre el equipo de protección personal; cumpliendo las normas y disposiciones de Seguridad.</li> <li>• Aplicar y fomentar la metodología 5"S" (Clasificar, Organizar, Limpiar, bienestar personal y Disciplina) durante su jornada laboral.</li> <li>• Dar cumplimiento a los programas de emergencia (Lucha contra incendio, desastres naturales, etc.) desempeñado su rol como parte de la brigada.</li> </ul>

PERFIL DE PUESTO	FUNCIONES
OPERADOR DE MONTACARGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar familiarizado con la máquina asignada, leyendo, estudiando y consultando permanentemente el respectivo manual de operación y cuidado de la unidad asignada.</li> <li>• Según el programa de producción, mantener abastecidas las estaciones de trabajo y despejados los puntos de recojo que requieran de su concurso.</li> <li>• De ser el caso llevar al día el registro de movimientos ejecutados en el período de trabajo.</li> <li>• Mantener las zonas de carga y descarga en correcto orden y limpieza; esto implica no dejar material fuera de lugar más que el tiempo imprescindible (por ejemplo, al sacar material delante del elemento que se requiere).</li> <li>• De ser el caso, preparar el informe de relevo al dejar el turno; poner atención al informe recibido al tomar el turno; en cualquier caso, no abandonar el puesto de trabajo al haber culminado su turno, hasta que ingrese el personal del siguiente.</li> <li>• Mantener su máquina en buen estado de conservación y en condiciones que aseguren su operatividad e informar cualquier indicio de problema.</li> <li>• Practicar el manejo a la defensiva.</li> <li>• Realizar el check list de operación de su equipo asignado.</li> <li>• Utilizar siempre el equipo de protección personal; cumpliendo las normas y disposiciones de Seguridad.</li> <li>• Aplicar y fomentar la metodología 5 "S" (Clasificar, Organizar, Limpiar, bienestar personal y Disciplina) durante su jornada laboral.</li> <li>• Dar cumplimiento con el programa de entrenamiento.</li> <li>• Dar cumplimiento a los programas de emergencia (Lucha contra incendio, desastres naturales, etc.) desempeñado su rol como parte de la brigada.</li> </ul>

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Durante la reunión con el personal, también se pudieron identificar varias problemáticas que se identificaron respecto al proceso de impresión, las cuales se encuentran resumidas en la tabla 23.

Tabla 23: Problemáticas en proceso de Impresión.

PROBLEMÁTICAS	DESARROLLO DE PROBLEMÁTICA
NO HAY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desde los Operadores más experimentados hacia los que</li> </ul>

PROBLEMÁTICAS	DESARROLLO DE PROBLEMÁTICA
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	<p>menos saben, no se comparte lo que saben por temor de ser reemplazables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí Operador de Máquina II se ausenta, el Operador I no tiene libertad para liderar turnos.</li> <li>• Ayudante de Producción solo se encarga de alimentar, no trabaja en grupo y el Operador trabaja solo.</li> </ul>
NO HAY RUTA CLARA DE CRECIMIENTO EN EL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos Operadores solo esperan crecer por antigüedad, otros llevan más de 20 años como Ayudantes de Producción, mientras que otros renuncian.</li> <li>• La mayoría de Operadores aspiran a crecer como Operador de Montacarga y se encuentran con un tope.</li> </ul>
NO HAY MOTIVACIÓN PARA CRECER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador de Máquina II no tiene a donde más crecer debido a sus limitaciones académicas.</li> <li>• Muchos de ellos no tienen la formación para llegar a Supervisor. Muchos colaboradores afirmaron lo siguiente: “¿Para qué enseño si no tengo posibilidad de crecer?”, “Ya estoy al tope de dónde puedo llegar”.</li> <li>• El Operador de Máquina se queda estancado como consecuencia de lo anterior.</li> </ul>

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Para poder identificar más claramente el origen de las problemáticas es necesario revisar el organigrama actual de la Unidad de Impresión, la cual se detalla en la figura 35.

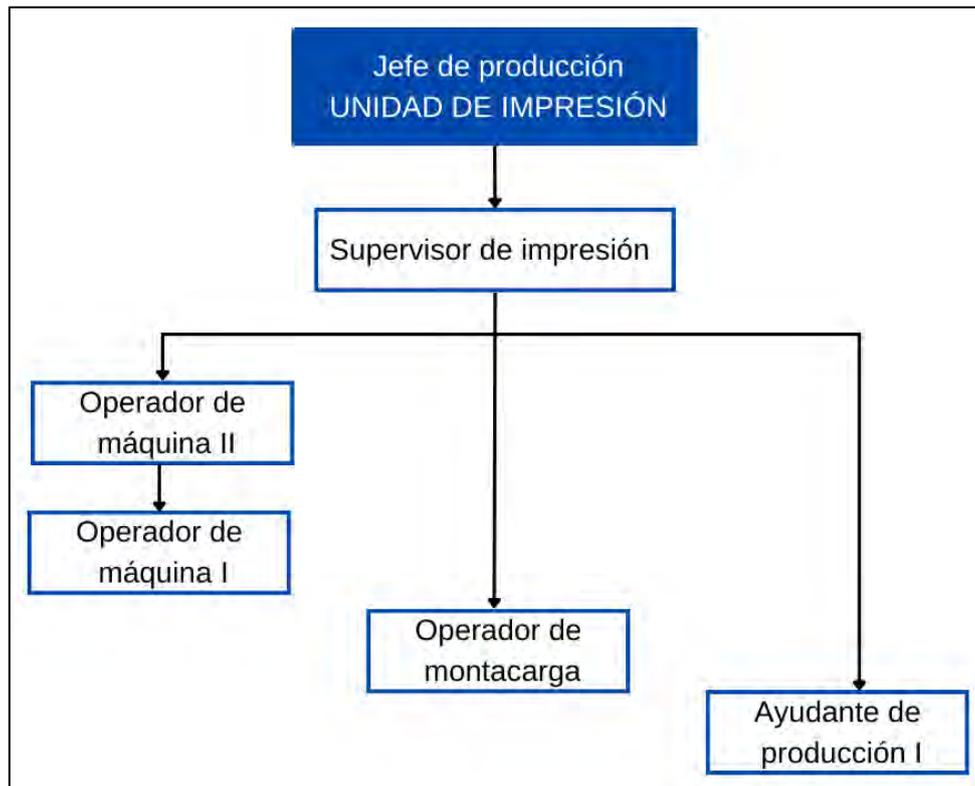


Figura 35: Organigrama actual de la Unidad de Impresión.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Como resultado del análisis de las problemáticas, el departamento de Gestión Humana estableció:

### **OBJETIVO GENERAL**

- Contar con lineamientos (pilares de formación) y una línea de carrera clara para todo el personal, motivando su formación en Corrugados S.A. y asegurando su compromiso con los objetivos específicos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Formar expertos en Flexografía potenciando a nuestro personal para que sean recursos clave en Corrugados S.A.
- Promover una cultura de meritocracia y de administración del crecimiento propiciando la mejora continua y garantizando una remuneración justa.
- Fomentar una cultura organizacional agradable mediante el trabajo en equipo y formación de equipos.

Asimismo, se lograron establecer los Pilares de Formación de línea de carrera (figura 36). El proceso inicia con (1) Formación, (2) Experiencia, (3) Capacitación y (4) Evaluación.

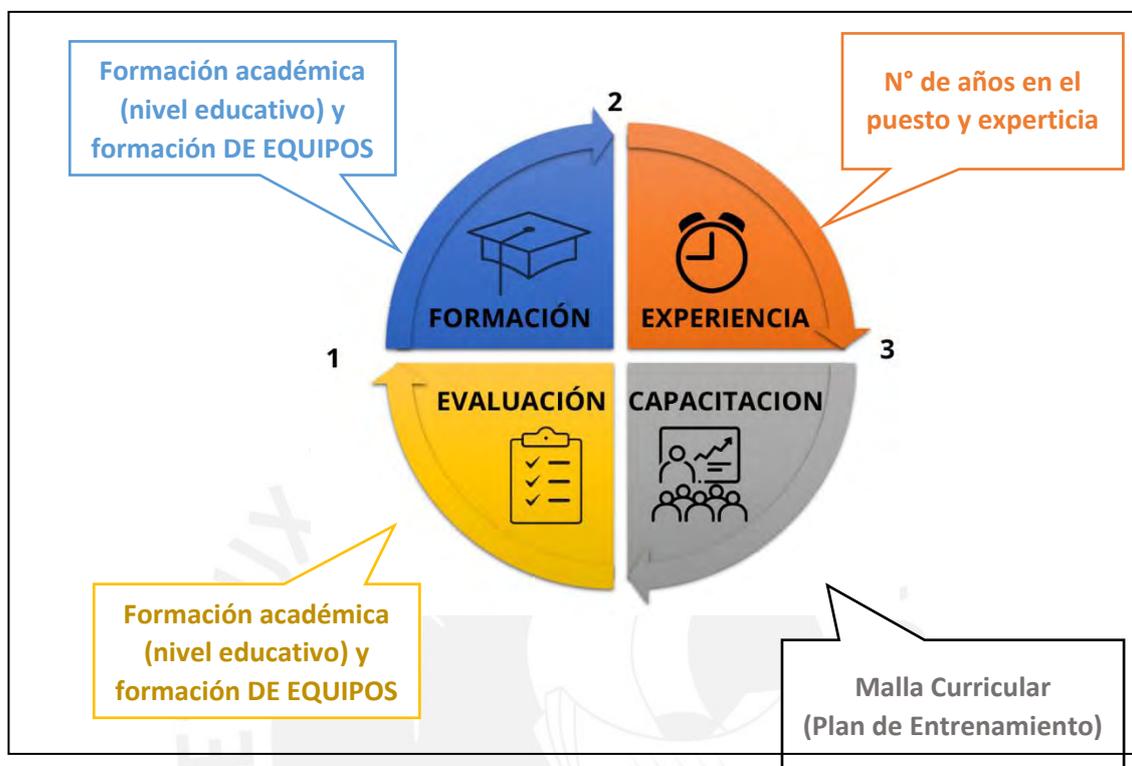


Figura 36: Pilares de formación.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

A partir de lo trabajado, se propuso una nueva propuesta de Organigrama, donde se evidencia la inclusión de una nueva posición **Operador de Máquina III**. Dicha posición impacta positivamente en la propuesta que va a presentarse más adelante (figura 37).

Es importante entender que dentro de las oportunidades que se identificaron para los colaboradores que tenían mayor experiencia y mayor jerarquía dentro del personal de planta (Operador de Máquina II), se evidenció que estos tenían una brecha importante para poder aspirar a una posición superior a corto plazo. Dentro de las estrategias definidas por la compañía, se planteó la posibilidad que el personal operativo pueda continuar creciendo optando por un puesto superior (Operador de Máquina III), que les permitiría una mejora económica. Adicionalmente, la compañía identificó que éstas personas, con un vasto conocimiento técnico, podrían ser los llamados a

conducir a corto-mediano plazo el proceso productivo de la compañía. Para que esto llegase a ocurrir, era necesario plantear un programa integral de formación de éste grupo de colaboradores a través de herramientas que les permitan continuar con su crecimiento profesional. Lo primero que se trabajó fue en el perfil de puesto de los Operadores de Máquina III (tabla 24) y que se detalla en el anexo 11.

Tabla 24: Perfil de Puesto: Operador de Máquina III.

PERFIL DE PUESTO	FUNCIONES
OPERADOR DE MÁQUINA III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer mejoras operativas para la preparación de las maquinarias (set-up), implementos, equipos y cargas de materia prima (pañes Corrugados S.A.); en coordinación con el Ingeniero de Procesos y Mejora Continua, garantizando el mejoramiento continuo de la línea a su cargo.</li> <li>• Llevar a cabo y coordinar acciones enfocadas a la mejora continua con las diversas áreas (Mantenimiento, Calidad, entre otras), participando en la implementación y seguimiento de los proyectos de SMED, 5S, Poka Yoke, entre otros; para contribuir con su ejecución.</li> <li>• Entrenar al personal del área, según los procedimientos y estándares de trabajo, para garantizar la excelencia operacional de la línea y cumpliendo con los estándares de seguridad de las máquinas.</li> <li>• Controlar en la línea de producción el correcto uso y desgaste de los repuestos (rasquetas, fajas tapiz, cuchillas, entre otros) e informar al Supervisor de Producción para asegurar la continuidad de los equipos y su durabilidad.</li> <li>• Verificar el correcto registro de la información de causas de paradas de Línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp o en formatos entregados para tal fin para asegurar la trazabilidad de los procesos.</li> </ul>

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Para la compañía, el puesto de Operador de Máquina III cumple un rol clave ya que es el puente entre el área de operaciones y el área de administración de la operación. Por lo tanto, este perfil podría aspirar a puestos superiores tales como Supervisor de Producción, Ingeniero de Procesos, entre otros (figura 37).

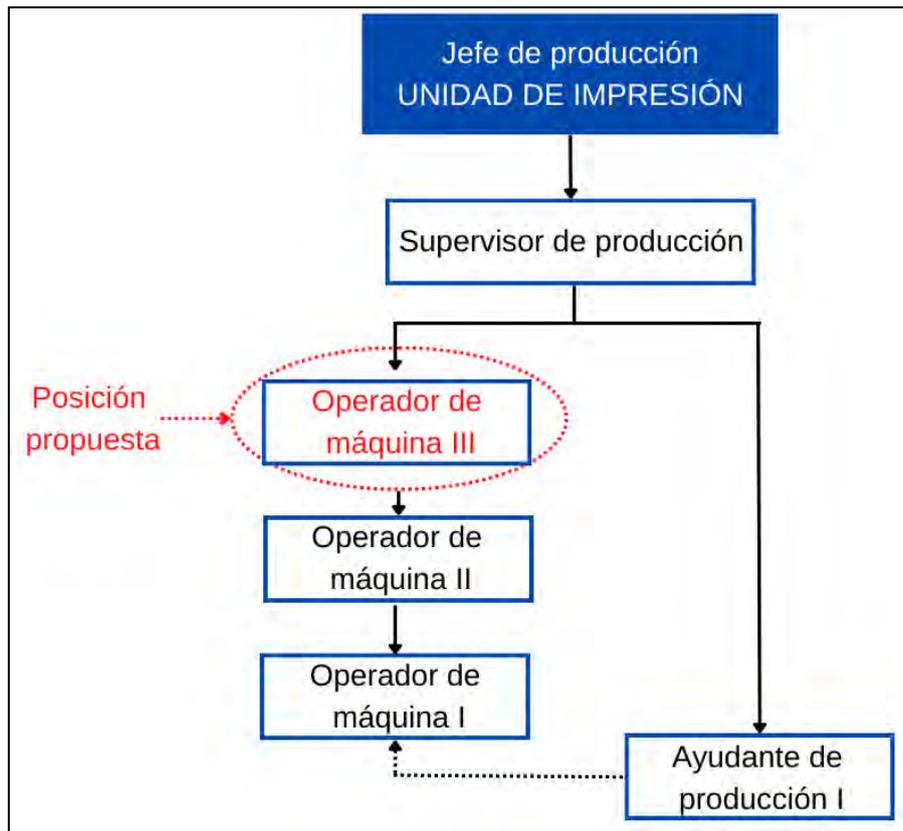


Figura 37: Nuevo Organigrama propuesto - Imprentas

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

El siguiente paso consistió en establecer los requisitos que debería cumplir cada posición con respecto a los cuatro pilares antes establecidos, logrando evidenciar una estructura sólida de crecimiento con requisitos por cada pilar que permitan impulsar el desarrollo de los tales internos en la organización (figura 36). Por ejemplo, en la tabla 25 podemos observar los requisitos detallados que debe cumplir cada perfil de puesto o posición antes de poder saltar al siguiente nivel. Por supuesto, esto siempre que haya una posición disponible en el siguiente nivel. Al ser el área con mayor nivel de rotación se enfocó la búsqueda en dos aspectos:

