



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

**PALETIZACIÓN SOSTENIBLE: INNOVACIÓN Y AHORRO MEDIANTE LA
REUTILIZACIÓN DEL CARTÓN EN EMSULA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

PRESENTADO POR:

12011059 DENNIS ISNAN ARIAS HERNANDEZ

ASESOR: ING. UVIL ALBERTO PADILLA BARAHONA

CAMPUS TEGUCIGALPA; DICIEMBRE, 2024

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios, quien ha guiado cada etapa de mi vida con sabiduría y determinación, permitiéndome alcanzar este importante objetivo. A mis padres, les debo un profundo reconocimiento por su amor infinito, sacrificios constantes y apoyo inquebrantable. Ellos han sido mi pilar y mi mayor inspiración, enseñándome el verdadero valor del esfuerzo y confiando siempre en mis capacidades.

También a quienes marcaron mi vida con su amor y apoyo incondicional, quienes me acompañaron en los momentos más difíciles de mi camino, compartiendo largas horas, desvelos y esperanza, dedico este logro con todo mi corazón. Sus recuerdos siguen vivos en cada paso que doy, llenando mi corazón de valentía y propósito. La ausencia que una vez dolió profundamente se ha transformado en la fuerza que impulsa mi alma a superar barreras y alcanzar nuevos horizontes, honrando su memoria con cada logro.

Asimismo, expreso mi más profunda gratitud a mis docentes, quienes me han guiado a lo largo de estos años, formando no solo a un profesional, sino también a una mejor persona, siempre promoviendo el camino de la excelencia. A mis amigos, agradezco por cada momento compartido, desde las risas que llenaron de alegría nuestras jornadas hasta el apoyo en los momentos de mayor estrés. También extiendo mi agradecimiento a los ingenieros de EMSULA, por la confianza depositada en mí, permitiéndome colaborar con su equipo y lograr resultados sobresalientes durante mi tiempo en la empresa.

Lista de siglas y glosario

Lista de Siglas

- **EMSULA:** Embotelladora de Sula, S.A.
- **SMI:** Sistema de Mantenimiento Integrado
- **SAP:** Systems, Applications, and Products in Data Processing (Sistemas, Aplicaciones y Productos para el Procesamiento de Datos)

Glosario

- **Cartón "SIX PACK LATA":** Cartón utilizado como separador entre charolas en la paletización de productos, especialmente en bebidas de 8 onzas, para asegurar la estabilidad de los productos durante el almacenamiento y transporte.
- **Paletización:** Proceso de organizar productos en una tarima o pallet para facilitar su almacenamiento y transporte de forma estable.
- **Línea 5 (Quanty):** Línea de producción de EMSULA donde se elaboran jugos en presentaciones de 8 onzas en sabores como naranja, uva y fruit punch.
- **Tiempo muerto:** Intervalos de inactividad durante un proceso productivo, en los que un operario o máquina permanece inactivo hasta la siguiente tarea.
- **FIFO (First In, First Out):** Método de gestión de inventario donde los primeros productos en entrar son los primeros en salir, asegurando la rotación adecuada y reducción de desperdicios.
- **Eficiencia Operativa:** Medida de la capacidad de una organización para maximizar el uso de sus recursos y minimizar tiempos de inactividad y desperdicio en sus procesos productivos.
- **Flejado:** Proceso de sujetar y asegurar cargas mediante el uso de cintas o flejes de materiales como plástico o metal, con el objetivo de mantener la mercancía firme y evitar movimientos o daños durante su transporte o almacenamiento.

- **Estiba:** tarea de organizar, apilar y distribuir mercancías sobre palés o en espacios de transporte, buscando optimizar el espacio disponible y garantizar la seguridad de la carga durante su manipulación o traslado.
- **Viabilidad técnica:** Evalúa si los recursos tecnológicos, equipos y conocimientos necesarios están disponibles para llevar a cabo el proyecto.
- **Viabilidad operativa:** Examina cómo el proyecto afectará las operaciones diarias y si puede integrarse eficientemente en el flujo de trabajo existente.
- **Viabilidad económica:** Determina si el proyecto es rentable desde el punto de vista financiero, analizando costos, ahorros proyectados y beneficios económicos a corto plazo (hasta 12 meses), mediano plazo (entre 12 y 24 meses) y largo plazo (más de 24 meses).

Resumen ejecutivo

El proyecto "Estrategias para Reutilizar Cartón en Paletización: Eficiencia y Ahorro en EMSULA S.A." se enfoca en optimizar el uso del cartón separador "SIX PACK LATA" en la Línea 5 (Quanty) de EMSULA, una planta embotelladora en Honduras. Este sistema busca mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y minimizar residuos mediante la implementación de un ciclo de reutilización del cartón en procesos de producción, almacenamiento y reempaque.

El diagnóstico inicial identificó ineficiencias en el consumo de cartón y tiempos muertos en la operación de flejado. Durante el estudio, se recopilaron datos de producción en cinco semanas, destacando un consumo acumulado de 1,884 láminas de cartón, y se determinó que las tarimas permanecían un promedio de 4.67 días en almacén antes de pasar a reempaque. Además, un estudio de tiempos en la Línea 5 reveló que el operador de flejado permanecía inactivo hasta 19 minutos por ciclo.

El sistema implementado incluyó un piloto con láminas reutilizables marcadas con sellos automáticos para garantizar su integridad. Este proceso permitió reutilizar 628 cartones, representando el 33.33% del total utilizado, con un ahorro acumulado de 15,700 lempiras. La capacitación de operadores y la integración del manejo de cartones reutilizables como tarea adicional optimizaron el uso de recursos y redujeron tiempos improductivos.

Se concluyó que el proyecto logró optimizar el ciclo de reutilización del cartón, disminuyendo la dependencia de materiales nuevos y promoviendo prácticas sostenibles. Las recomendaciones incluyen, la adquisición de una maquina flejadora, la creación de un departamento de innovación, la donación de cartón a instituciones sin fines de lucro, y la escalabilidad del sistema a otras líneas de producción, consolidando así la sostenibilidad operativa y el compromiso social de EMSULA. Este enfoque no solo refuerza la eficiencia operativa, sino que también posiciona a EMSULA como un referente en responsabilidad ambiental dentro de la industria.

Índice de contenido

Agradecimiento	I
Lista de siglas y glosario.....	II
Glosario	II
Resumen ejecutivo.....	IV
I. Introducción.....	1
I. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1 Descripción de la Empresa.....	2
2.1.1 Reseña Histórica	2
2.1.2 Misión	3
2.1.3 Visión	3
2.1.5 Filosofía Corporativa (PASE NO CEDA).....	4
2.2 Descripción del Departamento o Unidad	5
II. Planteamiento del problema.....	6
3.1 Precedentes del problema.....	6
3.2 Definición del problema	7
3.3 Objetivos del proyecto de mejora	8
3.3.1 Objetivo General.....	8
3.3.2 Objetivos Específicos	8
III. Marco teórico.....	10
Origen y Desarrollo de la Industria de Bebidas Embotelladas	10
Avances en Empaque y Distribución en la Industria de Bebidas.....	10
Clasificación del Empaque en Bebidas	12

Materiales en Empaque: Cartón, Plástico, PET.....	13
Sostenibilidad en Empaque.....	14
Impacto Ambiental de los Materiales de Empaque en la Industria de Bebidas	15
Tendencias Futuras en Sostenibilidad en la Industria de Bebidas	16
Economía circular como modelo sostenible	17
Regulaciones Ambientales y su Impacto en el Diseño de Empaque	18
Análisis de viabilidad.....	19
Control de inventarios	20
IV. Metodología.....	22
5.1 Variables de Investigación.....	22
5.1.1 Variable Independiente	22
5.1.2 Variable Dependiente	22
5.2 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	23
5.2.1 Instrumentos.....	23
5.2.2 Técnicas	23
5.3 Materiales.....	24
5.3.1 Listado de Materiales Utilizados.....	24
5.4 Población y Muestra.....	24
5.4.1 Población	24
5.4.2 Muestreo	24
5.5 Metodología de Estudio.....	25
5.5.1 Diagnóstico del Consumo de Materiales	25
5.5.2 Diseño del Plan de Reutilización	25

5.5.3 Implementación del Proyecto Piloto.....	25
5.5.4 Monitoreo y Evaluación	25
5.5.5 Análisis de Resultados y Documentación	25
5.6 Cronograma de actividades	26
V. Desarrollo.....	27
5.1 Resultado y análisis	27
Resultado y análisis de objetivo específico 1.....	27
Resultado y análisis de objetivo específico 2.....	30
Resumen del Proceso Cronológico	34
Proceso Cronológico	35
Resultado y análisis de objetivo específico 3.....	36
Solicitud de cartón y contexto.....	36
Prueba Piloto.....	37
Fabricación e Implementación del Sistema	39
Inicio de Implementación:.....	40
Análisis de viabilidad Técnica	41
Análisis de viabilidad operativa.....	42
Flujo de Reutilización.....	43
Producción y Reutilización	47
Análisis de Viabilidad Económica	49
Resultados:	49
VI. Conclusiones	52
1. Optimización del Ciclo de Reutilización del Cartón (Objetivo General)	52

2.	Análisis de la Producción y Consumo de Cartón (Objetivo Específico 1)	52
3.	Estudio de Tiempos y Eficiencia Operativa (Objetivo Específico 2).....	52
4.	Diseño e Implementación del Sistema de Reutilización (Objetivo Específico 3).....	53
VII.	Recomendaciones	54
1.	Creación de un Departamento de Innovación	54
2.	Donación de cartón usado a instituciones sin fines de lucro con potencial de recaudación de fondos.....	54
3.	Replicación y escalabilidad del proyecto en otras líneas de producción.....	55
4.	Adquisición de máquina de flejado automática	55
VIII.	Bibliografía	56
IX.	Anexos	63

INDICICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Logo EMSULA</i>	2
Ilustración 4 Sello de madera	37
Ilustración 5 Prueba sello madera	38
Ilustración 6 Sello automático N°1	39
Ilustración 7 Marca sello N°1	39
Ilustración 8 Operador utilizando sello N°1	40
Ilustración 9 Línea SMI	43
Ilustración 10 Grupo de cartón apartado.....	43
Ilustración 11 Transporte de cartones	44
Ilustración 12 Implementación de sello N°2.....	44
Ilustración 13 Sello N°2.....	45
Ilustración 14 cartones con el sello N°2	45
Ilustración 15 Desechos normales de cartón.....	46
Ilustración 18 Etiqueta de Tarima terminado de la línea 5	83
Ilustración 22 Mapa de flujo sin implementación	84
Ilustración 23 Mapa de flujo con implementación.....	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de actividades.....	26
Tabla 2 Datos de producción y consumo de cartón de la línea 5.....	27
Tabla 3 Datos de producción y consumo de cartón de la línea 5, durante implementación.....	48

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Tiempo total por tarima.....	30
Ecuación 2 Tiempo muerto	30
Ecuación 3 Tiempo en Almacén/Tráfico (días)	31
Ecuación 4 Tiempo promedio en almacén/Tráfico	31
Ecuación 5 Número de ciclos por día.....	31
Ecuación 6 Total de tarimas de Naranja	32
Ecuación 7 Total de tarimas de Uva	32
Ecuación 8 Total de tarimas de Fruit Punch	32
Ecuación 9 Promedio semanal de Naranja.....	33
Ecuación 10 Promedio semanal de Uva	33
Ecuación 11 Promedio semanal de Fruit Punch	33
Ecuación 12 Producción diaria de naranja.....	33
Ecuación 13 Producción diaria de Uva.....	33
Ecuación 14 Producción diaria de Fruit Punch.....	34
Ecuación 15 Tarimas producidas	47
Ecuación 16 Cartones reutilizados.....	48
Ecuación 17 Cartones totales	48
Ecuación 18 Porcentaje reutilizado.....	48
Ecuación 19 Ahorro total.....	49
Ecuación 20 Ahorro semanal	49
Ecuación 21 Ahorro anual proyectado.....	49
Ecuación 22 Ahorro por unidad producida.....	50

INCIDE DE ANEXOS

Anexos 1 Charolas de Quanty de 8 onzas.....	63
Anexos 2 Tarima de cartón nuevo	64
Anexos 3 Cartón separador y cartón tapa.....	65
Anexos 4 Jugo Quanty naranja de 8 onzas.....	66
Anexos 5 Jugo Quanty Ponche de frutas de 8 onzas.....	67
Anexos 6 Jugo Quanty uva de 8 onzas.....	68
Anexos 7 línea 5 (Quanty).....	69
Anexos 8 Área de flejado.....	70
Anexos 9 Tarimas en espera de ingresar al SMI.....	71
Anexos 10 línea SMI (Empaques especiales).....	72
Anexos 11 Sellos automáticos	73
Anexos 12 Marca de sellos 1 y 2.....	74
Anexos 13 Objeto extraño al interior de Quanty de 8 onzas.....	75
Anexos 14 Producto terminado SMI (Empaques especiales).....	76
Anexos 15 Prueba de gramaje de bolsas plásticas	77
Anexos 16 Prueba de gramaje de envase de Gatorade	78
Anexos 20 Mantenimiento correctivo en llenadora.....	79
Anexos 21 Instalación de líneas de delimitación de seguridad	80
Anexos 22 Producto defectuoso	81
Anexos 23 Supervisión de cumplimiento de EPP	82

I. Introducción

El proyecto se centrará en desarrollar un sistema de reutilización del cartón separador "SIX PACK LATA" en el proceso de paletización de productos, mejorando la eficiencia de recursos en la industria de bebidas y promoviendo la sostenibilidad operativa. Este enfoque optimiza el uso de materiales y minimiza residuos, abordando tanto la reutilización de cartón como la eficiencia en tiempos operativos para mejorar el flujo de producción y reducir costos.

El proyecto se llevará a cabo en EMSULA, empresa de producción y distribución de bebidas en Honduras, específicamente en la Línea 5 (Quanty) del departamento de producción. En esta línea, EMSULA fabrica jugos de 8 onzas en sabores como naranja, uva y fruit punch. Durante la paletización, se emplea el cartón "SIX PACK LATA" como separador entre charolas para garantizar su estabilidad en el almacenamiento. Sin embargo, la falta de un sistema eficiente para seleccionar y reutilizar este cartón incrementa costos y genera un volumen considerable de residuos, lo que resalta la necesidad de optimizar su ciclo de uso en toda la cadena de producción.

Los objetivos del proyecto son implementar y validar un sistema que permita reutilizar el cartón separador en al menos un ciclo adicional en la paletización. Se evaluarán las condiciones de desgaste del cartón en la Línea 5, el almacén y la línea SMI, estableciendo criterios claros para su reutilización, y se diseñará un sistema en la línea SMI para recuperar cartones en buenas condiciones. Esto permitirá a EMSULA reducir costos, minimizar su impacto ambiental y optimizar la gestión de materiales.

Este informe se divide en varias secciones para facilitar la comprensión del proyecto. Primero, se presentan los antecedentes y la problemática en EMSULA. Luego, se detallan los objetivos específicos y la metodología para evaluar la reutilización del cartón. Posteriormente, se exponen los resultados y análisis de datos, seguidos de conclusiones y recomendaciones para mejorar la sostenibilidad en los procesos productivos. Finalmente, se incluye la bibliografía y los anexos de la investigación.

I. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 Descripción de la Empresa

2.1.1 Reseña Histórica

Embotelladora de Sula, S.A., fundada el 6 de diciembre de 1956 en San Pedro Sula, se originó gracias a la visión de un grupo de inversionistas liderados por Don Jorge J. Larach. En enero de 1959, la empresa introdujo al mercado hondureño las bebidas Pepsi en presentaciones de 6.5 y 12 onzas, logrando una gran aceptación. Meses después, diversificó su oferta con nuevos productos exitosos. Posteriormente, se estableció "Cervecería Carta Blanca de Sula, S.A." en sociedad, sustituyendo temporalmente a Embotelladora de Sula, S.A., aunque sus operaciones cesaron en 1965 por dificultades externas. En 1966, la empresa retomó su nombre original y, bajo el liderazgo del Ing. Roberto C. Larach, en 1972, inició una importante expansión, adoptando tecnología moderna y estableciendo una estrategia de segmentación para abastecer el mercado noroccidental de Honduras asignado por PepsiCo. Esta estrategia incluyó una red de distribuidores independientes y centros propios, consolidando así su presencia en el mercado (EMSULA, s. f.).



Ilustración 1 Logo EMSULA

Fuente: (EMSULA, s. f.)

2.1.2 Misión

Consolidarnos como el mejor embotellador y distribuidor de bebidas operando en Latinoamérica. Atendiendo cada día las diferentes y cambiantes necesidades de los consumidores, con los más altos estándares de calidad y atención al cliente EMSULA (s. f.)