1. Permitir que exista desarrollo de talento.
2. Disminuir el nivel de rotación de personal en el proceso de Impresión.

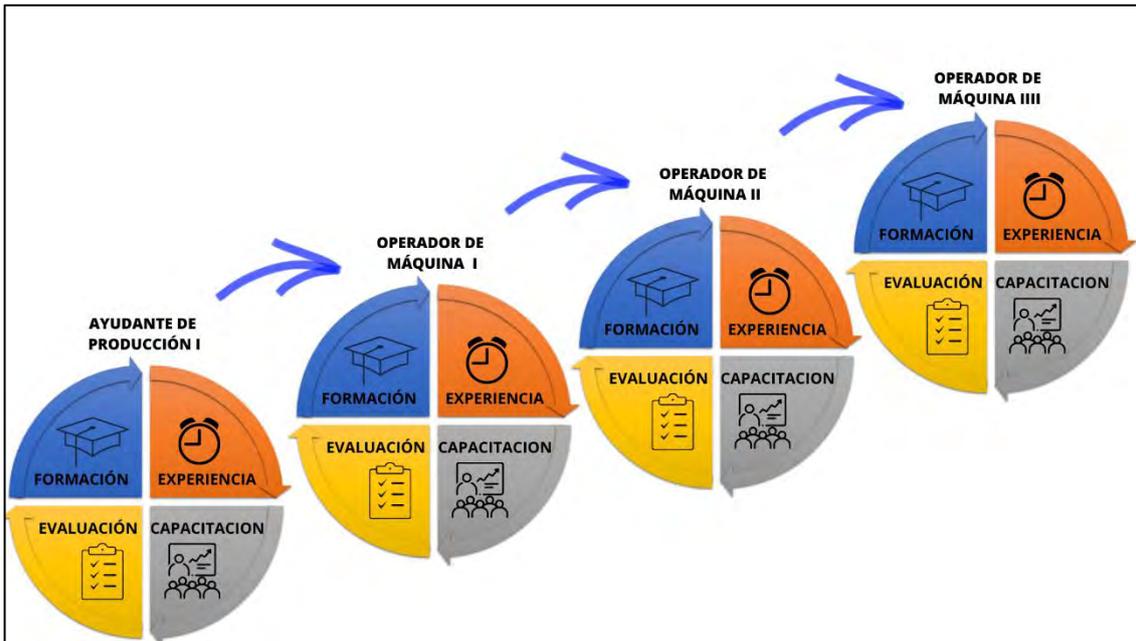


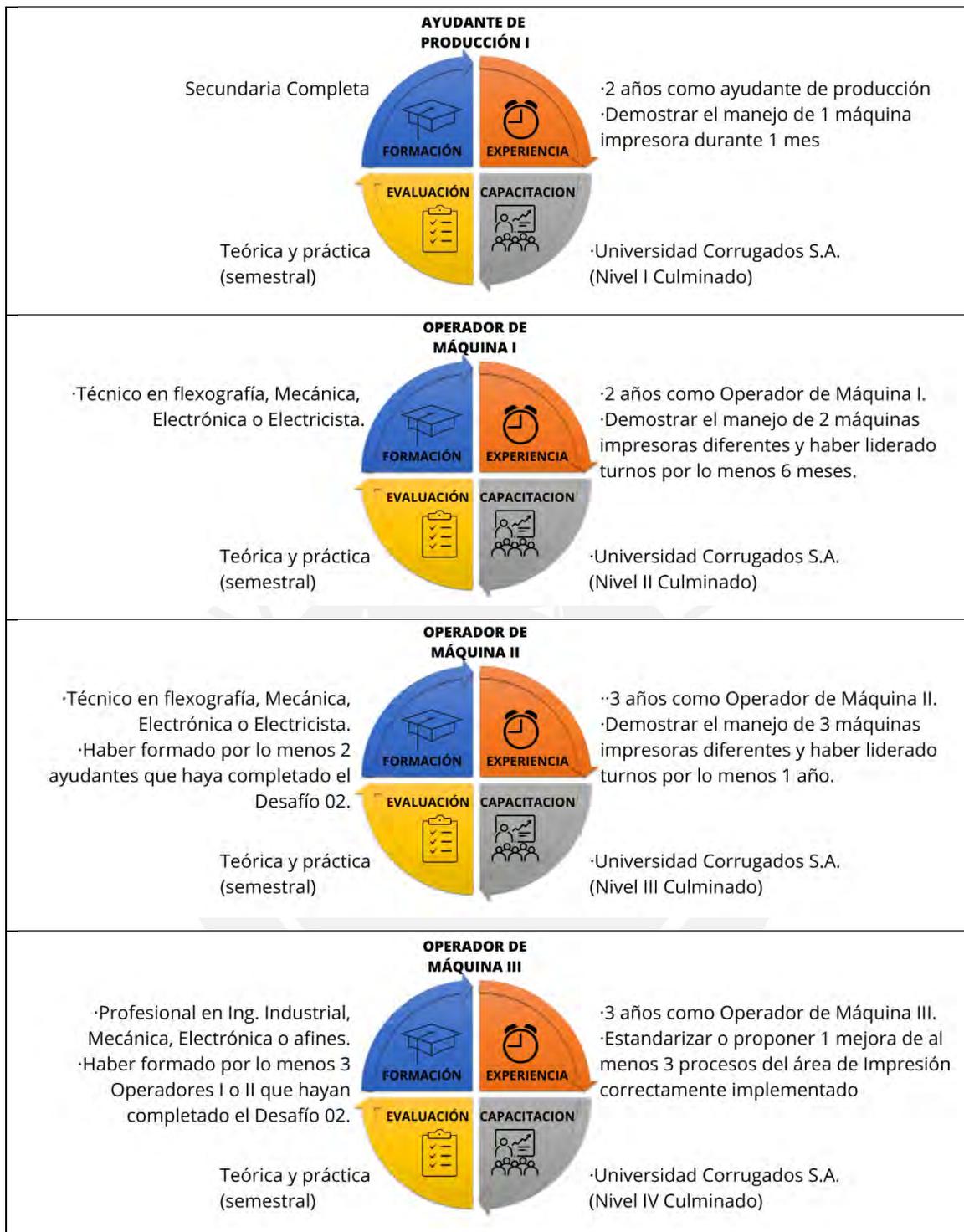
Figura 38: Línea de Carrera - Impresión

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

El tiempo requerido para pasar de un nivel a otro no está definido, se establecen cuando los trabajadores logren demostrar las competencias necesarias, además de tener en consideración que en función del número de vacantes disponibles se podrán ejecutar promociones de acuerdo con los requerimientos de la organización y la capacidad de la compañía para ofrecer los puestos descritos. Es importante precisar que no todo el personal podrá cumplir todos los requisitos a cabalidad por lo que el proceso será largo y a mediano-largo plazo. Por ejemplo, al observar la tabla 25, podemos observar que, si un colaborador ingresa a la compañía como Ayudante de Producción I, como mínimo deberán pasar 10 años hasta lograr el objetivo de convertirse en Operador de Máquina III. Asimismo, se pueden observar los requisitos en cada nivel hasta lograr finalmente llegar al nivel de Operador de Máquina III.

Tabla 25: Requisitos mínimos por puesto en Impresión.

### PERFILES EN PROCESO DE IMPRESION



Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Al analizar, el pilar de capacitación se desarrolló la malla curricular por nivel, donde se da cuenta de los cursos que deben ser tomados por cada nivel o perfil de puesto (figura 39).

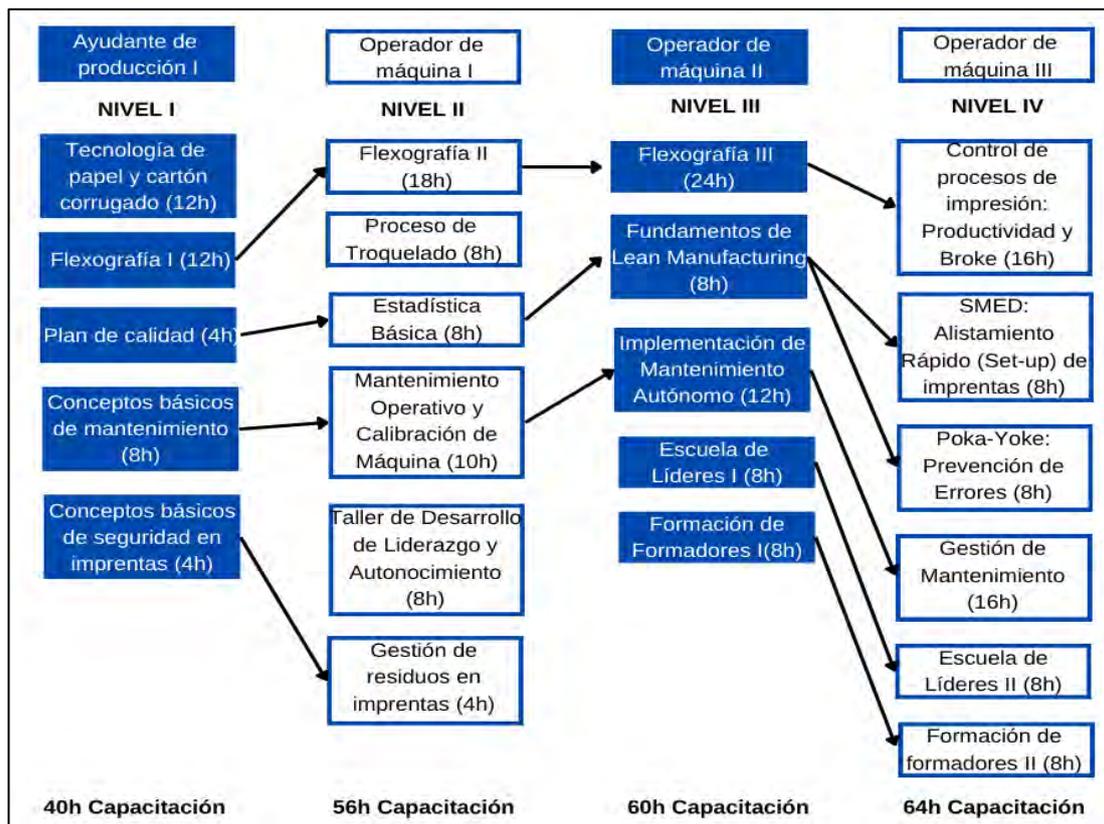


Figura 39: Malla curricular de Corrugados S.A. - Imprentas

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

#### 4.1.4 Reasignación de actividades de mantenimiento autónomo (colocación de cuchillas) al equipo de mantenimiento.

Debido a la necesidad de reasignar esta actividad al personal de mantenimiento, se decidió trabajar en una Lección de un Punto (LUP) tal y como se describe en el punto 1.6.1.4.3 de este trabajo. La finalidad de documentar el paso a paso de dicha actividad permite precisar la responsabilidad que entraría en vigencia a partir de la necesidad de la operación por tener seguridad y confiabilidad en la colocación de nuevas cuchillas ante desgaste de aquellas que ya hubieran sido utilizadas y que requiriesen de un cambio inmediato. Tomando en consideración lo propio, se capacitó al personal de mantenimiento en esta LUP y se realizó la debida retroalimentación en los defectos asociados con este tipo de problemática, al no contar con cuchillas de corte correctamente colocadas. La LUP trabajada para éste fin se puede observar en la figura 40.

CORRUGADOS S.A.		LECCIÓN DE UN PUNTO		LUP-3A-011-PR	
<b>CAMBIO DE CUCHILLA - UNITED (3A)</b>					
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:	Julio Mendoza		
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :	Meliton Criollo		
MÁQUINA:	Corrugadora UNITED	FECHA:	2021		
<b>1 TIPO DE TEMA</b>					
I) Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/>		II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/>		III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/>	
				IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>	
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>			<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
- Escoba - Recogedor - Manguera de Aire - Taladro pequeño -			- Cofia - Guantes - Lentes - Mascarilla - Protector auditivo		
<b>4 DESARROLLO</b>					
 <b>Finalidad de Lección de un Punto:</b> Cambio de Cuchilla en Slitter de la corrugadora United, a ser ejecutado por personal capacitado del área de Mantenimiento de la empresa Corrugados S.A.					
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>RESPONSABLES</b>		<b>FOTOGRAFIA</b>	
El cambio de cuchilla se realizará cuando sea necesario según el maquinista de sala de control					
<b><u>APAGADO DE EQUIPO</u></b> a) Dirigirse al panel de control que esta al lado de la slitter y presionar el boton plomo para que desactivar el modo automático de las cuchillas, luego en la pantalla presionar el boton que desactiva el freno de las cuchillas y poder moverlas hacia un lado para su correcto cambio		Técnico de Mantenimiento			
<b><u>ABRIR PUERTA DE ACCESO</u></b> b) Dirigirse a la puerta de ingreso y girar la llave para abrir el acceso hacia las cuchillas.		Técnico de Mantenimiento			
<b><u>DESENTORNILLAR LA CUCHILLA</u></b> e) Retirar los pernos de las cuchillas con un taladro pequeño para realizar el correcto cambio de estas.		Técnico de Mantenimiento			
<b><u>RETIRAR LA CUCHILLA GASTADA Y VERIFICACIÓN DE PIEDRA</u></b> b) De manera cuidadosa retirar la cuchilla gastada y verificar ubicación de la piedra en el ángulo correspondiente con la ayuda de escucha de metal. Para cuchillas SE21, usar ángulo de 7.5° y para cuchillas SE25 usar ángulo 5.5°.		Técnico de Mantenimiento			
Realizar esta actividad para las cuchillas de la Corrugadora United					

Figura 40: LUP para Cambio de Cuchillas en Corrugadora United.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Todo el personal operativo del área de mantenimiento fue capacitado y evaluado en aspectos técnicos y específicos para la ejecución de ésta

actividad según se observa en el anexo 9. Por otro lado, todo el personal fue evaluado técnicamente de forma escrita, según se describe en la tabla 26.

Tabla 26: Examen de Competencias – Cambio de Cuchillas (3A).

Corrugados S.A.	EX01-CACU-21
<b><u>EXAMEN ESCRITO DE COMPETENCIAS EN CAMBIO DE CUCHILLAS PARA CORRUGADORA UNITED (3A).</u></b>	
<b><u>Nombres y Apellidos:</u></b>	
<b><u>Fecha:</u></b>	
<b><u>Nota:</u></b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es finalidad de presionar el botón plomo del panel de control junto al Sliterr? (4 puntos)</li> <li>2. ¿Por qué debemos presionar el botón que desactiva el freno de las cuchillas antes del cambio de las mismas? (4 puntos)</li> <li>3. ¿Qué herramienta debemos utilizar para retirar los pernos de las cuchillas? (4 puntos)</li> <li>4. ¿Qué herramienta se utiliza para medir en ángulo de ubicación de la piedra de afilado? (4 puntos)</li> <li>5. ¿A qué ángulo debemos colocar las piedras de afilado cuando usamos cuchillas SE21 y SE25? (4 puntos)</li> </ol>	

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

#### **4.1.5 Ejecución de un programa agresivo de las 5S, estudio de tiempos y movimientos; y, reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la Imprenta 20.**

Se ejecutó un estudio de tiempos de cambio detallado, con la finalidad de identificar potenciales desperdicios de tiempo durante el proceso de set-up o arranque de máquina que estuviera impactando en la productividad de la imprenta 20 (40.2 min en marzo, 31.4 min en abril y 34.7 min en mayo 2021).

Lo primero fue identificar la secuencia de actividades o etapas por las que está compuesto el proceso de set-up a fin de entender el tipo de actividades y los tiempos promedio de cada uno. Cada una de las etapas fueron estudiadas y verificadas *in situ* y contabilizadas con ayuda de cronómetros y grabaciones que luego nos permitieron comprender los tiempos promedio de cada una de las etapas. Se identificaron 16 actividades, como se muestra en la figura 41.

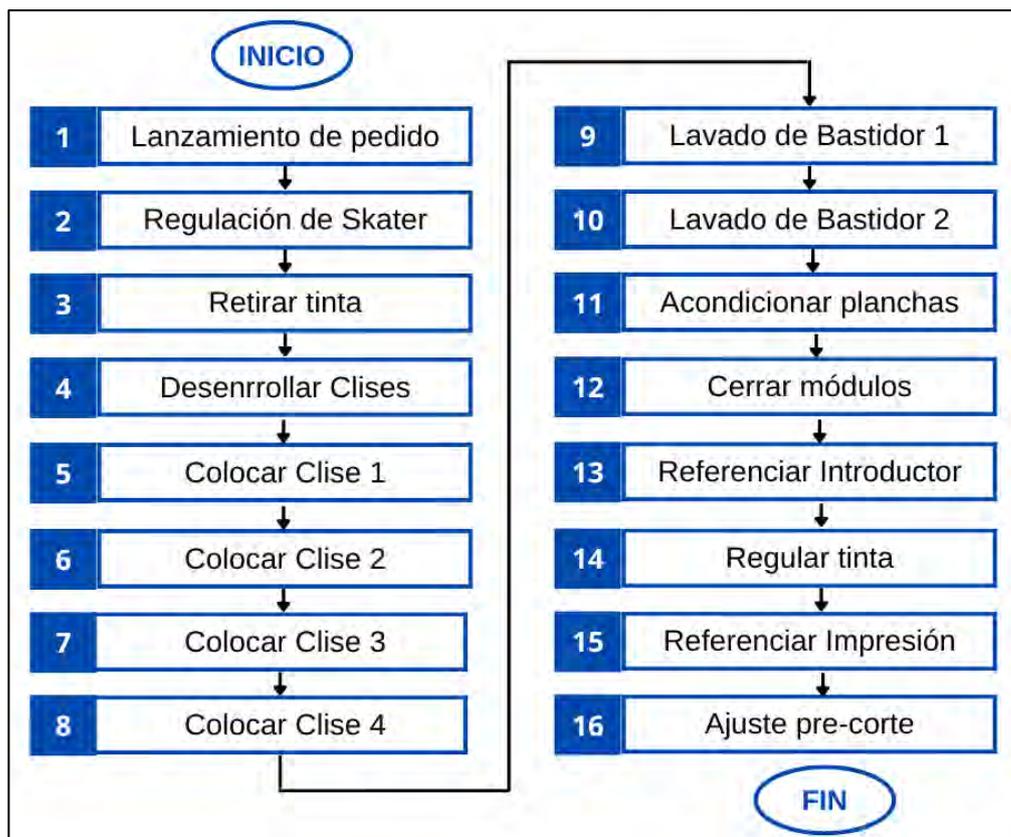


Figura 41: Etapas del proceso de Set-up en Imprenta 20

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Se identificaron las tareas asociadas a cada etapa del proceso de set-up, y con la ayuda de cronómetros y equipos de grabaciones se levantó información de 5 momentos de la operación, en donde se documentaron los tiempos de set-up en la imprenta 20. Asimismo, se decidió trabajar únicamente con diseños de 4 colores, entendiendo que a medida que se aumenta el número de colores del diseño que se pretende imprimir, el proceso de impreso tiene a ser más complejo y largo. Por otra parte, se tuvo en consideración ejecutar el levantamiento de información considerando diferentes tripulaciones de trabajo, con la finalidad de establecer comparaciones entre todas las tripulaciones de la Imprenta 20 (anexo 10). El registro de 5 tiempos de actividades de set-up en Imprenta 20, se logró identificar un tiempo promedio entre 34.59 minutos y con un valor máximo de hasta 39.22 minutos (mayor detalle en la figura 42). Al analizar ésta misma figura 42 se logra verificar que si bien los tiempos de set-up pueden variar, estos se mantienen en un promedio cercano a los 37 minutos. Muchos son los

factores que impactan en la variabilidad del tiempo de cambio (set-up) entre los que destacan: (1) Expertise de los operadores, (2) Secuencia de producción, (3) Complejidad del diseño a imprimir, (4) Dimensiones de la caja, etc.