2.1.3 Visión

El mejoramiento continuo, la innovación permanente y una administración funcional son parte integral de nuestro desempeño diario.

Nos esforzamos continuamente por el desarrollo y buena relación con y entre todos los "miembros del equipo" y cada día consolidamos más las relaciones con nuestros proveedores, contratistas, consultores, franquiciadores, socios estratégicos y la comunidad («EMSULA», s. f.).

2.1.4 Actitud Corporativa

La cultura de EMSULA (s. f.) se enfoca en:

- Creatividad
- Realismo
- Humildad
- Adaptabilidad
- Comunicación abierta
- Trabajo en equipo
- Pasión por el cambio y la mejora
- Responsabilidad social
- Servicio al cliente
- Fe y confianza en Dios.

2.1.5 Filosofía Corporativa (PASE NO CEDA)

La filosofía corporativa de EMSULA (s. f.), expresada en la frase PASE NO CEDA, se define de la siguiente manera:

- Puntualidad
- Agilidad
- Simplicidad
- Ética
- Nitidez
- Organización
- Comunicación
- Excelencia
- Disciplina
- Armonía

2.2 Descripción del Departamento o Unidad

El Departamento de Manufactura de Embotelladora de Sula, S.A., ubicado en Barrio La Guardia, San Pedro Sula, es fundamental en la empresa, responsable de operar, mantener y controlar las líneas de producción para garantizar altos estándares de calidad, seguridad y eficiencia. La planta, equipada con tecnología moderna, produce y envasa bebidas carbonatadas y no carbonatadas en formatos PET y vidrio. Sus funciones principales incluyen:

- **Gestión de Producción:** Planificación semanal y diaria, coordinada por el jefe de Producción, para optimizar el uso de recursos según la demanda.
- **Monitoreo de Rendimiento:** Indicadores de eficiencia y calidad por la línea de producción, con metas específicas para asegurar la calidad en cada formato.
- **Control de Calidad:** Aplicación de estándares internacionales (ISO 9001:2015, FSSC 22000:2018) y de PEPSICO, garantizando cumplimiento normativo en cada etapa.
- **Manejo de Materiales y Logística:** Control de inventarios de materia prima y materiales de empaque.
- **Mantenimiento de Equipos:** Implementación de mantenimiento preventivo y correctivo, promoviendo la mejora continua y adoptando nuevas tecnologías para aumentar la eficiencia y la seguridad.
- **Gestión de Personal y Seguridad Industrial:** Administración y capacitación del personal, garantizando habilidades adecuadas y cumplimiento de protocolos de seguridad.

II. Planteamiento del problema.

3.1 Precedentes del problema

El proceso de paletización en la Línea 5 (Quanty) de EMSULA enfrenta retos significativos relacionados con la eficiencia operativa y el uso de materiales, en particular con el cartón separador "SIX PACK LATA" utilizado para estabilizar las charolas de jugo. En esta línea se producen jugos en tres sabores (naranja, uva y fruit punch), y cada tarima, una vez completada, es trasladada al almacén para su almacenamiento temporal antes de pasar a la línea SMI para su desarmado y reempaque en cajas mixtas.

El problema surge debido a la cantidad de cartón utilizado en cada tarima y la falta de un sistema de reutilización adecuado. Cada tarima completada requiere tres láminas de cartón "SIX PACK LATA" para asegurar la estabilidad de los productos. Sin embargo, durante el almacenamiento y el proceso de desarmado en la línea SMI, las láminas de cartón están expuestas a factores como la temperatura, la humedad y la presión ejercida por el peso de las charolas apiladas, lo cual afecta su integridad y reduce su potencial de reutilización.

Otro aspecto que ha llevado a la identificación de este problema es la observación de tiempos improductivos o tiempos muertos en la operación de flejado en la Línea 5. Durante el proceso, el operador de flejado permanece inactivo después de completar el flejado de cada tarima, mientras espera que las siguientes tarimas sean ensambladas y trasladadas. Este tiempo muerto representa una oportunidad de mejora en la eficiencia operativa y, si se combina con un sistema de reutilización del cartón, puede ayudar a optimizar los recursos y reducir costos.

Se ha identificado la necesidad de implementar un sistema de selección y reutilización del cartón "SIX PACK LATA" para prolongar su ciclo de uso en el proceso de paletización. La intención es reducir la dependencia de materiales nuevos y disminuir el impacto ambiental asociado a la generación de residuos. Esta problemática ha llevado a establecer una serie de objetivos específicos enfocados en el análisis de tiempos en Línea 5 y SMI, el estudio de las condiciones del cartón en almacenamiento y producción, y el diseño de un sistema de recuperación y ahorro de láminas de cartón, con el fin de optimizar la cadena de producción en EMSULA.

3.2 Definición del problema

El problema que abordar en EMSULA radica en la falta de un sistema eficiente de reutilización del cartón separador "SIX PACK LATA" en el proceso de paletización de la Línea 5 (Quanty), lo cual genera un incremento en los costos operativos y contribuye a la acumulación de residuos. Las láminas de cartón sufren desgaste debido a las condiciones de almacenamiento y manipulación en la línea SMI, reduciendo su potencial de reusó. Además, existen tiempos muertos en la operación de flejado, lo que indica una oportunidad de optimización en el uso de recursos. Este proyecto busca implementar un sistema de selección y reutilización del cartón, con el objetivo de prolongar su ciclo de vida, reducir costos y minimizar la generación de residuos en la planta.

3.3 Objetivos del proyecto de mejora

3.3.1 Objetivo General

Optimización del Ciclo de Reutilización del Cartón en Línea 5

Implementar y verificar un sistema de reutilización del cartón separador en el proceso de paletización de la Línea 5 (Quanty) en EMSULA, que permita prolongar su ciclo de uso en al menos un ciclo adicional tras su evaluación en la línea SMI, con el fin de reducir costos operativos y minimizar la generación de residuos. Este proyecto se llevará a cabo durante el cuarto trimestre de 2024, iniciando el 9 de octubre y finalizando el 17 de diciembre de 2024.

3.3.2 Objetivos Específicos

1. **Recolectar y analizar datos sobre la producción y consumo de cartón en la Línea 5 (Quanty)**, con un enfoque detallado en la producción semanal de jugos Quanty en presentaciones de 8 onzas (sabores: naranja, uva y fruit punch). Este análisis se basará en información recopilada entre el lunes 30 de septiembre y el sábado 2 de noviembre de 2024, con el objetivo de identificar los volúmenes de cartón utilizados y establecer una línea base de consumo.
2. **Realizar un estudio de tiempos en la Línea 5 (Quanty)** para medir el tiempo promedio de almacenamiento de tarimas, calcular la cantidad de tarimas desarmadas en la línea SMI durante una jornada de 12 horas, y evaluar el tiempo total necesario para completar una tarima (incluyendo flejado y espera para el montacargas). El estudio de tiempos comenzaría el lunes 4 de noviembre y finalizaría el viernes 15 de noviembre de 2024, Con el propósito de asignar un trabajo adicional al operador de flejado, aprovechando su tiempo ocioso y optimizando la manipulación del cartón "SIX PACK LATA".

3. **Diseñar e implementar un sistema de selección y reutilización del cartón "SIX PACK LATA" en la línea SMI y la Línea 5 (Quanty)**, capacitando al personal en un periodo de 3 semanas para identificar y seleccionar cartones que cumplan con criterios de integridad y soporte. Este sistema, que comenzará el lunes 18 de noviembre y finalizará el sábado 07 de diciembre de 2024, incluirá una recolección de datos para evaluar la cantidad de láminas recuperadas y el impacto en la reducción del consumo de cartón, asegurando un proceso eficiente y sostenible en ambas líneas.

III. Marco teórico

Origen y Desarrollo de la Industria de Bebidas Embotelladas

La industria de bebidas embotelladas en México, que incluye aguas, refrescos y jugos, ha evolucionado de métodos artesanales a procesos automatizados de alta eficiencia. Impulsada por la desconfianza en el agua potable y la falta de infraestructura pública, esta industria ha hecho del empaque un elemento clave, representando hasta el 90% del costo de producción por su rol en proteger, transportar y preservar los productos. Regulaciones como la Ley de Aguas Nacionales han favorecido la expansión de grandes corporativos, que dominan el mercado mediante concesiones para la extracción de agua subterránea, enfrentando críticas por su impacto ambiental y social (Delgado Ramos & Ávila Calero, 2014).