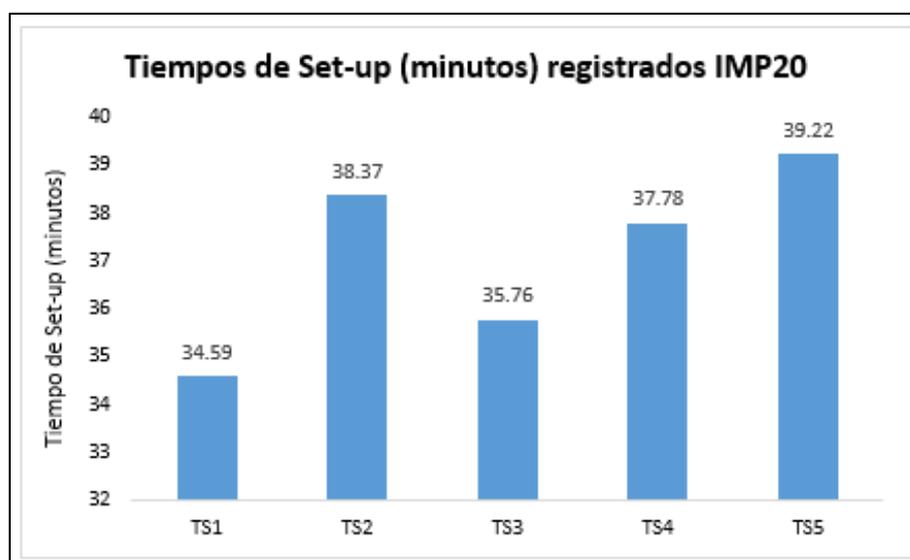


Figura 42: Tiempos de Set-up en Imprenta 20

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En base a las actividades y tareas descritas lo primero fue clasificar las tareas en internas y externas, considerando que todas aquellas que fueran a ser consideradas como tareas internas son necesariamente ejecutadas con máquina parada y/o en condiciones en que la máquina trabaja a velocidades bajas, mientras que aquellas tareas externas son aquellas tareas relacionadas al set-up cuya ejecución es posible de efectuarse aún con máquina en movimiento.

Tabla 27: Diferencia entre Tareas Internas y Externas.

TAREAS INTERNAS	TAREAS EXTERNAS
Son las tareas ejecutadas con máquina parada y/o en condiciones en que la máquina trabaja a velocidades bajas.	Son aquellas tareas relacionadas al set-up cuya ejecución es posible de efectuarse aún con máquina en movimiento.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 28, se observa la clasificación de todas las tareas entre internas y externas. En base a las observaciones ejecutadas durante el

seguimiento a la etapa de set-up en la Imprenta 20, se lograron identificar nueve tareas que potencialmente podrían ser ejecutadas aún con máquina en movimiento y eventualmente convertirse en **tareas externas**, considerando que, para la ejecución de las mismas, no es necesario mantener la máquina paralizada. En este sentido, se puso en práctica ejecutar las mismas mientras el proceso de producción del lote anterior se llevaba a cabo, y de ese modo logramos disminuir el tiempo de set-up en algunos minutos. Todas estas actividades, como se verá más adelante, permitieron disminuir considerablemente el tiempo de set-up promedio para la Imprenta 20.

Las tareas externas que se lograron identificar fueron las siguientes:

- Imprimir Ficha Técnica del Pedido (FTP) en el programa PC\_TOOP.
- Ir a pantalla MPC de la máquina.
- Abrir porta balde
- Retirar Cintas
- Extender clisés
- Verificar estado de clisés (x4)

Tabla 28: Clasificación de tareas de set-up en Imprenta 20  
(Tareas [I] Internas y [E] Externas).

Nº	ACTIVIDADES	TAREAS	TIPO
1	LAZAMIENTO DE PEDIDO	Imprimir Ficha Técnica del Pedido (FTP) en el programa PC_TOOP.	E
		Ir a pantalla MPC de la máquina.	E
		Dar click en el ícono "NUEVO PEDIDO" y esperar inicio de sistema.	I
		Seleccionar "TIPO DE CAJA".	I
		Seleccionar "TIPO DE CARTÓN".	I
		Digitar dimensiones " LARGO , ANCHO".	I
2	REGULACIÓN DE STAKER	Cargar pedido	I
		Levantar Staker	I
3	RETIRAR TINTA	Digitar Medidas de Staker	I
		Abrir porta balde	E
		Retirar sistema de succión	I
4	DESENRROLLAR CLISES	Retirar balde a zona de tinta	I
		Retirar Cintas	E
5	COLOCAR CLISE1	Extender Clises	E
		Seleccionar el Clisse de mesa	I
		Verificar estado de clise	E
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	I
6	COLOCAR CLISE2	Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	I
		Seleccionar el Clisse de mesa	I

N°	ACTIVIDADES	TAREAS	TIPO
		Verificar estado de clisés	E
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	I
		Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	I
7	COLOCAR CLISE3	Seleccionar el Clisse de mesa	I
		Verificar estado de clise	E
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	I
8	COLOCAR CLISE4	Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	I
		Seleccionar el Clisse de mesa	I
		Verificar estado de clise	E
9	LAVADO DE BASTIDOR 1	Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	I
10	LAVADO DE BASTIDOR 2	Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	I
11	ACONDICIONAR PLANCHAS Y TROQUELES	Colocar troqueles y acondicionar planchas	I
12	CERRAR MÓDULOS	Presionar botones de cerrado en simultáneo	I
13	REFERENCIAR INTRODUCTOR	Referenciar enguiadores Laterales - Frontal	I
		Referencia Apertura de Luz frontal con muestras	I
14	REGULAR TINTA	Medir pH y Viscosidad de Tintas	I
		Regular Viscosidad	I
15	REFERENCIAR IMPRESIÓN	Presionar Botón INTRODUCTOR	I
		Presionar consola (AJUSTE DE REGISTRO)	I
		Esperar calibración en Cero (REGISTROS - LATERALES)	I
		Prender Maquina	I
		Proceso de máquina para referenciar módulos	I
16	AJUSE PRE-CORTE	Presionar Botón (ALIMENTADOR)	I
		Presionar Botón incremento de velocidad	I
		Presionar Botón ajuste de Presión	I
		Digitar presión de corte	I

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Para ejecutar el proceso de 5S se decidió diagramar a través de un layout general las condiciones actuales de la zona colindante a la imprenta 20, con la finalidad de analizar cambios y reorganizaciones potenciales que pudieran llevarse a cabo. Para tal propósito, en la figura 43, podemos observar las siguientes áreas de la operación colindantes a imprenta 20:

- (1) Zona de Paños (planchas de cartón) para procesar
- (2) Zona de desperdicio (merma) de paños
- (3) Cajón de Herramientas
- (4) Anaquel de Clisés
- (5) Anaquel de Troqueles
- (6) Pizarra
- (7) Zona de muestra de cajas
- (8) Zona de desperdicio (merma) de paños II

- (9) Zona de Paños (planchas de cartón) para procesar II.
- (10) Zona de agua, tachos de basura y extintor
- (11) Zona de calidad
- (12) Pantalla led de máquina y PC
- (13) Caballete de tintas

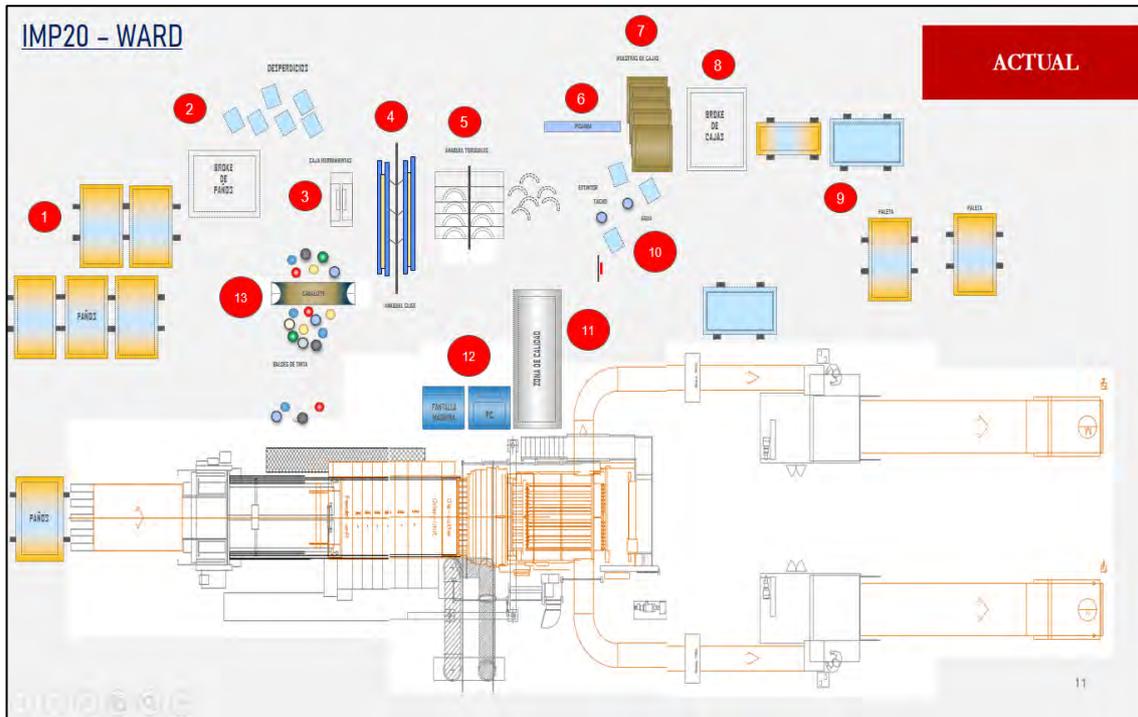


Figura 43: Layout zona de trabajo Imprenta 20 – Actual.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Para poder comprender el proceso realizado al desarrollar las 5S, se exponen a continuación las actividades implementadas:

#### 4.1.5.1 Seleccionar (Seiri)

En esta etapa se logró identificar y descartar todos los elementos que no eran necesarios para la continuidad de la operación (proceso de impresión – Imprenta 20). Todos los elementos que ya no formarían parte de la operación fueron rotulados por una tarjeta roja, que indicaba que posteriormente serían descartados y retirados de la operación. En la figura 44, se observa la etiqueta roja utilizada para rotular los elementos que se descartaron.

CORRUGADOS S.A.		TARJETA ROJA		5'S
FECHA:		N° TARJETA:		
DESCRIPCIÓN:				
AREA:				
FECHA:				
EMISOR:				

Figura 44: Tarjeta Roja – Etapa Seleccionar (5S).

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Al final de esta etapa se lograron identificar los siguientes elementos que fueron retirados del proceso según se observa en la tabla 29.

Tabla 29: Elementos retirados durante proceso de programa 5's.

ELEMENTOS	MOTIVO DEL RETIRO
<b>Pallets</b>	Se evidenció que, por malas prácticas de los operadores, las paletas no eran retornadas a su ubicación (zona de almacenamiento de paletas). Se dio aviso al responsable para el retiro de las mismas y se le solicitó un entrenamiento de refuerzo en el uso y disposición de paletas para toda la tripulación de la Imprenta 20.
<b>Troqueles</b>	Se evidenció que, por malas prácticas de los operadores, algunos troqueles no eran retornadas a su ubicación (zona de almacenamiento de Clisés y Troqueles). Se dio aviso al responsable para el retiro de los mismos y se le solicitó un entrenamiento de refuerzo en el uso y devolución de Troqueles para toda la tripulación de la Imprenta 20. Se verificó, además, que por lo general todas las líneas de producción en imprentas incurrieran en la misma inadecuada actividad, lo que motivó a analizar las causas de esta conducta, que no están incluidas en este trabajo de investigación.
<b>Cesta de Broke de Cajas</b>	Se tomó nota que el desperdicio de cajas que no forman parte del producto terminado, por lo general, era almacenado al costado de la línea de producción en una cesta que acumulaba estos materiales. Sin embargo, y considerando que se puso en marcha el área de Control de Desperdicio y Broke, esta cesta ya no era necesaria, considerando que cada 3 horas este material era recogido de cada máquina por los responsables del área de Desperdicio y Broke.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la figura 45 se observa el almacenamiento de las planchas de cartón.



Figura 45: Almacenamiento de planchas de cartón corrugado en desorden y sin ningún control.  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

#### 4.1.5.2 Organizar (Seiton)

Posteriormente, y habiendo descartado todos los elementos que no eran necesarios, se organizó y se rotuló todos los elementos indispensables para la continuidad de la operación y que ofrecían valor agregado al proceso de imprentas.

Tal como podemos observar en la figura 46, se evidencia el *layout* de la zona de trabajo con modificaciones de los elementos que participan del proceso. Todos los elementos fueron rotulados y además se delimitaron las zonas u ubicaciones con la finalidad de mostrar la ubicación de cada uno de estos. En la figura 47, se observa la delimitación de las zonas de almacenaje colindantes a la impresora.

En la figura 48 se observa el cambio en el sistema de almacenamiento de Troqueles, donde se verifica que el almacenamiento horizontal de los troqueles facilita las labores operativas, evitando daños en las cuchillas y agilizando el transporte durante el proceso de montaje (set-up).

Es fundamental evitar el daño de cuchillas, ya que se asegura que la caja troquelada no presente algún defecto de calidad como consecuencia de la pérdida o deformación de las cuchillas. Estos defectos generan problemas en la caja al ser ésta comparada con el plano mecánico aprobado por el cliente y potencialmente generando un reclamo.

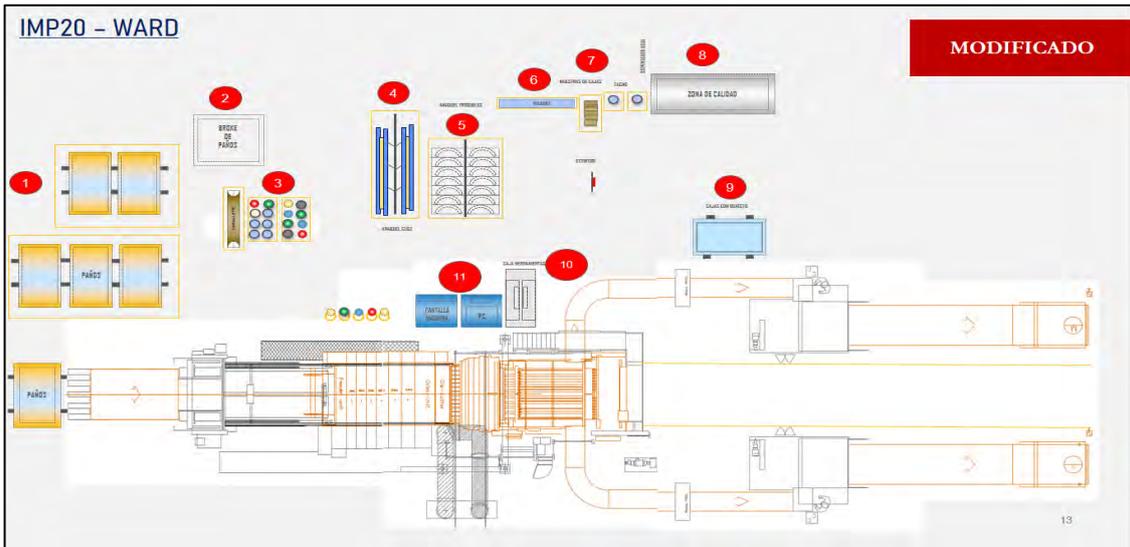


Figura 46: Layout zona de trabajo Imprenta 20 - Modificado  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).



Figura 47: Delimitación de zonas de almacenaje colindantes a Imprenta 20  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

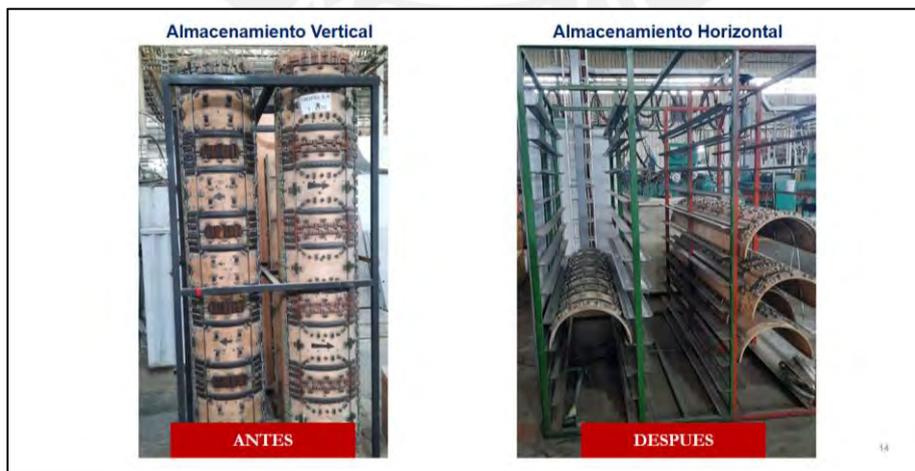


Figura 48: Modificación en estanterías de Troqueles.  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Es importante recalcar que para lograr la distribución adecuada de los elementos alrededor de la línea de producción se tomó como criterios de establecimiento de cercanía o lejanía los siguientes criterios establecidos en la tabla 30.

Tabla 30: Distancia de elementos en función a frecuencia de uso.

DISTANCIA	FRECUENCIA DE USO
Junto	Cada hora
Cerca	Varias veces al día
En el área	Una vez a la semana
En otra área	Una vez al mes
En bodega o archivo	Una vez al año o más

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

#### 4.1.5.3 Limpiar (Seiso)

Posteriormente, se llevó a la cabo la implementación de la tercera S (Limpiar), para lo cual se condujeron dos actividades clave para el sostenimiento de ésta etapa:

1. Jornada de limpieza global: con el objetivo fue dar condiciones mínimas de limpieza a partir de las cuales se impulse la limpieza dentro del proceso.
2. Checklist de verificación de limpieza: con el objetivo fue el de verificar que las condiciones de limpieza de mantengan en el tiempo.

Para poder implementar el punto 2, antes mencionado, se diseñó un checklist de verificación, a fin de lograr verificar que se cumplan y verifiquen las condiciones mínimas de limpieza. El checklist, se puede observar en la figura 49. Con este documento, se busca controlar semanalmente los niveles de limpieza de la operación.

CORRUGADOS S.A.		CENTERLINING		PLANILLA LIMPIEZA												
PLAN DE CONTROL		Maquina : IMPRENTA 20		lunes		martes		miércoles		jueves		viernes		sábado		
código	Actividades de limpieza	Frecuencia	Responsable	1T	2T	1T	2T	1T	2T	1T	2T	1T	2T	1T	2T	
Pre feeder	Limpieza de zona de polines y mesas	Diario	Alimentador													
Pre feeder	Limpieza y lubricación de topes igualadores	Quincenal	Alimentador													
Pre feeder	Limpieza de sensores	Diario	Alimentador													
Pre feeder	Limpieza de cartones y polvillo en toda la zona del pre feeder	Diario	Alimentador													
Introductor	Limpieza de sacos de vacíos y filtros	Diario	Alimentador													
Introductor	Limpieza de mangueras de vacío y mesa de introducción	Quincenal	Alimentador													
Introductor	Limpieza y lubricación de topes igualadores	Quincenal	Alimentador													
Flexos	Limpieza de anilox sin uso(circular con agua y jabón líquido)	Diario	Alimentador													
Flexos	Limpieza de tambores porta cliché	Quincenal	Alimentador													
Flexos	Limpieza de Rodillo plano	Quincenal	Alimentador													
Flexos	Limpieza de paredes de módulos y portacamara	Quincenal	Operador 1													
Flexos	Limpieza de laterales de los rodillos anilox (retirar tinta seca)	Quincenal	Operador 2													
Flexos	Limpieza de todos los módulos(sin polvillo, sin tinta seca, etc.)	Diario	Operador 1													
Flexos	Limpieza de bandejas y camaras(cambio de rasqueta y juntas)	Quincenal	Operador 2													
Flexos	Limpieza de guardas	Quincenal	Operador 1													
Flexos	Limpieza de cadenas y motores	Quincenal	Operador 2													
Flexos	Limpieza de rodillo anilox con Enpurex	Quincenal	Operador 2													
Flexos	Limpieza de sistema de ingreso y retorno de tinta	Quincenal	Operador 1													
Flexos	Limpieza de filtros de tinta	Diario	Operador 1													
Flexos	Limpieza de sensores de Antitaponamiento	Diario	Operador 2													
Canaleta central	Limpieza de canaleta parte central.	Quincenal	Terceros													
Canaleta principal	Limpieza de canaleta parte principal.	Quincenal	Terceros													
Troquel	Rotación de sufrideras	Semanal	Operador 1													
Troquel	Limpieza de cadenas y motores	Quincenal	Operador 2													
Stacker	Limpieza de zona del stacker	Diario	Operador 2													
Stacker	Realizar limpieza de pozo de apilador (retirar cartones y polvillo)	Quincenal	Operador 2													
Stacker	Limpieza de sensores de Antitaponamiento	Diario	Operador 2													
Stacker	Limpieza de sensores de Conteo de cajas	Diario	Operador 2													
Stacker	Limpieza en toda la zona del cuadrador	Diario	Operador 1													
Stacker	Limpieza y lubricación de topes igualadores	Quincenal	Operador 2													
Amarradora	Limpieza de quemadores	Diario	Operador 1													
Amarradora	Limpieza con aire	Diario	Operador 1													
Otros	Limpieza de piso y rieles de desplazamiento de los módulos	Diario	Alimentador													
Fecha	Turno	código	Motivo incumplimiento actividad limpieza	firma responsable										firma supervisor		

Figura 49: Checklist de la etapa de Limpieza del Programa 5S.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

#### 4.1.5.4 Estandarizar (Seiketsu)

Para la cuarta etapa del proceso de implementación de 5S, se desarrollaron actividades comunicaciones, dando a conocer los beneficios del proceso de implementación de las 5S. Se trabajó en *mailing* y carteleras buscando máxima difusión de las bondades del Programa, tal como se muestra en la figura 50.



Figura 50: Banner principal del programa 5S de la empresa Corrugados S.A.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Por otro lado, se documentó a través de un Manual de 5S todos los conceptos teóricos, lineamientos del programa, objetivos, alcance, herramientas, pasos, etapas, formatos, archivos y evidencias que permitan ser usados como fuente de consulta para posteriores procesos de relanzamiento del programa y para darle sostenibilidad al programa vigente e implementado. En la figura 51, se puede observar la carátula del manual 5S.

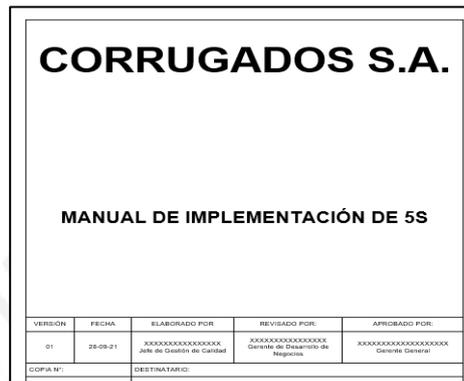


Figura 51: Manual de Implementación de Herramienta 5S.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

#### 4.1.5.5 Seguimiento (Shitsuke)

Para la última etapa, Seguimiento (Shitsuke), se buscó establecer a través de Sistema de Gestión de Auditorías Internas, cuya finalidad es la verificación del cumplimiento del programa implementado. Se implementó el uso de carteleras 5S con la finalidad de publicar información relevante para la operación y los cronogramas de auditorías quincenales. En la figura 52 se puede observar el formato de las carteleras implementadas en la zona de producción.



Figura 52: Cartelera de Herramienta 5S.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Se complementó con capacitaciones para reforzar los conocimientos en cada una de las etapas y ejecutaron evaluaciones para verificar los conocimientos de los colaboradores. En figura 53 podemos evidenciar objetivamente las herramientas que se utilizaron para lograr convertir en un hábito las actividades asociadas a las 5S fomentando compromiso y disciplina de todos los colaboradores.



**EXAMEN DE 5'S-GENERAL**

Nombres y Apellidos:		Fecha:	
Máquina:		Puesto:	

I. MARCAR X LA ALTERNATIVA CORRECTA:

1. **LA 5'S ES UNA METODOLOGIA QUE TIENE SU ORIGEN EN:**
  - a) Perú
  - b) MÉXICO
  - c) Japón
  - d) China
2. **¿CUÁLES SON LAS 5'S?**
  - a) Limpiar, Identificar, Seguridad, Mantener y Clasificar
  - b) Selección, Clasificar, Retirar, Seguridad y Bienestar
  - c) Seleccionar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Seguimiento
  - d) Ninguna de las alternativas
3. **BENEFICIOS DE LA 5'S**
  - a) Mejora la moral del personal
  - b) Reduce gastos de tiempo y energía.
  - c) Seguridad
  - d) Todas las alternativas
4. **EL OBJETIVO DE LAS 5'S ES:**
  - a) Es fomentar los cambios rápidos
  - b) Es tener más trabajo
  - c) Crear un hábito de orden y limpieza en el área
  - d) Ninguna de las alternativas
5. **EN LA IMPLEMENTACIÓN DE 5'S, SEMANALMENTE SE REALIZAN:**
  - a) Seguimiento de Calidad.
  - b) Limpieza del área.
  - c) Auditorías 5'S
  - d) Ninguna de las alternativas

RESPONDER SI ES VERDADERO (V) O FALSO (F):

N°	PREGUNTA	¿V O F?
1	La 5'S es una metodología para mantener organizada, limpia, segura y productiva cualquier área de trabajo.	
2	Las 5'S no es mejora continua.	
3	Para que la implementación de 5'S sea exitosa, los líderes deben estar involucrados.	
4	En español las 5's en: S-O-L-E-S	
5	Las 5's mejora la moral del personal.	

Figura 53: Capacitación y examen en 5S.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

A partir del proceso de aplicación de las 5S, se logró identificar grandes oportunidades en el layout que se logró reorganizar según se observa en la figura 54. Lo primero que se ejecutó fue realizar cambios de ubicación estratégicos que permitan y faciliten el proceso de set-up y así poder mejorar los tiempos de set-up. Por ejemplo, se decidió modificar el sistema de almacenamiento temporal de Troqueles cambiando su almacenamiento de vertical a horizontal, facilitando los ingresos y salidas de éstos de la imprenta 20 e impactando en los tiempos de set-up. En la figura 54, podemos observar las siguientes áreas de la operación colindantes a imprenta 20, luego de modificar el layout:

- (1) Zona de Paños (planchas de cartón) para procesar
- (2) Zona de desperdicio (merma) de paños
- (3) Caballete de tintas
- (4) Anaquel de Clisés
- (5) Anaquel de Troqueles
- (6) Pizarra
- (7) Zona de muestra de cajas
- (8) Tachos de basura, dispensador de agua y zona de calidad
- (9) Zona de cajas defectuosas
- (10) Cajón de Herramientas
- (11) Pantalla led de máquina y PC

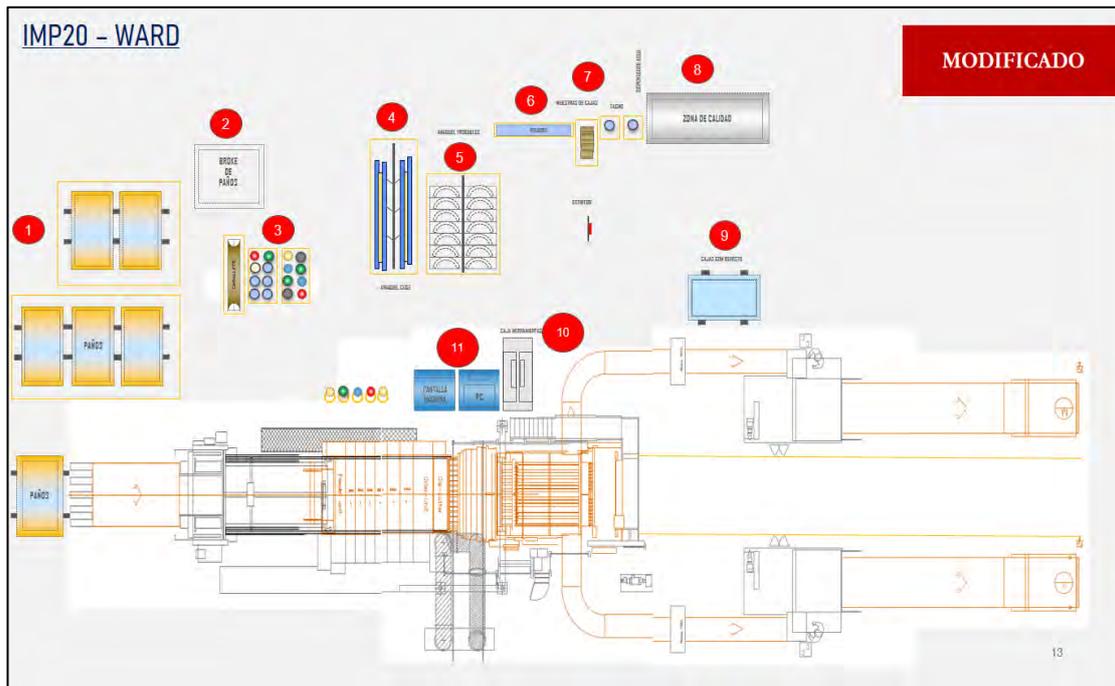


Figura 54: Layout zona de trabajo Imprenta 20 - Modificado  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## CAPÍTULO V. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA (FASES CHECK Y ACT)

En este apartado se detallan las actividades llevadas a cabo luego de la *Fase Do* (Hacer) desarrollada en el capítulo anterior, haciendo énfasis en medir, estandarizar y documentar. En este capítulo corresponde trabajar con la tercera y cuarta fase del ciclo PDCA. Check (Verificar) midiendo resultados y estandarizando las mejoras y Act (Actuar) documentando las soluciones.

### 5.1 Indicadores de Productividad (KPI's) en Corrugadora United (A3) luego del proceso de implementación de mejoras (FASE CHECK)

En términos cronológicos, el proceso de implementación de mejoras se llevó a cabo entre los meses de mayo y junio 2021, evidenciando mejoras significativas a partir de junio del mismo año, tal como se puede observar en la figura 55 (evolución semanal, donde las barras doradas representan los resultados durante y luego del proceso de implementación de mejoras). Se lograron picos de producción, llegando a 13, 411 m<sup>2</sup>/h durante la segunda

semana de junio, 13, 348 m<sup>2</sup>/h durante la primera semana de julio y 12, 249 m<sup>2</sup>/h y 12, 643 m<sup>2</sup>/h durante la segunda y cuarta semana de agosto respectivamente.

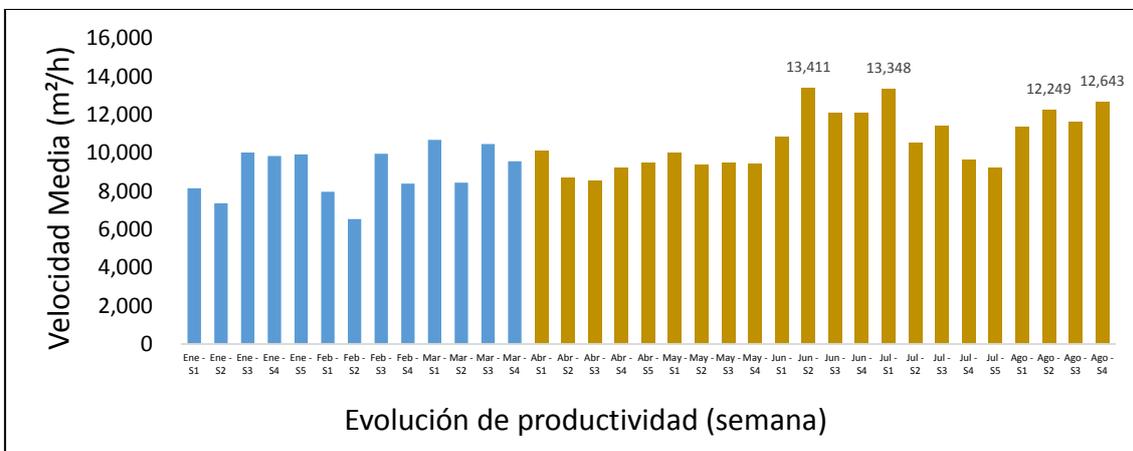


Figura 55: Evolución de productividad semanal en United (A3)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la figura 56, se observa el mismo crecimiento en la corrugadora United (A3) pero visto de manera mensual. El valor promedio de velocidad media durante el trimestre de enero a marzo 2021 fue de 8 890 m<sup>2</sup>/h a partir del cual se calcula el porcentaje de crecimiento para los siguientes meses, según se observa en la tabla 31.

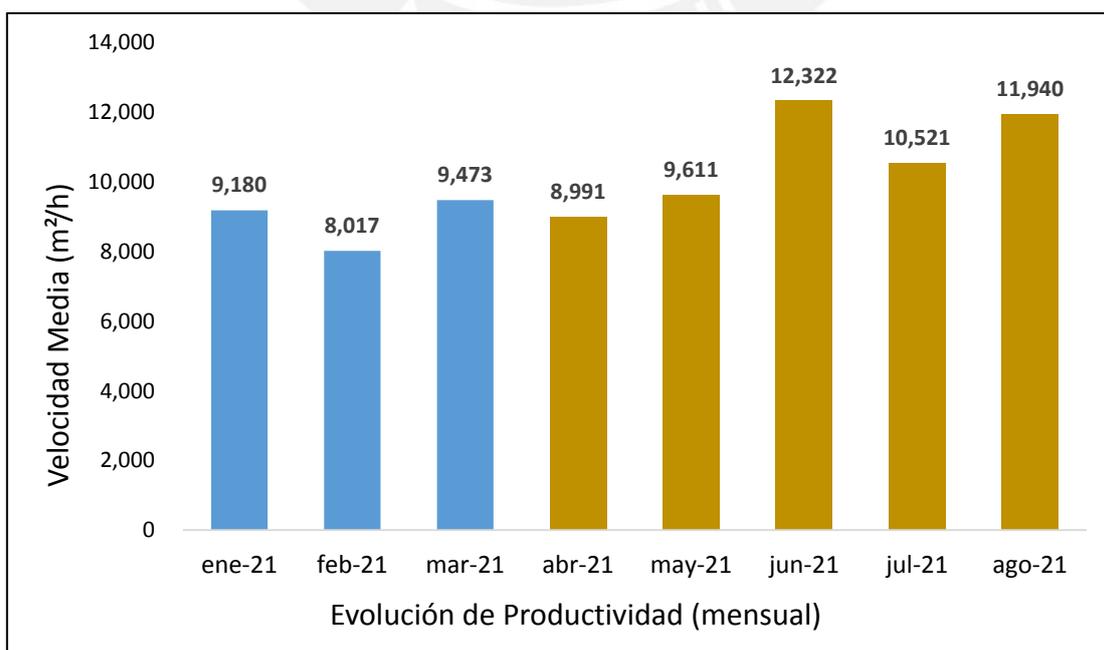


Figura 56: Evolución de productividad mensual en United (A3)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 31, claramente se puede identificar un crecimiento sostenido desde mayo hasta agosto 2021, siendo junio el mejor mes con 38.6% de crecimiento respecto al trimestre enero-marzo 2021.

Tabla 31: Crecimiento mensual (m<sup>2</sup>/h) – Corrugadora United (A3)

PERIODO	PRODUCTIVIDAD (m <sup>2</sup> /h)	% CRECIMIENTO
Enero – Marzo	8890	-
Abril	8991	1.1%
Mayo	9611	8.1%
Junio	12322	38.6%
Julio	10521	18.3%
Agosto	11940	34.35

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la figura 57 podemos observar el crecimiento en la velocidad de corrida (ml/min) a partir de la cuarta semana de mayo 2021. Se observaron picos de velocidad de corrida de 128 ml/min durante la segunda semana de junio y 123 ml/min en la última semana de agosto. Por otro lado, en la figura 58, se observa el crecimiento de la velocidad de corrida (ml/min) visto de manera mensual, donde se muestra un marcado crecimiento a partir del mes de junio 2021 con valores de 123, 116 y 118 ml/min durante los meses de junio, julio y agosto 2021 respectivamente.