Un análisis realizado en Estados Unidos sobre los impactos ambientales en la industria de bebidas destaca cómo las empresas han implementado el uso de materiales reciclables y prácticas sostenibles para mitigar su huella ecológica. En particular, el reciclaje de PET post-consumo (PCR) para aplicaciones de contacto alimentario ha permitido reducir significativamente los desechos de empaque y los costos de producción. Este enfoque sostenible, implementado en instalaciones de reciclaje avanzadas en países como Estados Unidos, no solo ayuda a cumplir con las normativas ambientales, sino que también mejora la percepción de los consumidores sobre las marcas que adoptan prácticas responsables con el medio ambiente. (Benyathiar et al., 2022).

En nuestro proyecto de mejora en EMSULA, la evolución de la industria de bebidas embotelladas hacia el uso de materiales reutilizables y sostenibles fundamenta la optimización del proceso de paletización en la Línea 5. La implementación de la reutilización de láminas de cartón no solo permitirá reducir costos asociados al empaque, sino que también fomentará prácticas más sostenibles. Este enfoque busca maximizar el aprovechamiento de materiales disponibles, minimizar el desperdicio y alinearse con las tendencias actuales de la industria en eficiencia de recursos y reducción de mermas en los procesos productivos.

Avances en Empaque y Distribución en la Industria de Bebidas

La industria de bebidas ha experimentado importantes avances en sus prácticas de empaque y distribución, impulsados tanto por la sostenibilidad como por la necesidad de cumplir con regulaciones ambientales. Actualmente, el empaque de bebidas se enfoca en proteger el producto, facilitar su transporte y minimizar su impacto ambiental, utilizando materiales como el PET reciclado, aluminio, vidrio y cartón. Además, se están desarrollando empaques inteligentes que permiten rastrear el producto y ofrecer información relevante al consumidor a través de tecnologías como códigos QR y etiquetas RFID. (Ramos et al., 2015).

Un estudio realizado por Mordor Intelligence analizó la introducción de tecnologías de empaque sostenible en compañías como Coca-Cola y PepsiCo, las cuales han integrado botellas hechas de PET 100% reciclado. Este estudio destaca que, al emplear PET reciclado y reducir el peso de las botellas, estas empresas no solo disminuyen el impacto ambiental, sino que también optimizan los costos de producción y cumplen con las regulaciones sobre reducción de desechos. Este tipo de empaque innovador también mejora la percepción de la marca entre los consumidores, quienes cada vez valoran más las prácticas responsables y amigables con el medio ambiente. (*Beverage Packaging Market Size | Mordor Intelligence, s. f.*)

En nuestro estudio, los avances en empaque y distribución en la industria de bebidas resultan clave para diseñar un modelo de paletización que utilice láminas reutilizadas de cartón en la Línea 5. Implementar un sistema de reutilización de materiales permitirá a EMSULA reducir costos operativos, minimizar desechos y adoptar procesos más sostenibles, alineados con las tendencias líderes del sector. Esto no solo optimiza la eficiencia en distribución, sino que refuerza la imagen de la empresa como referente en responsabilidad ambiental, mejorando su competitividad en el mercado.

Clasificación del Empaque en Bebidas

El empaque de bebidas se clasifica en tres tipos principales: primario, secundario y terciario. El empaque primario, en contacto directo con el producto, incluye botellas de PET, latas de aluminio y envases de vidrio, diseñados para preservar las características organolépticas de las bebidas y protegerlas de factores externos como el oxígeno y la luz. El empaque secundario agrupa varias unidades de empaque primario, facilitando su manejo y transporte; ejemplos incluyen cajas de cartón que contienen latas o botellas. Finalmente, el empaque terciario es el que protege al producto durante su transporte masivo, como los pallets y film plástico que aseguran el empaque secundario para el envío (Ramos et al., 2015).

Un estudio en España sobre sostenibilidad en el empaque de bebidas analizó cómo los materiales reciclables, como cartón y láminas plásticas reutilizables, reducen residuos y optimizan la percepción del consumidor. Resaltó que estos materiales, empleados en empaques secundarios y terciarios, mejoran la eficiencia logística al disminuir el peso total y la huella de carbono de la industria, fomentando un ciclo de vida más sostenible y reduciendo costos en transporte. (Ramos et al., 2015).

En nuestro estudio, entender la clasificación del empaque y la función de cada tipo permite a EMSULA optimizar el uso de materiales en la Línea 5. El uso de láminas reutilizadas como empaque terciario en la paletización reduce el consumo de cartón, disminuye costos operativos y fomenta prácticas sostenibles. Esto refuerza la imagen de EMSULA como una empresa comprometida con el cuidado ambiental y la mejora de la eficiencia logística.

Materiales en Empaque: Cartón, Plástico, PET

El empaque de bebidas emplea materiales clave como cartón, PET y aluminio, cada uno con aplicaciones específicas. El cartón, ligero y biodegradable, es común en empaques secundarios y terciarios, protegiendo productos durante el transporte. El PET, utilizado en botellas y envases primarios, destaca por ser duradero, transparente y reciclable, lo que permite visualizar el contenido y reduce costos frente al vidrio. Por su parte, el aluminio es ideal para latas, ofreciendo resistencia a la corrosión y preservando el sabor. Estos materiales han transformado la industria del empaque, priorizando la funcionalidad, sostenibilidad y eficiencia logística. (Annette Schmelzle, 2024)

Un estudio en Alemania comparó el impacto ambiental de envases de cartón, PET y vidrio en bebidas. Los resultados mostraron que los envases de cartón y PET reciclado son más sostenibles que el vidrio en categorías como cambio climático y consumo energético. Esto se debe a la menor energía necesaria para producir y transportar estos materiales, en comparación con el vidrio, que es más pesado y requiere más energía de fabricación. Además, el uso de cartón reciclado y PET ayuda a reducir significativamente la huella ecológica de los productos, mejorando la percepción de la marca entre consumidores que valoran prácticas responsables y sostenibles en la industria de bebidas. (Joshua Poole, 2019)

En nuestro estudio en EMSULA, la selección de materiales como el cartón es esencial para optimizar el proceso de empaque en la Línea 5. El uso de materiales reutilizables, como láminas de cartón separadoras, permitirá a EMSULA reducir costos operativos y minimizar el desperdicio, contribuyendo a una operación más sostenible y alineada con las tendencias de la industria. Asimismo, al incorporar materiales sostenibles, EMSULA refuerza su compromiso ambiental y consolida su imagen como una empresa responsable y enfocada en prácticas eficientes y respetuosas con el entorno.

Sostenibilidad en Empaque

La sostenibilidad en el empaque busca minimizar el impacto ambiental optimizando recursos durante el ciclo de vida del producto. Este enfoque prioriza el uso de materiales reciclables, biodegradables o reutilizables, además de estrategias como la reducción del peso del empaque y el diseño optimizado para reciclaje. Al integrar prácticas que disminuyen el consumo energético y reducen la huella de carbono, el empaque sostenible fomenta un equilibrio entre eficiencia y responsabilidad ambiental. El cartón y otros materiales naturales se destacan como alternativas clave para una transición hacia procesos más sostenibles, alineándose con principios de sostenibilidad ambiental y promoviendo prácticas responsables en la industria (Mora, 2013).

Un estudio de caso en España, enfocado en el sector agroalimentario, analizó la sostenibilidad económica y ambiental de diferentes empaques. Los resultados demostraron que el uso de cartón reciclado redujo significativamente la huella de carbono, evidenciando cómo estrategias sostenibles pueden integrarse sin comprometer la calidad del producto. Además, se destacó que este enfoque permite optimizar costos operativos y mejorar la percepción de la marca, alineándose con las demandas de consumidores ambientalmente conscientes. Este caso resalta la viabilidad de adoptar soluciones sostenibles en la industria, favoreciendo tanto la competitividad como el cumplimiento de objetivos ambientales y económicos. (González Boubeta et al., 2018)

En el estudio de EMSULA, adoptar empaques sostenibles como el cartón reutilizable es fundamental para optimizar costos y minimizar el impacto ambiental en la Línea 5. Incorporar prácticas de sostenibilidad en el empaque no solo reduce costos de producción, sino que refuerza la imagen de EMSULA como una empresa ambientalmente responsable. Este enfoque promueve la sostenibilidad operativa y alinea a la compañía con las tendencias actuales de la industria de bebidas, fortaleciendo su competitividad y respondiendo a las expectativas de consumidores conscientes y exigentes.