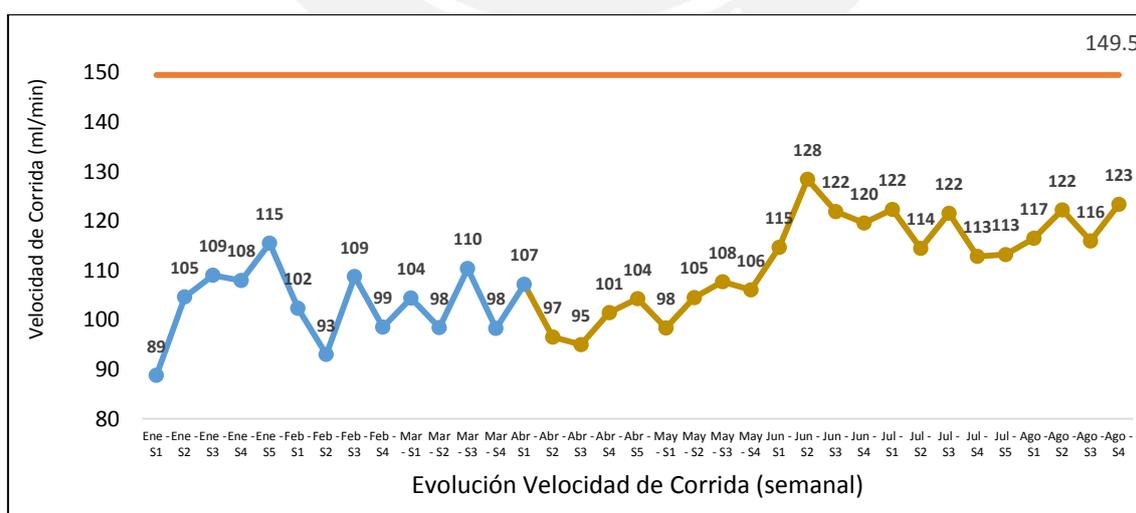


Figura 57: Evolución de velocidad de corrida (ml/min) semanal en United (A3)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

El valor promedio de los cuatro primeros meses del año 2021 fue de 102.5 ml/min. A partir de este valor observamos crecimientos sostenidos durante los meses de mayo, junio, julio y agosto 2021, según se observa en la tabla 32.

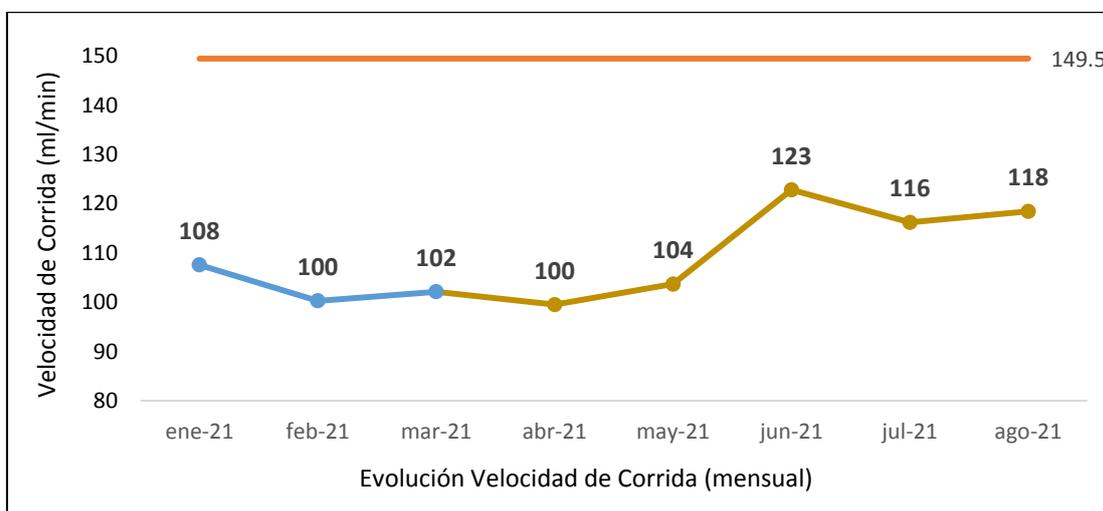


Figura 58: Evolución de velocidad de corrida (ml/min) mensual en United (A3)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 32, claramente observamos un crecimiento sostenido desde mayo hasta agosto 2021, siendo junio el mejor mes con 20% de crecimiento respecto al cuatrimestre enero-abril 2021.

Tabla 32: Crecimiento mensual I (ml/min) – Corrugadora United (A3)

PERIODO	VELOCIDAD CORRIDA (ml/min)	% CRECIMIENTO
Enero – Abril	102.5	-
Mayo	104	1.50%
Junio	123	20.0%
Julio	116	13.2%
Agosto	118	15.1%

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Del mismo modo, en la figura 59 podemos observar el crecimiento en la velocidad media (ml/min) a partir de la segunda semana de junio 2021. Se observaron picos de velocidad media de 106 ml/min durante la segunda semana de junio y 103 ml/min en la primera semana de julio 2021. Por otro lado, en la figura 60, podemos observar el crecimiento de la velocidad media (ml/min) visto de manera mensual, donde se observa un marcado crecimiento a

partir del mes de junio 2021 con valores de 97, 80 y 91 ml/min durante los meses de junio, julio y agosto 2021 respectivamente.

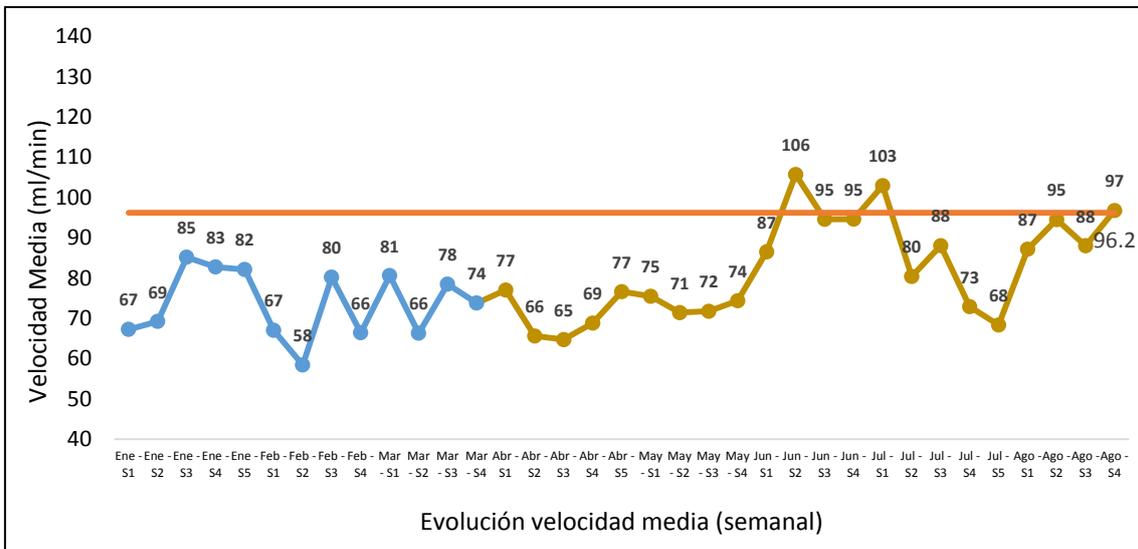


Figura 59: Evolución de velocidad media (ml/min) semanal en United (A3)  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

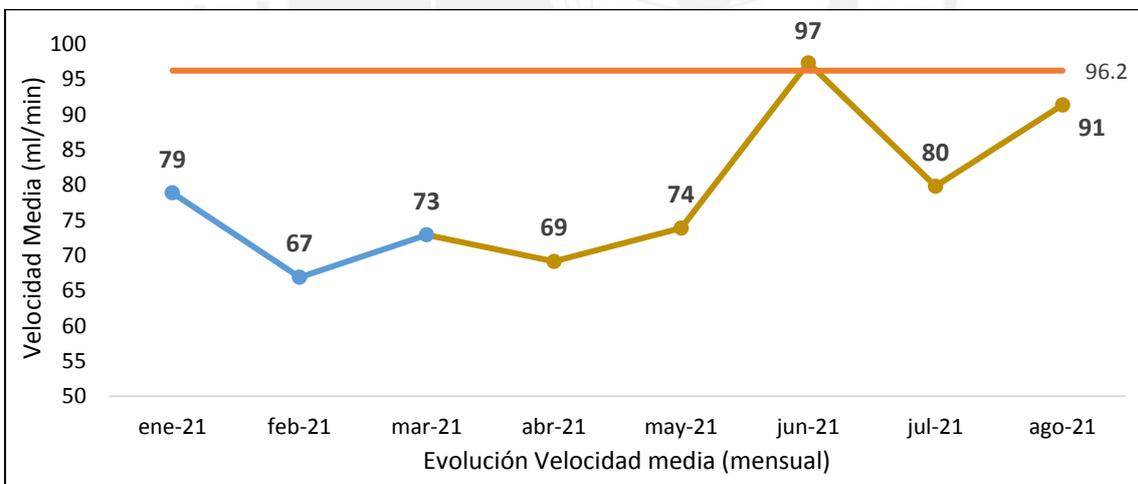


Figura 60: Evolución de velocidad media (ml/min) mensual en United (A3)  
Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 33, claramente observamos un crecimiento sostenido desde junio hasta agosto 2021, siendo junio el mejor mes con 34% de crecimiento respecto al periodo entre enero-mayo 2021 (promedio).

Tabla 33: Crecimiento mensual II (ml/min) – Corrugadora United (A3)

PERIODO	VELOCIDAD MEDIA (ml/min)	% CRECIMIENTO
---------	--------------------------	---------------

Enero – Mayo	72.4	-
Junio	97	34.0%
Julio	80	10.5%
Agosto	91	25.7%

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Finalmente, en la figura 61 se muestra el crecimiento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) a partir del mes de junio 2021, con picos de crecimiento en los meses de junio (29%) y agosto (31%) del mismo año. En la tabla 34, se observa un crecimiento sostenido en los meses de junio, julio y agosto 2021. En el caso particular del OEE Ad-hoc se identifica un crecimiento bastante bueno: 27.2% de crecimiento en junio 2021 respecto al periodo enero-mayo 2021, 18.4% de crecimiento en julio 2021 respecto al periodo enero-mayo 2021 y 36% de crecimiento en agosto 2021 respecto al periodo enero-mayo 2021.

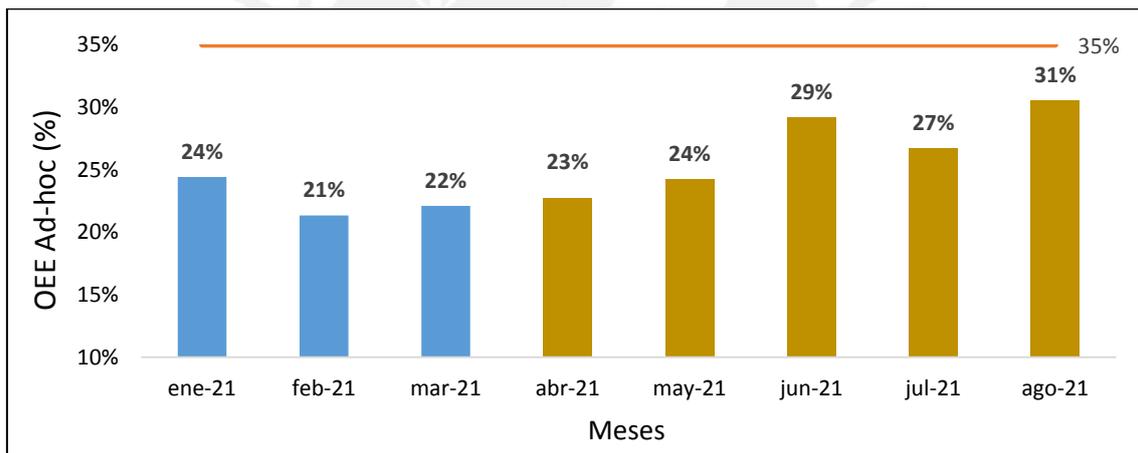


Figura 61: Evolución de OEE – Modelo Ad-hoc (%) mensual en United (A3)

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Tabla 34: OEE Ad-hoc en Corrugadora United (A3)

PERIODO	OEE Ad-hoc (%)	% CRECIMIENTO
Enero – Mayo	22.8	-
Junio	29	27.2%
Julio	27	18.4%
Agosto	31	36%

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En todo lo presentado anteriormente, claramente se observa un impacto positivo en la productividad de la corrugadora United (A3), que se ve reflejado

en la mejora significativa de todos los indicadores durante el último semestre analizado (junio, julio y agosto 2021). Al comparar los resultados obtenidos con el benchmark de clase mundial que se mostraron en la figura 11, se ve que aún hay grandes oportunidades de mejora considerando que los valores de OEE% promedio de dichas corrugadoras bordean el 45%. Es importante hacer referencia de la diferencia fundamental que existe entre los OEEs de clase mundial y el OEE Ad-hoc calculado y analizado en el presente trabajo de investigación, la cual radica principalmente en que el OEE Ad-hoc está afectado por el ancho de trabajo, mientras que el cálculo del OEE convencional no lo está. Es posible, que en revisiones de literatura se logre encontrar valores de OEE que no se encuentren afectados por el ancho de trabajo, sin embargo, es importante entender que al incluir la variable “ancho de trabajo” se lograr obtener un valor de productividad mucho más preciso y cercano a la realidad.

## **5.2 Indicadores de Productividad (KPI's) en Imprenta 20 (IMP20) luego del proceso de implementación de mejoras (FASE CHECK)**

En términos cronológicos, el proceso de implementación de mejoras se llevó a cabo entre los meses de junio, julio y agosto 2021, evidenciando mejoras significativas a partir de junio del mismo año, tal como se puede observar en la figura 62 (evolución mensual, donde las barras doradas representan los resultados durante y luego del proceso de implementación de mejoras). Se lograron picos de producción, llegando a 2 172 golpes/h durante el mes de agosto, 1 926 golpes/h durante el mes de julio y 1 921 golpes/h durante el mes de junio 2021.

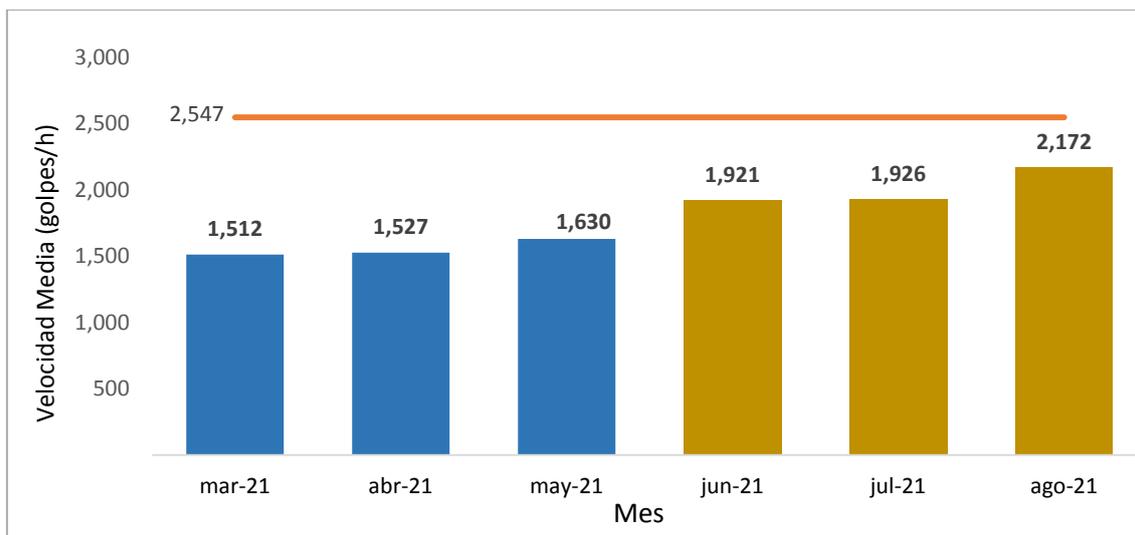


Figura 62: Evolución de Velocidad Media (golpes/h) mensual en IMP20.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 35, claramente observamos un crecimiento sostenido desde junio hasta agosto 2021, siendo agosto el mejor mes con 40% de crecimiento respecto al periodo entre marzo-mayo 2021 (promedio).

Tabla 35: Crecimiento porcentual mensual – Imprenta 20

PERIODO	Velocidad media (golpes/h) (%)	% CRECIMIENTO
Marzo – Mayo	1,556.3	-
Junio	1,921	23.0%
Julio	1,926	24.0%
Agosto	2,172	40.0%

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Respecto a los tiempos de set-up en la imprenta 20, se evidenció y claro decrecimiento en el trimestre de junio a agosto del 2021, tal como se muestra en la figura 63. Esta mejora, estuvo alineada con las estrategias impulsadas en la Imprenta 20 entre las que resaltan: (1) la identificación de las etapas del proceso de set-up, (2) la identificación de tareas y la posterior clasificación de éstas en tareas internas y externas, (3) ejecución de actividades de 5S y modificación de layout de zona de trabajo en Imprenta 20 y (4) modificación de estanterías de troqueles que permitieron reducir el tiempo de transporte de éstos al proceso.