Impacto Ambiental de los Materiales de Empaque en la Industria de Bebidas

Los materiales de empaque en la industria agroalimentaria venezolana son clave tanto para la protección del producto como para la gestión ambiental. El plástico PET, valorado por su funcionalidad, puede agravar la contaminación sin un manejo responsable. El vidrio, aunque ampliamente reciclable, exige altos consumos energéticos para su producción y transporte, lo que impacta su sostenibilidad. El cartón reciclado, empleado principalmente en empaques secundarios y terciarios, ofrece ventajas como biodegradabilidad y menor huella de carbono, pero enfrenta desafíos en resistencia y reutilización. Mejorar la gestión de estos materiales mediante estrategias preventivas puede optimizar su uso y reducir el impacto ambiental. (Najul et al., 2008).

La gestión eficiente de residuos sólidos mitiga impactos ambientales al emplear tecnologías como la digestión anaeróbica y el compostaje, que reducen emisiones contaminantes y desechos tóxicos. Estas prácticas optimizan recursos, fomentan la economía circular y cumplen normativas ambientales, mejorando la calidad de vida en áreas urbanas. En la industria de bebidas, estas estrategias destacan la sostenibilidad como un factor clave para desarrollar empaques más responsables, alineando la productividad con la responsabilidad ambiental y fortaleciendo la competitividad al reducir la huella ecológica y promover prácticas operativas sostenibles (Gutiérrez-Ramos et al., 2024).

En EMSULA, la implementación de herramientas de ingeniería industrial optimiza el uso de materiales de empaque en la Línea 5. A través de análisis de procesos, gestión de inventarios y pruebas piloto, se diseña un modelo de paletización que incorpora materiales reutilizables, como láminas plásticas, reduciendo desperdicios y costos operativos. Estas acciones fortalecen la sostenibilidad operativa, promueven la mejora continua y alinean a EMSULA con estándares internacionales, disminuyendo su huella ambiental. Además, refuerzan su compromiso con prácticas responsables y su competitividad en el mercado de bebidas.

Tendencias Futuras en Sostenibilidad en la Industria de Bebidas

La industria de bebidas adopta prácticas sostenibles impulsadas por la conciencia ambiental y las demandas del mercado. Estrategias como la reducción de emisiones, la economía circular y el uso de tecnologías limpias optimizan recursos, minimizan el impacto ambiental y reducen costos operativos. Estas iniciativas fortalecen la competitividad de las empresas y responden a las expectativas de consumidores conscientes, posicionándolas como líderes responsables. Al integrar sostenibilidad, las compañías mejoran su desempeño ambiental y su posición en un mercado global exigente. (Trillo Espinoza et al., 2024).

La industria de bebidas ha adoptado diversas estrategias para minimizar el impacto ambiental de sus empaques. El uso de materiales reciclados, como el PET reciclado, ha demostrado ser eficaz en la reducción de la huella de carbono. Estudios indican que el PET genera un 70% menos de emisiones de carbono en comparación con el PET virgen, contribuyendo así a la sostenibilidad del sector (*Alcanzamos el 100% de PET reciclado en nuestros envases de PET 50cl*, s. f.*).

Para empresas como EMSULA, la implementación de normas como ISO 9001 y FSSC 22000 es esencial para asegurar la calidad y seguridad en sus procesos de empaque. Estas certificaciones permiten una gestión efectiva de los riesgos y una mejora en la eficiencia operativa, además de aumentar la percepción de la marca y generar confianza entre los consumidores. La aplicación de principios de ingeniería industrial, como el diseño eficiente de procesos y la optimización de recursos, es fundamental para alcanzar estos estándares y promover prácticas sostenibles en la industria de bebidas.

Economía circular como modelo sostenible

La economía circular surge como un enfoque innovador para promover la sostenibilidad económica, social y ambiental. Este modelo busca optimizar recursos y minimizar desechos, transformándolos en productos renovables mediante estrategias como la reutilización y la generación de energías limpias. Además, fomenta el desarrollo en regiones costeras y el aprovechamiento de recursos marítimos, enfrentando desafíos como la competencia con industrias tradicionales. La economía circular representa una alternativa estratégica para consolidar prácticas sostenibles y garantizar un equilibrio entre productividad y responsabilidad ambiental. (Rojas-Díaz et al., 2022)

La economía circular se presenta como una estrategia clave para reducir la presión sobre los recursos naturales y la contaminación ambiental. En Ecuador, este modelo fomenta la reutilización y el reciclaje de materiales, especialmente en sectores como la industria de bebidas. Las políticas públicas y la educación son fundamentales para impulsar estas prácticas, mientras que la participación ciudadana asegura su éxito. Este enfoque promueve hábitos responsables, minimiza impactos negativos y facilita un desarrollo sostenible y equilibrado. (Paredes-Ballena et al., 2023)

La industria de bebidas está adoptando estrategias de economía circular mediante el diseño de envases reciclables, biodegradables y sistemas de retorno que facilitan la reutilización. Estas iniciativas no solo contribuyen a la reducción de residuos, sino que también incrementan la eficiencia operativa y fortalecen la imagen corporativa frente a consumidores cada vez más conscientes del impacto ambiental. Además, las empresas logran adaptarse a las exigencias regulatorias y del mercado global, mientras promueven la innovación y aumentan su competitividad en un entorno en constante evolución.

Regulaciones Ambientales y su Impacto en el Diseño de Empaque

Las regulaciones ambientales han influido significativamente en el diseño de empaques dentro de la industria de bebidas, promoviendo prácticas más sostenibles y responsables. Estas normativas incentivan el uso de materiales reciclables y procesos que minimicen la generación de residuos. Por ejemplo, en América Latina, diversas legislaciones nacionales han establecido metas específicas para el reciclaje y la reutilización de envases, obligando a las empresas a rediseñar sus empaques para cumplir con estos estándares (Kroker-Lobos et al., 2023).

La adopción de normativas internacionales como ISO 14001 ha incentivado la implementación de sistemas de gestión ambiental en empresas de la industria de bebidas. Estas normas buscan reducir los impactos ambientales derivados del diseño, producción y disposición de los empaques. Además, fomentan prácticas de ecodiseño que consideran todo el ciclo de vida del producto, desde la selección de materiales hasta la disposición final. Un estudio realizado en Venezuela destaca que la implementación de estas regulaciones no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la percepción de las empresas como líderes en sostenibilidad (Villegas Lewis et al., 2005)

En el caso de EMSULA, el cumplimiento de las regulaciones ambientales en el diseño de empaques representa una oportunidad para optimizar procesos y alinear sus prácticas con estándares internacionales de sostenibilidad. La empresa ha comenzado a implementar estrategias como la reducción del uso de cartón y la incorporación de láminas plásticas reutilizables en su línea Quanty, lo que no solo reduce costos operativos, sino que también minimiza la generación de residuos. Estas iniciativas no solo contribuyen a la protección del medio ambiente, sino que fortalecen la imagen de EMSULA como una empresa comprometida con la sostenibilidad y la eficiencia operativa en la región.

Análisis de viabilidad

El análisis de viabilidad es un proceso para evaluar la factibilidad técnica, económica y comercial de un proyecto de inversión, como se describe en el documento. Este análisis incluye la evaluación de demanda, oferta, precios, costos, proyecciones financieras y factores de riesgo para determinar la rentabilidad y sostenibilidad de la propuesta. En el caso del proyecto de producción de aguacate Hass, el análisis abarcó la viabilidad técnica (infraestructura, recursos y tecnología), financiera (inversiones, flujo de efectivo e indicadores de rentabilidad) y comercial (mercado y precios) (Urquiza et al., s. f.).

El análisis de viabilidad realizado en la Línea 5 evaluó su factibilidad técnica, económica y operativa. Se consideraron los recursos disponibles, como infraestructura y tecnología, junto con los costos asociados al consumo de cartón y los tiempos muertos identificados. Además, se analizaron proyecciones financieras, destacando el ahorro potencial mediante la reutilización del cartón "SIX PACK LATA".

Control de inventarios

El control de inventarios es una herramienta fundamental en la gestión logística, enfocada en equilibrar la disponibilidad de productos con la demanda, optimizando recursos y reduciendo costos asociados al exceso o escasez de stock. Estrategias como la clasificación ABC y los pronósticos de demanda permiten priorizar productos clave y mejorar la eficiencia operativa. Un control adecuado no solo facilita la toma de decisiones estratégicas, sino que también incrementa la competitividad empresarial, asegurando una gestión sostenible y eficiente de los recursos disponibles (Osorio, 2008)

En México, el control de inventarios se ejemplificó mediante un modelo aplicado a una empresa de producción de bebidas gaseosas. Este modelo, basado en dinámica de sistemas, permitió analizar el comportamiento de variables clave como los niveles de inventario y la tasa de uso de materiales. A través de simulaciones, se determinó el nivel óptimo de inventarios, ajustándolo a la compra de 2,500 unidades. Este enfoque contribuyó a optimizar costos y a mejorar la eficiencia operativa en la gestión de recursos (Samaniego, 2019)

El control de inventarios en la Línea 5 fue clave para optimizar la gestión de recursos y garantizar la disponibilidad de cartón, equilibrando la demanda y evitando excesos o escasez. Se implementaron estrategias como pruebas piloto, que permitieron determinar niveles óptimos de inventarios, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos. Este enfoque fortaleció la competitividad de la línea, asegurando una producción sostenible y ágil.

Estudio de tiempos

Un estudio de tiempos es crucial para mejorar la productividad y eficiencia en los procesos de producción. Permite analizar y optimizar actividades mediante la estandarización de métodos y la determinación de tiempos estándar. Este enfoque reduce costos, conserva recursos y elimina movimientos ineficientes, logrando una ejecución más rápida y segura. Además, facilita la capacitación del personal y genera manuales operativos que estandarizan tareas, asegurando mejores resultados en términos de calidad, recursos utilizados y cumplimiento de objetivos organizacionales (Arteaga et al., 2020)

En una empresa de fabricación de calzado en Ecuador, se realizó un estudio de tiempos para identificar un cuello de botella en el área de costura. A través de diagramas de procesos y cronometraje de actividades, se lograron estandarizar tareas y equilibrar la carga de trabajo entre estaciones. Esto resultó en un incremento del 5.49% en la producción diaria, mejorando la eficiencia operativa mediante la optimización de recursos y la eliminación de movimientos innecesarios (Andrade et al., 2019).

El estudio de tiempos en la Línea 5 fue crucial para identificar ineficiencias, como tiempos muertos en la operación de flejado y demoras en el traslado de tarimas. Permitted analizar y optimizar cada etapa del proceso, estableciendo tiempos estándar para mejorar la productividad y reducir desperdicios. Este análisis ayudó a equilibrar las cargas de trabajo, minimizar recursos ociosos y proponer ajustes operativos que incrementaron la eficiencia en la paletización, asegurando un flujo más continuo y efectivo en las actividades de producción y almacenamiento.

IV. Metodología

5.1 Variables de Investigación

5.1.1 Variable Independiente

1. Implementación del sistema de reutilización del cartón "SIX PACK LATA": Introducción de un sistema para seleccionar y reutilizar cartón en buenas condiciones.
2. Condición del cartón "SIX PACK LATA": Estado de desgaste y resistencia del cartón después de un ciclo en la Línea 5 y tras el almacenamiento; afecta su capacidad de reutilización.
3. Frecuencia de uso del cartón: Número de veces que el cartón puede ser reutilizado en diferentes ciclos antes de reemplazo.
4. Tiempo de almacenamiento de las tarimas: Duración en el almacén bajo el sistema FIFO antes de pasar a la línea SMI; puede influir en la condición del cartón.

5.1.2 Variable Dependiente

1. Consumo de cartón en la Línea 5 (Quanty): Medida de la cantidad de cartón utilizado antes y después del sistema de reutilización, evaluando los costos y el impacto en la reducción de residuos.
2. Eficiencia operativa: Cambios en tiempos muertos en el proceso de flejado y en la gestión de materiales; afecta la productividad y los costos operativos.
3. Costos operativos asociados al consumo de cartón: Incluye costos de compra, ahorros por reutilización y reducción de costos en gestión de residuos.
4. Durabilidad del cartón: Capacidad del cartón "SIX PACK LATA" para soportar peso y condiciones de almacenamiento en ciclos adicionales sin deterioro significativo.
5. Ahorro acumulado en costos: Medición del ahorro financiero logrado al reducir el consumo de cartón nuevo gracias a la reutilización.

5.2 Técnicas e Instrumentos Aplicados

5.2.1 Instrumentos

1. Sistema SAP

El sistema de SAP permitió la administración y monitoreo de inventarios, controlando el cartón en tiempo real. Este sistema registró el consumo, los costos y los ahorros acumulados, generando reportes detallados, emitiendo alertas sobre el uso de materiales y facilitando un análisis financiero preciso.

2. Microsoft Excel

Excel fue empleada como herramienta de análisis y presentación de datos, permitiendo la organización y visualización de información sobre el consumo de cartón. Se utilizó para calcular ahorros, analizar tendencias de consumo y documentar el seguimiento semanal de la reducción de mermas.

3. Cronometro

Se utilizó como instrumento de medición de tiempo, aplicado en la inspección del proceso de paletización. Permitted verificar los tiempos de cada etapa del proceso, asegurando que se cumplieran con los estándares de eficiencia establecidos para lograr una operación continua y sin demoras en el flujo de producción.

5.2.2 Técnicas

1. Control de Inventario y Costos

Se monitorea semanalmente el consumo de materiales para gestionar el inventario y reducir mermas, con actualizaciones en SAP y registro de ahorros acumulados en Excel.

2. Monitoreo de Indicadores de Eficiencia

Se midieron indicadores de eficiencia en la Línea 5 (Quanty), como la reducción de mermas de cartón. Los indicadores clave incluyeron el porcentaje de reducción de mermas, la cantidad

y estado de láminas plásticas devueltas, y los costos operativos, con un análisis semanal en SAP y mensual en Excel.

3. Entrevistas y Consultas con Ingenieros

Se realizan reuniones con el equipo de ingeniería y personal de paletización para ajustar el sistema de devolución, abordando temas clave como el deterioro de láminas, manejo y almacenamiento de materiales, y la sostenibilidad del sistema.

5.3 Materiales

5.3.1 Listado de Materiales Utilizados

1. Láminas de Cartón (SIX PACK LATA): Material de referencia para el análisis comparativo de costos y eficiencia.
2. Cronometro: Herramienta de medición para asegurar tiempos exactos en cada etapa del proceso de paletización.
3. Sistema SAP: Para el monitoreo y control del inventario de láminas.
4. Microsoft Excel: Herramienta para el análisis detallado de ahorro y consumo.

5.4 Población y Muestra

5.4.1 Población

La población abarcó únicamente los procesos de paletización en la Línea 5 (Quanty) de EMSULA, sin incluir otras líneas, y consideró solo 3 de sus presentaciones de productos que emplean cartón como separador en las tarimas.

5.4.2 Muestreo

El estudio se basó en un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionado por su alto consumo de cartón en presentaciones de jugos Quanty de 8 onzas.

5.5 Metodología de Estudio

5.5.1 Diagnóstico del Consumo de Materiales

Se llevó a cabo un análisis del consumo histórico de cartón en la Línea 5 (Quanty) empleando SAP y Excel, junto con una comparación de costos entre el cartón y las láminas plásticas. También se seleccionó la línea SMI clave para implementar el sistema de devolución, mejorando la rotación de las láminas.

5.5.2 Diseño del Plan de Reutilización

Se definieron parámetros en un Plan de Recuperación para el uso y recuperación de las láminas. Además, se utilizó Excel para documentar la rotación y el estado de las láminas.

5.5.3 Implementación del Proyecto Piloto

Se incorporaron láminas reutilizadas en los productos de 8 onzas (Naranja, uva y fruit punch) de la Línea 5, y se realizaron inspecciones semanales para revisar el estado del funcionamiento de la línea.

5.5.4 Monitoreo y Evaluación

Se registrarán los ahorros mensuales en cartón mediante reportes que incluirán el ahorro y el porcentaje de láminas devueltas en condiciones reutilizables.

5.5.5 Análisis de Resultados y Documentación

Se realizó una comparación de costos y beneficios mediante un análisis detallado en Excel para medir ahorros y eficiencia. Asimismo, se elaboró un reporte de resultados y recomendaciones para replicar la metodología en otras líneas de producción.

Semana 2: Producción de cajas de jugos de 8 oz Quanty, del lunes 7 de octubre al sábado 12 de octubre.

- **Lunes:** Sabor uva, de 20:30 a 03:30 del día siguiente, con 2,750 charolas; luego sabor fruit punch, de 06:00 a 20:30, con 5,700 charolas.
- **Martes:** Sabor uva, de 04:00 a 20:30, con 6,285 charolas.
- **Miércoles a sábado:** No hubo producción.