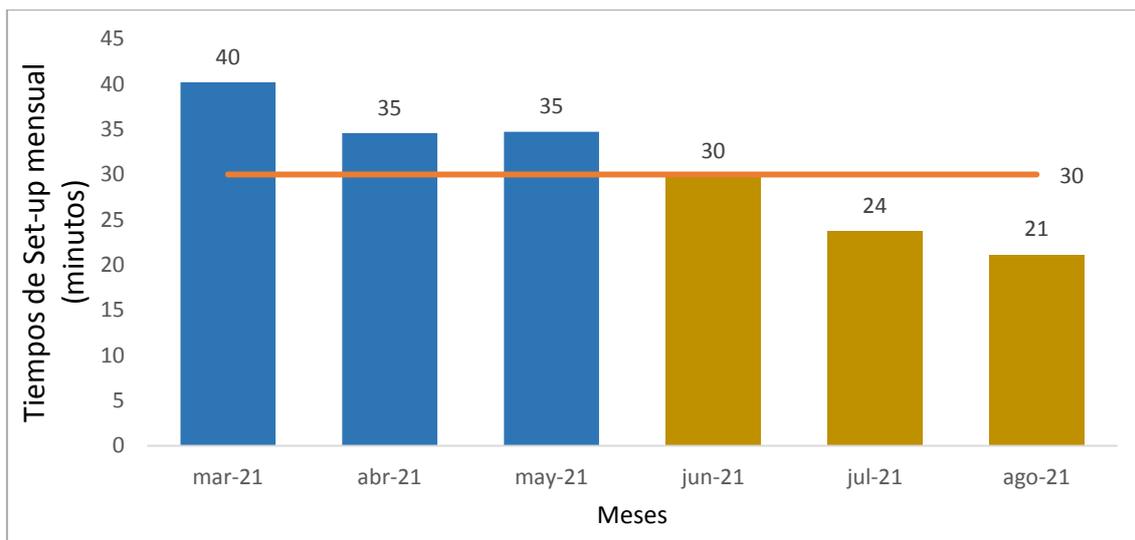


Figura 63: Evolución de Tiempos de Set-up (minutos) mensual en IMP20.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la tabla 36, se observa claramente un decrecimiento sostenido desde junio hasta agosto 2021, siendo agosto el mejor mes con -42% de crecimiento respecto al periodo entre marzo-mayo 2021 (promedio), con lo cual podemos precisar que los tiempos de set-up se encuentran en un sostenido y franco decrecimiento.

Tabla 36: Decrecimiento mensual de Tiempos de Set-up – Imprenta 20.

PERIODO	TIEMPO DE SET-UP (minutos)	% DECRECIMIENTO
Marzo – Mayo	36.5	-
Junio	29.8	-18.0%
Julio	23.8	-35.0%
Agosto	21.1	-42.0%

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

En la figura 64 se observa el crecimiento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) a partir del mes de junio 2021, observándose pico de crecimiento en el mes de agosto (20%) del mismo año. Por otro lado, en la tabla 37, se muestra un crecimiento sostenido en los meses de junio, julio y agosto 2021. En el caso particular del OEE se observa un crecimiento bastante bueno: 16% de crecimiento en junio y julio 2021 respecto al periodo marzo-mayo 2021 y 36% de crecimiento en agosto 2021 respecto al periodo marzo-mayo 2021.

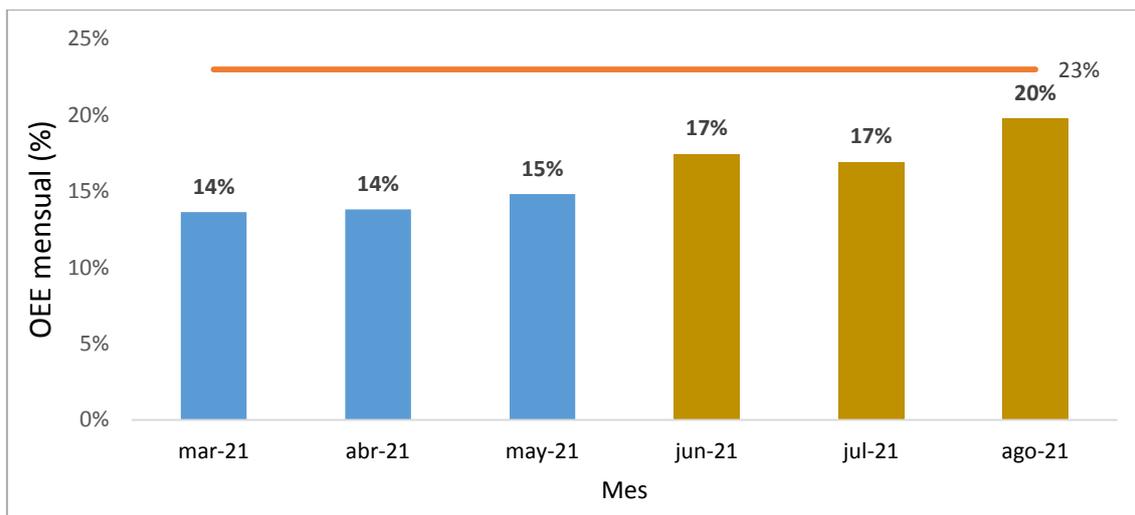


Figura 64: Evolución de OEE (%) mensual en Imprenta 20 (IMP20).

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

Tabla 37: Crecimiento de OEE porcentual mensual – Imprenta 20

PERIODO	OEE (%)	% CRECIMIENTO
Marzo – Mayo	14.7	-
Junio	17.0	16.0%
Julio	17.0	16.0%
Agosto	20.0	36.0%

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

### 5.3 Resumen de procedimientos y documentando soluciones (FASE ACT)

En esta última etapa se busca principalmente retroalimentar al proceso productivo respecto de las tres etapas previamente desarrolladas (*Plan, Do y Check*). Esta retroalimentación tiene por finalidad interiorizar todas las actividades ejecutadas que permiten generar mejora continua en los procesos.

Para tal propósito se desarrollaron una serie de documentos y nuevos registros que permitieron retroalimentar el sistema de gestión de la empresa Corrugados S.A. con la finalidad de documentar las mejoras desarrolladas, tal como se muestra en la tabla 38. A todos los documentos se les asignó un código interno para que éstos sea registrados dentro del sistema de gestión de calidad de la organización. Es importante precisar que mediante la documentación de las mejoras generados se busca promover una revisión permanente de los procesos buscando siempre un ciclo sostenido de mejora continua promoviendo revisiones periódicas futuras.

Tabla 38: Lista de Documentos generados durante el proceso de implementación de mejora.

N°	CODIGO	DOCUMENTO
1	TP-MC-T01	<b>Etapas de Metodología de Deming</b> OBJETIVO: Conocer los lineamientos básicos de la Metodología Deming a fin de implementar los procesos de mejora adecuadamente. DIRIGIDO: A todo el personal operativo y administrativo de la empresa Corrugados S.A.
2	TP-MC-D01	<b>Ciclo de la Solución de Problemas</b> OBJETIVO: Conocer la herramienta de solución de problemas con la finalidad de emplear herramientas cuando se evidencien desviaciones operativas. DIRIGIDO: A todo el personal operativo y administrativo de la empresa Corrugados S.A.
3	TP-MC-D02	<b>Diagrama Analítico de Proceso (DAP) de Producción de Cajas de Cartón</b> OBJETIVO: Conocer el orden y secuencia de pasos del proceso productivo de producción de cajas de cartón de Corrugados S.A. DIRIGIDO: A todo el personal operativo de la empresa Corrugados S.A.
4	TP-MC-T02	<b>Fórmulas para Indicadores de Corrugadora United (A3)</b> OBJETIVO: Establecer los cálculos que se requieren para obtener los indicadores (KPI) de Corrugadora United (A3). DIRIGIDO: Jefe de Producción e Ingenieros de Proceso
5	TP-MC-T03	<b>Cálculos de OEE (Overall Equipment Effectiveness) – Modelo Ad-hoc</b> OBJETIVO: Establecer los cálculos de OEE-AH que se requieren para obtener los indicadores de Corrugadora United (A3). DIRIGIDO: Jefe de Producción e Ingenieros de Proceso
6	TP-MC-T04	<b>Fórmulas para Indicadores de Imprenta 20 (IMP20)</b> OBJETIVO: Establecer los cálculos que se requieren para obtener los indicadores (KPI) de Imprenta 20 (IMP20) DIRIGIDO: Jefe de Producción e Ingenieros de Proceso
7	TP-MC-T05	<b>Cálculos de OEE (Overall Equipment Effectiveness) – Imprenta 20</b> OBJETIVO: Establecer los cálculos de OEE que se requieren para obtener los indicadores de Imprenta 20 (IMP20) DIRIGIDO: Jefe de Producción e Ingenieros de Proceso
8	TP-MC-D02	<b>Diagrama SIPOC – Producción de Cajas Corrugadas</b> OBJETIVO: Documentar la interacción de Corrugados S.A. con clientes internos y externos (proveedores y clientes). DIRIGIDO: Jefe de Producción e Ingenieros de Proceso, Gerente de Logística, entre otros.
9	TP-MC-D03	<b>Dashboard – Corrugadora United</b> OBJETIVO: Gestionar los indicadores de productividad de Corrugadora United por la alta gerencia de Corrugados S.A. DIRIGIDO: Jefe de Producción, Gerentes y Gerente General.
10	TP-MC-D04	<b>Dashboard – Imprenta 20</b> OBJETIVO: Gestionar los indicadores de productividad de Imprenta 20 por la alta gerencia de Corrugados S.A. DIRIGIDO: Jefe de Producción, Gerentes y Gerente General.
11	TP-MC-D05	<b>Fases para Programa de Desarrollo y Crecimiento profesional para personal operativo.</b> OBJETIVO: Conocer las etapas y fases del programa de Desarrollo y Crecimiento profesional para personal operativo. DIRIGIDO: Asistente de Gestión Humana, Gerente de Gestión Humana, Jefes de Producción, Gerentes y Gerente General.
12	TP-MC-D06	<b>Malla curricular de Corrugados S.A.</b> OBJETIVO: Establecer el plan curricular del programa de Desarrollo y Crecimiento profesional para personal operativo. DIRIGIDO: Asistente de Gestión Humana, Gerente de Gestión Humana, Jefes de Producción, Gerentes y Gerente General.
13	TP-MC-L01	<b>LUP para Cambio de Cuchillas en Corrugadora United</b> OBJETIVO: Documentar el cambio de Cuchilla en Slitter de la corrugadora United, a ser ejecutado por personal capacitado del área de Mantenimiento de la empresa Corrugados S.A. DIRIGIDO: Jefe de Mantenimiento, Jefes de Producción e Ingenieros de Proceso.
14	TP-MC-T06	<b>Examen de Competencias – Cambio de Cuchillas (3A)</b> OBJETIVO: Evaluar las competencias del personal operativo en el cambio de Cuchilla en Slitter de la corrugadora United, a ser ejecutado por personal capacitado del área de Mantenimiento de la empresa Corrugados S.A. DIRIGIDO: Jefe de Mantenimiento, Jefes de Producción e Ingenieros de Proceso.

N°	CODIGO	DOCUMENTO
15	TP-MC-D07	<b>Etapas del proceso de Set-up en Imprenta 20</b> OBJETIVO: Documentar las etapas de set-up de Imprenta 20 a fin de estandarizar la operación entre todo el personal operativo. DIRIGIDO: Jefe de Producción, Operadores de Máquina, Asistentes de Producción.
16	TP-MC-D08	<b>Clasificación de tareas de set-up en Imprenta 20</b> OBJETIVO: Documentar la clasificación de tareas de set-up de Imprenta 20 a fin de estandarizar la operación entre todo el personal operativo. DIRIGIDO: Jefe de Producción, Operadores de Máquina, Asistentes de Producción.
17	TP-MC-D09	<b>Layout zona de trabajo Imprenta 20</b> OBJETIVO: Documentar el Layout del proceso productivo en Imprenta 20, previo al proceso de implementación de herramientas de mejora. DIRIGIDO: Jefe de Producción, Operadores de Máquina, Asistentes de Producción.
18	TP-MC-D10	<b>Layout zona de trabajo Imprenta 20 - Modificado</b> OBJETIVO: Documentar el Layout del proceso productivo en Imprenta 20, después del proceso de implementación de herramientas de mejora. DIRIGIDO: Jefe de Producción, Operadores de Máquina, Asistentes de Producción.

Fuente: Corrugados S.A. (2021)



## CAPÍTULO VI. EVALUACION ECONÓMICA

Para la evaluación económica del proyecto, se tomó en cuenta todos los gastos incurridos para la implementación de las cuatro oportunidades identificadas en la Fase **Plan** y ejecutadas en la Fase **Do**.

Algunos aspectos importantes a tomar en cuenta son la necesidad de tomar en consideración el precio de los productos terminados vendidos a un valor promedio a 1.08108 USD. También, con la finalidad de identificar el potencial del proyecto a partir del promedio de los valores de productividad de Imprenta 20 (golpes/h) durante el trimestre marzo-mayo 2021, se calculó el valor promedio de crecimiento de los tres meses siguientes (junio, julio y agosto) y el resultado se multiplicó por las horas trabajadas y el número de días trabajados en el mes (24 horas por día y 26 días trabajados), según se observa en la tabla 39.

Tabla 39: Ingreso promedio trimestral adicional luego de implementación del proyecto.

Mes	Golpes	\$/golpe	\$ Total
Junio 2021	227,552	1.08108	\$246,002.16
Julio 2021	230,672	1.08108	\$249,375.14
Agosto 2021	384,176	1.08108	\$415,325.41
Total			\$910,702.70
Promedio (junio-agosto 2021)			\$303,567.57

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

### 6.1 Gastos de Implementación de pre-calentadores

Para la instalación de precalentadores en la Corrugadora United se incurrió en las siguientes inversiones (tabla 40):

Tabla 40: Inversiones en precalentadores.

N°	Concepto	Unidades	Monto (\$)
1	Pre-calentadores Modelo XYZ	4	330,000
2	Instalación de pre-calentadores	4	20,000
3	Capacitación en pre-calentadores instalados	1	1,000
4	Primer mantenimiento (6 meses)	4	4,000
TOTAL			355,600

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

## 6.2 Gastos de Implementación de Programa de Desarrollo y Crecimiento Profesional para personal operativo

Para la implementación del Programa de Desarrollo y Crecimiento Profesional se incurrió en las siguientes inversiones (tabla 41):

Tabla 41: Inversiones en Programa de Desarrollo y Crecimiento.

N°	Concepto	Unidades	Monto (\$)
1	Consultoría y Desarrollo de Contenidos	1	15,000
2	Difusión Interna del programa	1	3,000
3	Capacitación de personal clave en programa	1	1,000
4	Útiles de oficina	1	2,000
5	Capacitación H-H (3 semanas)	40	3,000
TOTAL			24,000

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

## 6.3 Gastos de reasignación de actividades de mantenimiento autónomo

Para la implementación de la reasignación de actividades de mantenimiento autónomo se incurrió en las siguientes inversiones (tabla 42):

Tabla 42: Inversiones en Actividades de Mantenimiento Autónomo.

N°	Concepto	Unidades	Monto (\$)
1	Capacitación de personal clave en programa	1	1,000
TOTAL			1,000

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

## 6.4 Gastos de Implementación de Programa 5S, estudio de tiempos y movimientos y reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la imprenta 20.

Para la implementación del Programa 5S, que incluye el estudio de los tiempos y movimientos, la reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la imprenta 20, se llevaron a cabo varias inversiones, las cuales se detallan en la tabla 43, a continuación:

Tabla 43: Inversiones en Implementación de Programa 5's – Imprenta 20.

N°	Concepto	Unidades	Monto (\$)
1	Consultoría y Desarrollo de Contenidos	1	10,000
2	Difusión Interna del programa	1	2,500
3	Desarrollo de Planos y Layouts	1	2,000
4	Equipos de Video y Smartphones	2	1,000
5	Capacitación H-H (3 semanas)	50	3,400
6	Materiales e implementos	1	1,500
TOTAL			20,400

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Al sumar todos los gastos asociados a los 4 puntos analizados obtenemos un total de 400,400.00 dólares americanos.

A partir de los ingresos promedios trimestrales adicionales identificados en la tabla 39, se hizo un pronóstico de los ingresos adicionales durante un año del proyecto (tabla 44). Vale precisar que los ingresos del periodo 1, 2 y 3 corresponden los ingresos de los meses de junio, julio y agosto 2021, según se observa en la tabla 44. A partir del periodo 4 hasta el 12 los ingresos son un promedio de los 3 primeros meses, antes mencionados. Por otro lado, la inversión corresponde a todos los gastos asociados según se ha detallado anteriormente, ascendiendo a 400,400 dólares americanos. El Costo (\$) corresponde a dos porcentajes sucesivos de 85% respecto del ingreso que según cálculos internos están asociados a los costos adicionales incurridos por consumo de materias primas (papel, tintas, insumos adicionales, entre otros). El valor de egreso (\$) corresponde a la suma de inversión más costos. Finalmente, el flujo neto (\$) es la diferencia entre ingreso (\$) menos egresos (\$).

Tabla 44: Flujo mensual del primer año del proyecto.

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Ingreso (\$)		246,002	249,375	415,325	303,568	303,568	303,568
Inversión (\$)	400,400						
Costo (\$)		177,737	180,174	300,073	219,328	219,328	219,328
Egreso (\$)	400,400	177,737	180,174	300,073	219,328	219,328	219,328
Flujo Neto (\$)	-400,400	68,266	69,202	115,253	84,240	84,240	84,240

(...)

7	8	9	10	11	12
303,568	303,568	303,568	303,568	303,568	303,568
219,328	219,328	219,328	219,328	219,328	219,328
219,328	219,328	219,328	219,328	219,328	219,328
84,240	84,240	84,240	84,240	84,240	84,240

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Posteriormente, se anualizaron los valores obtenidos en la tabla 44 y se proyectaron los valores por un periodo de 6 años, según se observa en la tabla 45. Adicionalmente, se consideró un descuento de 10% respecto del valor de la Utilidad Operativa por concepto de Participación de Trabajadores y un 29.5% por concepto de Impuesto a la Renta. Finalmente, se obtuvo un resultado de

Utilidad Operativa después de Impuestos (NOPAT) o Net Operating Profit After Taxes.

Tabla 45: Flujo anual a 6 años del proyecto.

Periodo (años)	0	1	2	3	4	5	6
Ingreso (\$)		3,642,811	3,642,811	3,642,811	3,642,811	3,642,811	3,642,811
Inversión (\$)	400,400						
Costo (\$)		2,631,931	2,631,931	2,631,931	2,631,931	2,631,931	2,631,931
Egreso (\$)	400,400	2,631,931	2,631,931	2,631,931	2,631,931	2,631,931	2,631,931
Utilidad Operativa (\$)	-400,400	1,010,880	1,010,880	1,010,880	1,010,880	1,010,880	1,010,880
Participación de Trabajadores (10%)		101,088	101,088	101,088	101,088	101,088	101,088
Impuesto a la Renta (29.5%)		298,210	298,210	298,210	298,210	298,210	298,210
Utilidad Operativa Después de Impuestos (NOPAT)	-400,400	611,582	611,582	611,582	611,582	611,582	611,582

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Finalmente, asumiendo una tasa de interés de 12% anual, calculamos el Valor Actual (VA), Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) según observamos en la tabla 46. A partir de resultado del Valor Actual Neto (VAN) interpretamos que se obtiene un resultado positivo de la implementación del proyecto. Al obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor a la tasa de interés se concluye que el proyecto es rentable.

Tabla 46: Ratios de proyecto.

Ratios	VALOR
Tasa Anual	12%
Valor Actual (VA)	\$2,514,464
Valor Actual Neto (VAN)	\$2,114,064
Tasa Interna de Retorno (TIR)	152%

Fuente: Corrugados S.A. (2021)

Finalmente, en la figura 65 se comprueba la curva del Valor Actual Neto (VAN) en donde se interceptan la curva de la tasa de descuento con la curva del valor actual neto (VAN), en donde se identifica que a un VAN igual a cero la tasa interna de retorno (TIR) es igual al 152%, obteniéndose el cruce de ambas

gráficas. En otras palabras, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es el punto en el cual el VAN es cero.

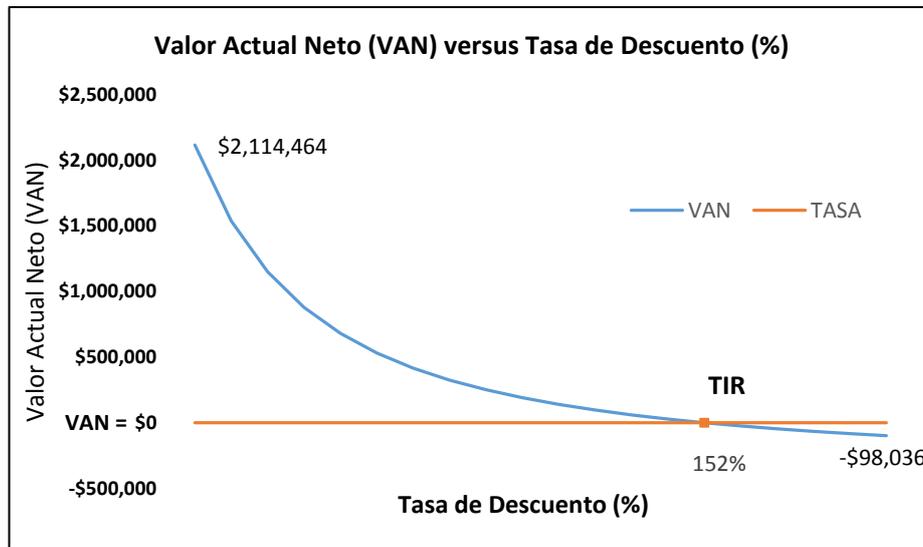


Figura 65: Cálculo de TIR cuando VAN es igual a 0.

Fuente: Corrugados S.A. (2021).

## CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este último capítulo se identificarán las principales conclusiones y recomendaciones que pueden extraerse del proyecto como consecuencia de su implementación.

### 7.1 Conclusiones

1. El proyecto de investigación le permitió a la compañía Corrugados S.A. conocer e implementar herramientas de mejora que impactaron de manera positiva en la productividad de sus máquinas. Entre éstas herramientas destacan: análisis de “Los Cinco ¿Por qué?”, el Diagrama de Ishikawa, Brainstorming de ideas, diagrama SIPOC, Diagrama Analítico de Proceso (DAP), entre otros.
2. Luego de la implementación de KPI's de productividad tanto en la Corrugadora United (A3) como en la Imprenta 20 (IMP20) se logró darle seguimiento permanente y continuo a los niveles de productividad, logrando importantes crecimientos luego del proceso de implementación de las mejoras en cada una de las máquinas mencionadas. Por ejemplo, en la Corrugadora United, se logró un nivel máximo de productividad ( $m^2/h$ ) durante el mes de junio 2021 siendo éste el mejor mes con 38.6% de crecimiento respecto al trimestre enero-marzo 2021, mientras que en la Imprenta 20, se logró un nivel máximo de productividad (golpes/h) durante el mes de agosto 2021 siendo éste el mejor mes con 40.0% de crecimiento respecto al trimestre marzo-mayo 2021.
3. El proyecto permitió generar estandarización de procesos logrando generar 18 documentos internos que tienen por objetivo promover una revisión permanente de los procesos buscando siempre un ciclo sostenido de mejora continua promoviendo revisiones periódicas futuras.
4. Luego de la evaluación económica del proyecto a partir de resultado del Valor Actual Neto (VAN) se obtuvo un resultado positivo de la

implementación del proyecto con un valor de VAN equivalente a \$2,114,064 haciendo el proyecto muy rentable con una TIR de 152%.

## **7.2 Recomendaciones**

- Se recomienda impulsar este proyecto en las demás líneas de producción de la compañía promoviendo una mejora continua en todas las líneas de proceso de Corrugados S.A.
- Es importante buscar que dentro del organigrama de la compañía se establezca aun responsable de Mejora Continua con la finalidad de sostener las mejoras alcanzadas a corto plazo y buscar muchas otras a largo plazo. Sin un líder que responda por las necesidades de mejora, será muy difícil sostener los resultados obtenidos.
- Se recomienda establecer revisiones permanentes a fin de analizar los resultados de productividad obtenidos por la compañía diariamente que permitan darles seguimiento constante a los resultados y poder ajustar lo que sea necesario en el momento oportuno buscando mejora continua permanente.
- Frente a cambios o modificaciones establecidas por cualquier integrante multidisciplinario de la empresa, estos deberán ser documentados e ingresados al sistema de gestión de calidad de la compañía para que se evidencie mediante registros todos los cambios propuestos por los miembros de la empresa.
- Se recomienda seguir impulsando el frente gente, dado que es el principal recurso dentro de la organización y son los motores de los cambios que la empresa exige y demanda.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aucapiña, M. y Cuzco, B. (2010). *Adaptación, mejoramiento y puesta en funcionamiento de la máquina engomadora (glue machine) en la línea de cartón corrugado para la empresa Cartopel S.A. I división Onductec*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Bonilla, B. Díaz, B., Kleeberg, F. y Noriega, M.T. (2020). *Mejora Continua de los Procesos: Herramientas y técnicas*. Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Carro, R. y Gonzales, D. (2014). *Administración de la Calidad Total*. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Castro, A., Pinheiro, A. y Perez, Y. (2011). Aplicação do Método de Soluções de Problemas (PDCA) em um sistema de tratamento de efluentes de indústria frigorífica de aves. *Revista Ambiente & Água. Taubaté* 6(3), 221-238. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.743>
- Coresba (2021). Información técnica sobre cartón corrugado. <http://www.coresba.com.mx>
- COMEX PERÚ (2021). Agroexportaciones No Tradicionales crecieron un 21% en el periodo Enero-Julio de 2021. <https://www.comexperu.org.pe>
- CORRUGADOS S.A. (2021) TP-GE00-G012 Manual de uso de pre-calentadores en corrugadora United. <https://www.argenpack.com/>
- Cuatrecasa, L. (1999). *Gestión Integral de la Calidad: Implantación, Control y Certificación*. Profit.
- Espinoza, A. (2019). *Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante metodología PDCA y Manufactura Esbelta* (Tesis de Magister en Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Fernandez, C. y Mazziota, D. (2005). *Gestión de la Calidad en el Laboratorio Clínico*. Editorial Médica Panamericana.
- Goetschel, M y Polasquina, A. L. (2017). *Elaboración del manual de aplicabilidad de buenas prácticas de faenamiento en mataderos artesanales de aves*. (Título de Química de Alimentos). Universidad Central del Ecuador. Quito. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34937>
- García, A. (2019). *Aplicación de la Metodología A3 para la reducción del índice de mermas en el proceso de beneficio de aves de la empresa Agronorte S.A.C.* (Título de Ingeniería Industrial). Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Lima. <https://hdl.handle.net/11537/23368>
- Kessler, E. (2019). *Aplicação de metodologia PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Padronizar) para redução de hematomas em carcaças de frango*. (Trabajo de Licenciatura) Universidad Tecnológica Federal del Paraná. Paraná. <http://riut.utfpr.edu.br>
- Martinez, I. (2009). *Cartón corrugado, pruebas a producto terminado*. (Tesis de Ingeniería Química). Instituto Politécnico Nacional. México D.F. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/3988>
- Masaaki, I. (2000). *La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. Editorial Grupo Patria Cultural.

- MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES (2020). Twin Rotary Die Cutter “EVOL5084TR”. High Productivity with High-Quality Die-Cutting Boxes. <https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/e572/e572220.pdf>
- Marques, P. y Requejo, J. (2009). SIPOC: A Six-Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems. 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. [Presentación oral]. XIII Congreso de Ingeniería de Organización. Barcelona, España.
- Morales, J. (2013). *Serie Técnicas de Resolución de Problemas: "los 5 Por Qué's"*. 5s Consultores.
- Perez, M., Raya, G. y Romero, E. (2016). Producción de Cajas de Cartón: Estudio de Pre-factibilidad (Proyecto de Fin de Grado). Universidad Tecnológica Nacional. Mendoza.
- Radajell, M. y Sanchez, J.L. (2010). *Learn Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Díaz de Santos.
- Render, B. y Heizer, J. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. Pearson.
- Rossmann (2021). Corrugated Cardboard Machine – Components. <https://www.rossmann.ro/tehnologia-de-fabricatie-a-cartonului-ondulat/?lang=en>
- Sobek, D y Smalley, A. (2008). *Understanding A3 Thinking: A Critical Component of Toyota's PDCA Management System*. Edition Productivity Press.
- Szwedzka, K. y Kaczmarek, J. (2017). *One Point Lesson as a Tool for Work Standardization and Optimization - Case Study*. Springer.
- TRUPAL S.A. (2021). Documentos Internos. Gerencia de Gestión Humana. <https://www.trupal.com.pe/quienes-somos>
- Tucker, E. (2015). *Business Continuity from Preparedness to Recovery*. Edición 1.
- Tuya, J., Ramos, I. y Dolado, J. (2007). *Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la Ingeniería del Software*. Editorial Netbiblo.
- Twede, D., Selke, S., Kamdem, D. y Shires, D. (2015). *Cartons, Crates and Corrugated Board. Handbook of Paper and Wood Packaging Technology*. Editorial DEStech Publications.

# ANEXOS

## Anexo 1. Cálculos de la productividad semanal de la corrugadora United

Para determinar la **productividad semanal** ( $m^2/hora$ ) o también conocida como **Velocidad Media** de la corrugadora United, se aplicó la división entre la Producción total y las horas de trabajo invertidas, como se observa en la fórmula a continuación:

$$Productividad \left( \frac{m^2}{hora} \right) = \frac{Producción Total (m^2)}{Horas de Trabajo (horas)}$$

siendo,

$$Producción Total (m^2) = Producción Buena (m^2) + Trim (m^2) + Desperdicios (m^2)$$

y,

$$Horas de Trabajo (horas) = Horas Abiertas (horas) - Horas paros planificados (horas)$$

## Anexo 2. Cálculos para determinar la velocidad de corrida o rendimiento de la corrugadora United

Para determinar la **velocidad de corrida (ml/min)** de la corrugadora United se ejecutó la siguiente división:

$$Velocidad de Corrida (ml/min) = \frac{Producción total (ml)}{Horas de Corrida netas (horas)} * \left( \frac{1hora}{60 minutos} \right)$$

siendo, producción total (ml) los metros lineales que registra el sistema PcTopp de producción ejecutada por máquina Corrugadora. Y,

$$Horas de Corrida netas (horas) = Horas de producción (horas) - Horas de Montaje (horas)$$

**Anexo 3.** Cálculos realizados para determinar la velocidad media de la corrugadora United

Para determinar la **velocidad media (ml/min)** de la corrugadora United se ejecutó la siguiente división:

$$\text{Velocidad Media (ml/min)} = \frac{\text{Producción total (ml)}}{\text{Horas de Trabajo (horas)}} * \left(\frac{1\text{hora}}{60\text{ minutos}}\right)$$

siendo, producción total (ml) los metros lineales que registra el sistema PcTopp de producción ejecutada por máquina Corrugadora. Y;

$$\text{Horas de Trabajo (horas)} = \text{Horas Abiertas (horas)} - \text{Horas de Paros Planificados (horas)}$$

$$\text{Horas de Paros Planificados (Horas)} = \text{Mantto Preventivo (horas)} + \text{Mantto Autónomo (horas)} + \text{Otras paradas Programadas (horas)}$$

**Anexo 4.** Cálculos realizados para determinar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) – Modelo Ad-hoc

Para el cálculo del OEE – Modelo Ad-hoc, se toman en cuenta los siguientes datos:

FACTOR	CÁLCULOS
<b>Disponibilidad (%)</b>	Horas de Corridas Netas (horas) / Horas Abiertas (horas)
<b>Rendimiento (%)</b>	Velocidad de corrida (ml/hora) / Velocidad de diseño (ml/hora)
<b>Calidad (%)</b>	Producción buena (m <sup>2</sup> ) / (Producción total (m <sup>2</sup> ) – Trim (m <sup>2</sup> ))
<b>Ancho Promedio (%)</b>	[(Producción total (m <sup>2</sup> ) – Trim (m <sup>2</sup> )) / (Producción total (ml))] / Ancho diseño (m)
<b>OEE (%) = Disponibilidad (%) x Rendimiento (%) x Calidad (%) x Ancho Promedio (%)</b>	

Es necesario precisar, que para el cálculo estándar se toma en cuenta disponibilidad, rendimiento y calidad. Sin embargo, para este cálculo, adicionalmente se toma en cuenta un cuarto factor: ancho promedio.

**Anexo 5.** Cálculos realizados para hallar la productividad semanal de la Imprenta 20

Para el cálculo de Productividad semanal o **producción por hora programada (golpes / hora)** se ejecutó la siguiente operación:

$$\text{Producción hora programada} \left( \frac{\text{golpes}}{\text{hora}} \right) = \frac{\text{Producción conforme (golpes)}}{\text{Horas Programadas (horas)}}$$

$$\text{Horas Programadas (horas)} = \text{Horas abiertas (horas)} - \text{Paradas programadas (horas)}$$

**Anexo 6.** Cálculos realizados para hallar los tiempos de set-up de la Imprenta 20

Para el cálculo de los tiempos de set-up o tiempos de montaje (minutos), se ejecuta el siguiente cálculo:

$$\text{Set-up (min)} = \frac{\text{Horas de montaje (horas)}}{\text{Número de Montajes (unidades)}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

**Anexo 7.** Cálculos realizados para hallar OEE de la Imprenta 20

Para el cálculo del OEE, se toman en cuenta los datos detallados en la Tabla 16. Para el cálculo se toma en cuenta Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

FACTOR	CÁLCULOS
<b>Disponibilidad (%)</b>	Horas de Corrida (horas) / Horas Abiertas (horas) <b>Horas de Corrida (horas) =</b> Horas de Producción (horas) – Horas de Montaje (horas) <b>Horas de Producción (horas) =</b> Horas Programadas (horas) – Horas de Paro no Programados (horas)

FACTOR	CÁLCULOS
	<b>Horas de Paro no Programados (horas)</b> = Operativas (horas) + Externas (horas) + Refrigerios (horas) + Fallas Eléctricas (horas) + Fallas Mecánicas (horas) + Otros (horas).
<b>Rendimiento (%)</b>	$\text{Velocidad real (golpes/hora)} / \text{Velocidad de diseño (golpes/hora)}$ <b>Velocidad real (golpes/horas)</b> = Producción total (golpes) / Horas de Corrida (hora) <b>Producción total (golpes)</b> = Producción Conforme (golpes) + Producción Defectuosa (golpes) <b>Horas de Corrida (horas)</b> = Horas de Producción (horas) – Horas de Montaje (horas)
<b>Calidad (%)</b>	$\text{Producción conforme (golpes)} / \text{Producción total (golpes)}$ <b>Producción Total (golpes)</b> = Producción conforme (golpes) + Producción defectuosa (golpes)
<b>OEE (%) = Disponibilidad (%) x Rendimiento (%) x Calidad (%)</b>	

**Anexo 8.** Resultados de la evaluación entre todos los integrantes para establecer prioridades entre las actividades con oportunidades.

**Actividad 1:** Inversión en implementación de pre-calentadores adicionales en Corrugadora United.

PERSONAS	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Persona 1	3	2	2
Persona 2	3	3	2
Persona 3	3	2	2
Persona 4	3	3	3
Persona 5	2	3	3
Persona 6	2	3	3
Persona 7	3	3	2
Persona 8	3	3	2
Persona 9	3	3	3
Persona 10	3	2	3
PROMEDIO	2.80	2.70	2.50

**Actividad 2:** Reasignación de actividades de mantenimiento autónomo (colocación de cuchillas) al equipo de mantenimiento.

PERSONAS	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Persona 1	1	1	2
Persona 2	2	2	2
Persona 3	1	1	1
Persona 4	1	1	2
Persona 5	2	2	1
Persona 6	1	1	1
Persona 7	1	1	1
Persona 8	1	1	2
Persona 9	1	1	1
Persona 10	1	1	3
PROMEDIO	1.20	1.20	1.60

**Actividad 3:** Establecer un Programa de desarrollo y crecimiento profesional para el personal operativo.

PERSONAS	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Persona 1	2	2	2
Persona 2	2	3	2
Persona 3	3	3	3
Persona 4	2	2	2
Persona 5	2	2	2
Persona 6	3	2	1
Persona 7	3	2	3
Persona 8	2	2	3
Persona 9	3	3	2
Persona 10	2	2	3
PROMEDIO	2.40	2.30	2.30

**Actividad 4:** Ejecutar un programa agresivo de 5's, estudio de tiempos y movimientos y reorganización y delimitación de los espacios colindantes a la Imprenta 20.