Semana 3: Producción de cajas de jugos de 8 oz Quanty, del lunes 14 de octubre al sábado 19 de octubre.

- **Lunes a miércoles y viernes:** No hubo producción.
- **Jueves:** Sabor naranja, de 06:00 a 17:00, con 4,410 charolas.
- **Sábado:** Sabor fruit punch, de 02:00 a 08:00, con 2,400 charolas.

Semana 4: Producción de cajas de jugos de 8 oz Quanty, del lunes 21 de octubre al sábado 26 de octubre.

- **Lunes:** Sabor naranja, de 06:00 a 23:59, con 7,000 charolas.
- **Martes:** Sabor uva, de 01:00 a 23:59, con 8,700 charolas.
- **Miércoles y jueves:** No hubo producción.
- **Viernes:** Sabor fruit punch, de 00:00 a 23:59, con 9,000 charolas.
- **Sábado:** No hubo producción.

Semana 5: Producción de cajas de jugos de 8 oz Quanty, del lunes 28 de octubre al sábado 2 de noviembre.

- **Lunes:** Sabor naranja, de 06:00 a 23:59, con 7,000 charolas.
- **Martes:** Dos sabores: naranja de 06:00 a 17:00, con 1,600 charolas, y uva de 17:00 a 23:59, con 7,000 charolas.
- **Miércoles:** No hubo producción.

- **Jueves:** Sabor fruit punch, de 05:00 a 23:59, con 7,000 charolas.
- **Viernes:** Sabor fruit punch, de 06:00 a 23:59, con 7,400 charolas.
- **Sábado:** No hubo producción.

Resumen de producción acumulada en 5 semanas:

- Qty naranja: 37,550 charolas (equivalente a 284 tarimas).
- Qty uva: 29,763 charolas (equivalente a 225 tarimas).
- Qty fruit punch: 31,500 charolas (equivalente a 238 tarimas).

Datos adicionales:

- Cada tarima contiene 132 charolas (no se permite mezclar sabores en la línea 5).
- Cada tarima utiliza 3 cartones.
- Cada charola incluye 24 unidades de jugos de 8 oz.

Resultado y análisis de objetivo específico 2

Se realizó un estudio de tiempos en la Línea 5 (Quanty), se calculó el tiempo promedio que las tarimas permanecieron en almacén antes de pasar a la línea SMI, y se determinó la cantidad de tarimas desarmadas durante una jornada de 12 horas en la línea SMI.

1. Estudio de tiempos en la línea 5 (Quanty) y tiempo muerto.

Proceso de Elaboración de Tarimas en la Línea 5 (Quanty).

Tiempo total de elaboración de una tarima: 22 minutos. (19 minutos para completar la tarima, más 3 minutos de flejado)

Colaboradores: 5 operarios en total

3 operarios: Colocan las unidades de jugo en la charola (cada charola con 24 unidades de 8 onzas).

1 operario: Estiba las charolas en las tarimas.

1 operarios flejado la tarima una vez está completa.

Tiempo de flejado por tarima:

Tiempo de flejado: 3 minutos.

Tiempo de espera para el montacargas.

- Capacidad: Hasta 3 tarimas pueden estar en espera a la vez.
- Tiempo de paso promedio del montacargas: 17 minutos.

Tiempo total para completar una tarima en la línea 5 (Quanty):

$$\text{Tiempo total por tarima} = 19 + 3 = 22 \text{ minutos}$$

Ecuación 1 Tiempo total por tarima

Tiempo muerto del colaborador de flejado:

Después de flejado una tarima en 3 minutos, el colaborador encargado de este paso no realiza ninguna actividad adicional mientras espera a que las siguientes tarimas se completen.

Si el proceso total dura 22 minutos y el flejado toma solo 3 minutos, el tiempo muerto del colaborador de flejado es:

$$\text{Tiempo muerto} = 22 - 3 = 19 \text{ minutos}$$

Ecuación 2 Tiempo muerto

2. Cálculo del Tiempo Promedio que Pasan las Tarimas en Almacén/Tráfico antes de Pasar a la Línea SMI

Para calcular el tiempo promedio de las tarimas en el almacén/tráfico, usamos la diferencia de días entre la fecha de producción y la fecha en que llegan a la línea SMI.

Formula:

$$\text{Tiempo en Almacén/Tráfico (días)} = \text{Fecha de llegada a SMI} - \text{Fecha de producción}$$

Ecuación 3 Tiempo en Almacén/Tráfico (días)

Ejemplo:

De acuerdo con los datos:

- **Fruit Punch:** producido el 25 de octubre, llega a SMI el 1 de noviembre (7 días en almacén).
- **Uva:** producido el 29 de octubre, llega a SMI el 1 de noviembre (3 días en almacén).
- **Naranja:** producido el 28 de octubre, llega a SMI el 1 de noviembre (4 días en almacén)

Cálculo del promedio:

$$\text{Tiempo promedio en almacén/Tráfico} = \frac{7 + 3 + 4}{3} = 4.67 \text{ días}$$

Ecuación 4 Tiempo promedio en almacén/Tráfico

el tiempo promedio que las tarimas permanecen en el almacén antes de ser transferidas a la línea SMI es de aproximadamente **4.67 días**.

3. Cálculo de tarimas desarmadas en una jornada de 12 horas en la línea SMI.

En la línea SMI, para preparar el reempaque, se desarman tres tarimas al mismo tiempo, una de cada sabor (naranja, uva y fruit punch).

Operadores: cada operador se encarga de una tarima de un sabor específico.

1. Tiempo de desarmado de 3 tarimas: 43 minutos
Esto implica que cada ciclo de desarmado proceso 3 tarimas (una de cada sabor)
2. Jornada laboral diaria: 720 minutos (12 horas)

Paso 1: Calcular el número de ciclos de desarmado por día.

Para determinar cuántos ciclos completos de 3 tarimas pueden realizarse en una jornada de 12 horas:

$$\text{Número de ciclos por día} = \frac{\text{Jornada diaria}}{\text{Tiempo por ciclo}} = \frac{720 \text{ minutos}}{43 \text{ minutos}} \approx 16.74$$

Ecuación 5 Número de ciclos por día

Redondeamos hacia abajo para contar solo ciclos completos, lo que significa que pueden realizarse **16 ciclos completos** en una jornada laboral de 12 horas.

Paso 2: Calcular el Número Total de Tarimas Desarmadas en una jornada laboral de 12 horas

Cada ciclo de 43 minutos permite dismantelar 3 tarimas, así que multiplicamos el número de ciclos diarios por la cantidad de tarimas por ciclo:

$$\text{Tarimas desarmadas en 12 horas} = 16 \text{ ciclo} * 3 \text{ tarimas} = 48 \text{ tarimas}$$

4. Cálculo de tarimas que deben de salir y producción requerida:

Promedio Semanal de Producción en Tarimas

Para calcular cuántas tarimas deberían producirse a diario, analizamos la producción semanal total y dividimos entre los días de producción efectivos (lunes a sábado).

Paso 1: Conversión de Charolas a Tarimas.

La producción acumulada en 5 semanas para cada sabor es la siguiente:

- Naranja: 37,550 charolas
- Uva: 29,763 charolas
- Fruit Punch: 31,500 charolas

Cada tarima contiene **132 charolas**. Calculamos cuántas tarimas se produjeron en total para cada sabor dividiendo el total de charolas por 132

Tarimas de Naranja:

$$\text{Total de tarimas de Naranja} = \frac{37,550 \text{ charolas}}{132 \text{ charolas/tarima}} \approx 284 \text{ tarimas}$$

Ecuación 6 Total de tarimas de Naranja

Tarimas de Uva:

$$\text{Total de tarimas de Uva} = \frac{29,763 \text{ charolas}}{132 \text{ charolas/tarima}} \approx 225 \text{ tarimas}$$

Ecuación 7 Total de tarimas de Uva

Tarimas de Fruit Punch

$$\text{Total de tarimas de Fruit Punch} = \frac{31,500 \text{ charolas}}{132 \text{ charolas/tarima}} \approx 238 \text{ tarimas}$$

Ecuación 8 Total de tarimas de Fruit Punch

Paso 2: Cálculo del Promedio Semanal de Tarimas por Sabor

Para obtener el promedio semanal de tarimas producidas de cada sabor, dividimos el total de tarimas producidas en 5 semanas entre el número de semanas (5):

Promedio Semanal de Tarimas de Naranja:

$$\text{Promedio semanal de Naranja} = \frac{284 \text{ tarimas}}{5 \text{ semanas}} = 56.8 \approx 57 \text{ tarimas}$$

Ecuación 9 Promedio semanal de Naranja

Promedio semanal de tarimas de Uva

$$\text{Promedio semanal de Uva} = \frac{225 \text{ tarimas}}{5 \text{ semanas}} = 45 \text{ tarimas}$$

Ecuación 10 Promedio semanal de Uva

Tarimas de Fruit Punch

$$\text{Promedio semanal de Fruit Punch} = \frac{238 \text{ tarimas}}{5 \text{ semanas}} = 47.6 \approx 48 \text{ tarimas}$$

Ecuación 11 Promedio semanal de Fruit Punch

Cálculo del Promedio Diario de Producción (Asumiendo Producción de Lunes a sábado)

Para determinar la cantidad de tarimas que deberían producirse a diario, dividimos el promedio semanal entre 6 días de producción.