PERSONAS	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Persona 1	1	1	1
Persona 2	1	2	1
Persona 3	2	1	1

PERSONAS	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Persona 4	1	1	3
Persona 5	2	1	1
Persona 6	1	1	1
Persona 7	2	1	2
Persona 8	1	1	1
Persona 9	1	2	1
Persona 10	1	1	1
PROMEDIO	1.30	1.20	1.30

**Anexo 9.** Registro de capacitación en **cambio de cuchillas** para corrugadora United (3A) para el personal de mantenimiento.

CORRUGADOS S.A. REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACRO DE EMERGENCIA					
MARCAR CON UNA "X"					
INDUCCIÓN	<input type="checkbox"/>	CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	ENTRENAMIENTO	<input type="checkbox"/>
				SIMULACRO DE EMERGENCIA	<input type="checkbox"/>
OTRO: _____ <input type="checkbox"/>					
RAZÓN SOCIAL	RUC	ACTIVIDAD ECONÓMICA	DOMICILIO LEGAL	SEDE	N° TRABAJADORES
CORRUGADOS S.A.	20418453177	Empaques	Av. Evtamiento 3636 el Agustino	Huachipa 8	
TEMA:	Cambios de Cuchillas en Corrugadora United (3A)				
CONTENIDO:	Guía rápida para cambio de cuchillas y medición de ubicación de piedra afiladora				
FECHA:	30/04/2021		DURACIÓN TOTAL:	2 horas	
HORA INICIO:	11.00 am		HORA FIN:	01.00 pm	
LUGAR:	Sala de Capacitación - Agro		EXPOSITOR:	Roberto Ronceros - Jefe de Mantenimiento	
N° PARTICIPANTES:					
Manifiesto que mi participación en este evento es voluntaria y responde a una invitación pública realizada por la empresa					
	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	ÁREA	¿RINDIÓ EXAMEN?	NOTA
1	DIAZ DÍAZ, JOSE	43204123	Mantenimiento	SI	16
2	JUAREZ CASTILLO, MIGUEL	42029148	Mantenimiento	SI	20
3	PEREZ ROBLES, JAVIER	45032892	Mantenimiento	SI	16
4	DIAZ ESTEBAN, RENATO	06621321	Mantenimiento	SI	16
5	LEON PAREDES, MAURICIO	32184234	Mantenimiento	SI	20
6	CARDENAS JIMENEZ, ALONSO	07613544	Mantenimiento	SI	20
7	SOLIS BUENDIA, JAIME	45082123	Mantenimiento	SI	16
8					

**Anexo 10.** Registro de 5 tiempos de actividades de set-up en Imprenta 20.

N°	ACTIVIDADES	TAREAS	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
1	LAZAMIENTO DE PEDIDO	Imprimir Ficha Técnica del Pedido (FTP) en el programa PC_TOOP.	0.24	0.24	0.20	0.23	0.21
		Ir a pantalla MPC de la máquina.	0.22	0.20	0.19	0.19	0.20
		Dar click en el ícono "NUEVO PEDIDO" y esperar inicio de sistema.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
		Seleccionar "TIPO DE CAJA".	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
		Seleccionar "TIPO DE CARTÓN".	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
		Digitar dimensiones " LARGO , ANCHO".	0.40	0.45	0.38	0.42	0.49
		Cargar pedido	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

N°	ACTIVIDADES	TAREAS	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
2	REGULACIÓN DE STAKER	Levantar Staker	1.20	1.35	1.00	1.30	1.30
		Digitar Medidas de Staker	2.20	2.30	2.00	2.30	2.10
3	RETIRAR TINTA	Abrir porta balde	0.90	0.70	0.80	0.60	0.90
		Retirar sistema de succión	1.00	1.10	0.70	1.10	0.90
		Retirar balde a zona de tinta	1.20	1.50	1.00	1.40	1.30
4	DESENRROLLAR CLISES	Retirar Cintas	1.00	1.40	1.10	0.90	1.80
		Extender Clises	1.70	1.40	2.00	2.20	2.10
5	COLOCAR CLISE1	Seleccionar el Clisse de mesa	0.15	0.20	0.20	0.10	0.15
		Verificar estado de clise	0.50	0.40	0.60	0.50	0.70
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	1.20	1.70	1.10	1.40	1.40
		Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	0.50	0.70	0.80	0.90	0.60
6	COLOCAR CLISE2	Seleccionar el Clisse de mesa	0.15	0.20	0.19	0.11	0.14
		Verificar estado de clise	0.50	0.50	0.65	0.40	0.70
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	1.20	1.70	1.10	1.40	1.40
		Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	0.50	0.70	0.80	0.90	0.60
7	COLOCAR CLISE3	Seleccionar el Clisse de mesa	0.15	0.20	0.20	0.10	0.15
		Verificar estado de clise	0.50	0.40	0.60	0.50	0.70
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	1.20	1.70	1.10	1.40	1.40
		Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	0.50	0.70	0.80	0.90	0.60
8	COLOCAR CLISE4	Seleccionar el Clisse de mesa	0.15	0.20	0.20	0.10	0.15
		Verificar estado de clise	0.50	0.40	0.60	0.50	0.70
		Cuadrar perfil de enganche al porta clissé	1.20	1.70	1.10	1.40	1.40
		Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	0.50	0.70	0.80	0.90	0.60
9	LAVADO DE BASTIDOR 1	Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	2.10	2.10	2.00	2.20	2.20
10	LAVADO DE BASTIDOR 2	Colocar cinta a union entre la parte baja del clisse y rodillo	2.10	2.10	2.00	2.20	2.20
11	ACONDICIONAR PLANCHAS Y TROQUELES	Colocar troqueles y acondicionar Planchas	1.20	1.30	1.30	1.00	1.40
12	CERRAR MÓDULOS	Presionar botones de cerrado en simultáneo	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13	REFERENCIAR INTRODUCTOR	Referenciar enguiadores Laterales - Frontal	1.10	1.10	1.20	1.30	1.10
		Referencia Apertura de Luz frontal con muestras	0.80	0.90	0.70	0.80	0.90
14	REGULAR TINTA	Medir pH y Viscosidad de Tintas	1.10	1.30	1.20	1.20	1.40
		Regular Viscosidad	1.00	1.30	1.10	1.10	1.10
15	REFERENCIAR IMPRESIÓN	Presionar Botón INTRODUCTOR	0.50	0.60	0.60	0.50	0.70
		Presionar consola (AJUSTE DE REGISTRO)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
		Esperar calibración en Cero (REGISTROS -LATERALES)	0.70	0.60	0.80	0.70	0.80
		Prender Maquina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		Proceso de máquina para referenciar módulos	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
16	AJUSE PRE-CORTE	Presionar Botón (ALIMENTADOR)	0.10	0.10	0.12	0.10	0.30
		Presionar Botón incremento de velocidad	0.30	0.30	0.40	0.20	0.30
		Presionar Botón ajuste de Presión	0.90	0.90	1.00	1.10	0.90
		Digitar presión de corte	0.50	0.30	0.40	0.50	0.50
<b>TIEMPO TOTAL (minutos)</b>			<b>34.59</b>	<b>38.37</b>	<b>35.76</b>	<b>37.78</b>	<b>39.22</b>

## Anexo 11. Formato de perfil de puesto para Operador de Máquina III.

CORRUGADOS S.A.		DESCRPTIVO DEL PUESTO: <b>OPERADOR DE MÁQUINA III</b>		Código : 05-PE-57-PO-00306																																				
				Código : TP-PC03-N021																																				
				División : Otros Negocios																																				
				País - Provincia : Perú (PER) Lima																																				
VERSIÓN	FECHA	ELABORADOR POR	REVISADO POR	APROBADO POR																																				
01	7-06-21	Analista de Gestión Humana	Jefe de Producción	Jefe de Planta																																				
COPIA N°:		DESTINATARIO:		FECHA DE ENTREGA:																																				
<b>I. Datos de Identificación:</b>																																								
Posición :	OPERADOR DE MÁQUINA III (IMPRESIÓN)		Nivel :	Obrero																																				
Empresa :	(PER) Trupal		Locación :	P- (LIM) Huachipa																																				
Área / Negocio :	GERENCIA PRODUCCION CAJAS		Sub Área / Unidad Organizativa :	CAJAS LIMA - IMPRESIÓN																																				
Número Ocupantes :	6		Reporta a :	SUPERVISOR DE PRODUCCION																																				
Le reportan :	NO APLICA		Reporte corporativo :	NO APLICA																																				
		Cant Personal a Cargo :	0	Propios	0 Terceros																																			
<b>II. Organigrama:</b>																																								
<b>III. Misión:</b>																																								
Operar la línea a su cargo para producir lo indicado en los programas de producción, teniendo en cuenta la mejora continua, seguridad, durabilidad de los equipos y el plan de calidad.																																								
<b>IV. Funciones:</b>																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividades Principales</th> <th>Frecuencia</th> <th>Indicador / Entregable</th> <th>Fuente de Entrada</th> <th>Fuente de Salida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operar la línea a su cargo y es responsable por el orden, limpieza de esta y el área que ocupa, y reportar al Supervisor ocurrencias de turno respecto al avance del programa, estado mecánico y eléctrico de la línea a su cargo.</td> <td>Todos los días</td> <td>* Producción conforme, según Ficha Técnica de Producción (FTP) y Nota de Impresión (NI)</td> <td>* Programa de producción * Plan de calidad * FTP * NI</td> <td>* Acabados * Almacén de PT</td> </tr> <tr> <td>Proponer mejoras operativas para la preparación de las maquinarias (set-up), implementos, equipos y cargas de materia prima (paños corrugados); en coordinación con el Ingeniero de Procesos y Mejora Continua, garantizando el mejoramiento continuo de la línea a su cargo.</td> <td>Al menos una vez cada 15 días</td> <td>* Informe de propuestas de mejoras operativas</td> <td>* Operadores de Máquina * Supervisores de Mantenimiento * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua</td> <td>* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua</td> </tr> <tr> <td>Llevar a cabo y coordinar acciones enfocadas a la mejora continua con las diversas áreas (Mantenimiento, Calidad, entre otras), participando en la implementación y seguimiento de los proyectos de SMED, 5S, Poka Yoke, entre otros; para contribuir con su ejecución.</td> <td>Al menos una vez cada 15 días</td> <td>* % Ejecución de proyectos de mejora continua</td> <td>* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua * Gerencia de Producción * Mantenimiento</td> <td>* Jefe de Producción (Impresión) * Gerencia de Producción</td> </tr> <tr> <td>Entrenar al personal del área, según los procedimientos y estándares de trabajo, para garantizar la excelencia operacional de la línea y cumpliendo con los estándares de seguridad de las máquinas.</td> <td>Al menos una vez cada 15 días</td> <td>* % Personal capacitado sobre procedimientos y estándares de trabajo * Registros de capacitación</td> <td>* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua</td> <td>* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción * Gestión Humana * Registros de</td> </tr> <tr> <td>Controlar en la línea de producción el correcto uso y desgaste de los repuestos (rasquetas, fajas tapiz, cuchillas, entre otros) e informar al Coordinador de Producción para asegurar la continuidad de los equipos y su durabilidad.</td> <td>Todos los días</td> <td>* Reporte de uso y desgaste de los repuestos</td> <td>* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción</td> <td>* Jefe de Producción (Impresión) * Coordinador de Producción</td> </tr> <tr> <td>Verificar el correcto registro de la información de causas de paradas de Línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp o en formatos entregados para tal fin para asegurar la trazabilidad de los procesos.</td> <td>Todos los días</td> <td>* Información de causas de paradas de línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp</td> <td>* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción</td> <td>* Jefe de Producción (Impresión) * Calidad * Mantenimiento</td> </tr> </tbody> </table>						Actividades Principales	Frecuencia	Indicador / Entregable	Fuente de Entrada	Fuente de Salida	Operar la línea a su cargo y es responsable por el orden, limpieza de esta y el área que ocupa, y reportar al Supervisor ocurrencias de turno respecto al avance del programa, estado mecánico y eléctrico de la línea a su cargo.	Todos los días	* Producción conforme, según Ficha Técnica de Producción (FTP) y Nota de Impresión (NI)	* Programa de producción * Plan de calidad * FTP * NI	* Acabados * Almacén de PT	Proponer mejoras operativas para la preparación de las maquinarias (set-up), implementos, equipos y cargas de materia prima (paños corrugados); en coordinación con el Ingeniero de Procesos y Mejora Continua, garantizando el mejoramiento continuo de la línea a su cargo.	Al menos una vez cada 15 días	* Informe de propuestas de mejoras operativas	* Operadores de Máquina * Supervisores de Mantenimiento * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua	* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua	Llevar a cabo y coordinar acciones enfocadas a la mejora continua con las diversas áreas (Mantenimiento, Calidad, entre otras), participando en la implementación y seguimiento de los proyectos de SMED, 5S, Poka Yoke, entre otros; para contribuir con su ejecución.	Al menos una vez cada 15 días	* % Ejecución de proyectos de mejora continua	* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua * Gerencia de Producción * Mantenimiento	* Jefe de Producción (Impresión) * Gerencia de Producción	Entrenar al personal del área, según los procedimientos y estándares de trabajo, para garantizar la excelencia operacional de la línea y cumpliendo con los estándares de seguridad de las máquinas.	Al menos una vez cada 15 días	* % Personal capacitado sobre procedimientos y estándares de trabajo * Registros de capacitación	* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua	* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción * Gestión Humana * Registros de	Controlar en la línea de producción el correcto uso y desgaste de los repuestos (rasquetas, fajas tapiz, cuchillas, entre otros) e informar al Coordinador de Producción para asegurar la continuidad de los equipos y su durabilidad.	Todos los días	* Reporte de uso y desgaste de los repuestos	* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción	* Jefe de Producción (Impresión) * Coordinador de Producción	Verificar el correcto registro de la información de causas de paradas de Línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp o en formatos entregados para tal fin para asegurar la trazabilidad de los procesos.	Todos los días	* Información de causas de paradas de línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp	* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción	* Jefe de Producción (Impresión) * Calidad * Mantenimiento
Actividades Principales	Frecuencia	Indicador / Entregable	Fuente de Entrada	Fuente de Salida																																				
Operar la línea a su cargo y es responsable por el orden, limpieza de esta y el área que ocupa, y reportar al Supervisor ocurrencias de turno respecto al avance del programa, estado mecánico y eléctrico de la línea a su cargo.	Todos los días	* Producción conforme, según Ficha Técnica de Producción (FTP) y Nota de Impresión (NI)	* Programa de producción * Plan de calidad * FTP * NI	* Acabados * Almacén de PT																																				
Proponer mejoras operativas para la preparación de las maquinarias (set-up), implementos, equipos y cargas de materia prima (paños corrugados); en coordinación con el Ingeniero de Procesos y Mejora Continua, garantizando el mejoramiento continuo de la línea a su cargo.	Al menos una vez cada 15 días	* Informe de propuestas de mejoras operativas	* Operadores de Máquina * Supervisores de Mantenimiento * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua	* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua																																				
Llevar a cabo y coordinar acciones enfocadas a la mejora continua con las diversas áreas (Mantenimiento, Calidad, entre otras), participando en la implementación y seguimiento de los proyectos de SMED, 5S, Poka Yoke, entre otros; para contribuir con su ejecución.	Al menos una vez cada 15 días	* % Ejecución de proyectos de mejora continua	* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua * Gerencia de Producción * Mantenimiento	* Jefe de Producción (Impresión) * Gerencia de Producción																																				
Entrenar al personal del área, según los procedimientos y estándares de trabajo, para garantizar la excelencia operacional de la línea y cumpliendo con los estándares de seguridad de las máquinas.	Al menos una vez cada 15 días	* % Personal capacitado sobre procedimientos y estándares de trabajo * Registros de capacitación	* Jefe de Producción (Impresión) * Ingeniero de Procesos y Mejora Continua	* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción * Gestión Humana * Registros de																																				
Controlar en la línea de producción el correcto uso y desgaste de los repuestos (rasquetas, fajas tapiz, cuchillas, entre otros) e informar al Coordinador de Producción para asegurar la continuidad de los equipos y su durabilidad.	Todos los días	* Reporte de uso y desgaste de los repuestos	* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción	* Jefe de Producción (Impresión) * Coordinador de Producción																																				
Verificar el correcto registro de la información de causas de paradas de Línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp o en formatos entregados para tal fin para asegurar la trazabilidad de los procesos.	Todos los días	* Información de causas de paradas de línea, parámetros de calidad, entre otros en PC-Topp	* Operadores de Máquina * Ayudantes de Producción	* Jefe de Producción (Impresión) * Calidad * Mantenimiento																																				
<b>V. Formación:</b>																																								
Nivel Académico :	Técnico (Deseable). Indispensable Secundaria Completa.																																							
Tipo de Educación :	Mecánico o Electricista, egresado de Instituto Superior.																																							
Idiomas :	-																																							
<b>Capacitación Adicional</b>				<b>Número Horas / Nivel (Opc)</b>																																				
Conocimientos sobre estándares internacionales de gestión de calidad, tales como ISO 9001, 14001, HACCP, entre otros.				Nivel Básico																																				
Manejo del paquete de Office (Word, Excel, Power Point) a nivel intermedio.				Nivel Básico																																				
Conceptos básicos sobre herramientas de mejora continua, tales como SMED, Poka-Yoke, Kaizen, Kanban, TPM o afines.				Nivel Básico																																				
De preferencia haber llevado programas de liderazgo, coaching, entre otros.				Nivel Básico																																				
<b>Competencias Blandas (Cualidades):</b> Proactivo. Orientado a resultados. Flexibilidad para relacionarse a todo nivel, tanto en la línea de producción como dentro del área de mantenimiento, calidad y otras áreas. Buen comunicador y con un acertado enfoque a la eficiencia y el cumplimiento.																																								
<b>Puestos precedentes</b>				<b>Tiempo de ocupación</b>																																				
4 años en el manejo de maquinaria en el rubro de flexografía en la industria de papel o empaques de cartón corrugado.				Mínimo 4 años																																				
Línea de carrera ascendente (Deseable).																																								
<b>4 años en el manejo de maquinaria en el rubro de flexografía en la industria de papel o empaques de cartón corrugado.</b>				<b>Mínimo 4 años</b>																																				