1. Producción diaria de tarimas de naranja:

$$\text{Producción diaria de naranja} = \frac{57 \text{ tarimas/semana}}{6 \text{ días}} \approx 9.5 \text{ tarimas/día}$$

Ecuación 12 Producción diaria de naranja

Esto significa que se deberían producir aproximadamente **9 a 10 tarimas diarias** de Naranja.

2. Producción Diaria de Tarimas de Uva:

$$\text{Producción diaria de Uva} = \frac{45 \text{ tarimas/semana}}{6 \text{ días}} = 7.5 \text{ tarimas/día}$$

Ecuación 13 Producción diaria de Uva

Esto significa que se deberían producir aproximadamente **7 a 8 tarimas diarias** de Uva.

3. Producción Diaria de Tarimas de Fruit Punch:

$$\text{Producción diaria de Fruit Punch} = \frac{48 \text{ tarimas/semana}}{6 \text{ días}} = 8 \text{ tarimas/día}$$

Ecuación 14 Producción diaria de Fruit Punch

Esto significa que se deberían producir aproximadamente **8 tarimas diarias** de Fruit Punch.

Resumen del Proceso Cronológico

1. Producción en Línea 5:

En la **Línea 5 (Quanty)**, se produce cada tarima de jugo en presentaciones de 8 onzas (sabores: naranja, uva y fruit punch) con la siguiente distribución de tiempos y actividades:

- **Tiempo total para completar una tarima:** 22 minutos.
 - **Proceso de elaboración de la tarima:** 19 minutos.
 - **Tiempo de flejado por tarima:** 3 minutos.
 - **Tiempo de espera para el montacargas:** Las tarimas pueden estar en espera hasta que el montacargas las recoja. Este proceso de espera dura un promedio de 17 minutos y permite almacenar hasta 3 tarimas en espera.
- **Tiempo muerto del colaborador de flejado:** Después de flejado una tarima en 3 minutos, el colaborador no realiza ninguna actividad adicional hasta que la siguiente tarima esté lista, resultando en **19 minutos de tiempo muerto**.

Esto significa que, en promedio, **cada tarima se completa en 39 minutos** (incluyendo la flejado y el tiempo de espera).

2. Almacenamiento:

Una vez que las tarimas se completan en la línea 5, son trasladadas al almacén para su almacenamiento temporal antes de pasar al proceso de reempaque en la línea SMI.

- **Tiempo promedio de almacenamiento de tarimas:** Las tarimas permanecen en el almacén por un promedio de **4.67 días** antes de ser transferidas a la línea SMI.
- **Método de rotación:** Se utiliza el sistema **FIFO (Primero en Entrar, Primero en Salir)** para asegurar que las tarimas más antiguas, y cercanas a su fecha de caducidad (vida útil de 180 días), sean las primeras en salir hacia la línea SMI.

3. Reempaque en Línea SMI:

En la línea SMI, las tarimas pasan por el proceso de desmantelamiento y reempaque, con el objetivo de preparar cajas mixtas que contengan jugos de los tres sabores.

- **Desmantelamiento de tarimas:**
 - **Tres tarimas (una de cada sabor: naranja, uva y fruit punch)** se desmantelan simultáneamente.
 - **Tiempo de desmantelamiento de 3 tarimas:** 43 minutos. En cada ciclo de desmantelamiento, un operador se encarga de cada sabor, procesando un total de 3 tarimas a la vez.
 - En una jornada laboral de 12 horas (720 minutos), pueden realizarse **16 ciclos completos**, permitiendo desmantelar **48 tarimas en total** (16 ciclos x 3 tarimas).
- **Reempaque en cajas mixtas:**
 - Los productos de las tarimas desmanteladas se reempaque tan en cajas mixtas que contienen **6 unidades de cada sabor** (naranja, uva y fruit punch).
 - Este reempaque permite distribuir una variedad de productos en cada caja, satisfaciendo la demanda de presentaciones mixtas.

Proceso Cronológico

1. **Producción en Línea 5:**
 - Cada tarima se completa en un promedio de **39 minutos**, considerando el tiempo de elaboración, flejado y espera para el montacargas.
2. **Almacenamiento:**
 - Las tarimas permanecen en el almacén por un promedio de **4.67 días**, gestionadas bajo el sistema FIFO para asegurar una rotación eficiente y reducir el riesgo de caducidad.
3. **Reempaque en Línea SMI:**
 - Tres tarimas (una de cada sabor) se desmantelan simultáneamente en **43 minutos**.
 - Los productos se reempaquetan en **cajas mixtas con 6 unidades de cada sabor**, optimizando la presentación final para su distribución.

Resultado y análisis de objetivo específico 3.

Se diseñó e implementó un sistema de selección y reutilización del cartón "SIX PACK LATA" en la línea SMI y la Línea 5 (Quanty).

Solicitud de cartón y contexto.

- **Solicitud Total de Cartones en Noviembre:** En noviembre de 2024, se solicitaron 4,500 láminas de cartón "SIX PACK LATA" para la Línea 5 (Quanty).
- **Uso Diversificado:** Este tipo de cartón no solo se emplea en el proceso de paletización de jugos de 8 oz Quanty, sino también para otros productos en la Línea 5, como envases de bebidas en diferentes presentaciones. Por lo tanto, la reutilización de cartón representa una oportunidad estratégica para optimizar recursos en toda la línea de producción.

Prueba Piloto

- Fecha: 19 de noviembre de 2024.
- Actividad: Se realizó una prueba piloto en la Línea 5 utilizando un sello de madera para marcar los cartones como parte del sistema de selección y reutilización. Sin embargo, este sello no resistió las condiciones operativas.



Ilustración 2 Sello de madera

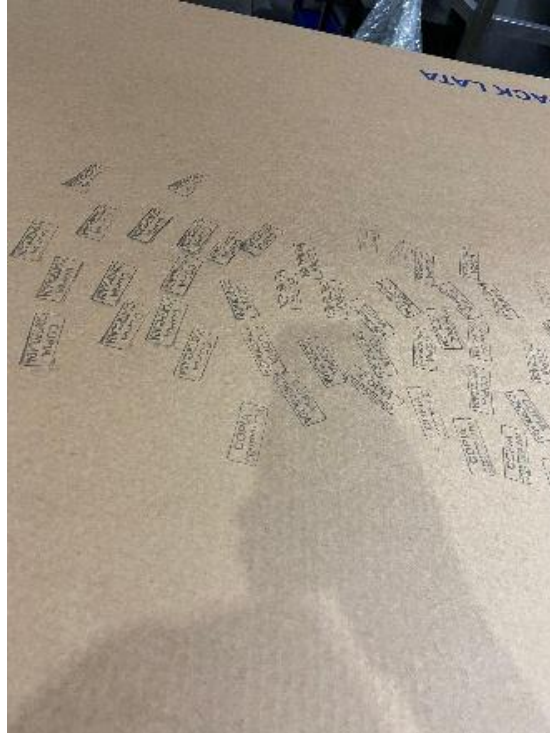


Ilustración 3 Prueba sello madera

- Acción posterior: Se decidió fabricar sellos automáticos de plástico para garantizar la durabilidad.
- Capacitación del personal: Ese mismo día, se capacitó a **11 operadores** (5 de la Línea 5 y 6 de la línea SMI) en:
 - Uso correcto de los sellos (N°1 y N°2).
 - Procedimientos para la agrupación y transporte de cartones.
 - Manejo del flujo de cartones entre tráfico y ambas líneas.

Fabricación e Implementación del Sistema

- Fabricación de sellos automáticos:
 - **Fecha:** 20 de noviembre de 2024.
 - **Costo Total:** 840 lempiras (420 lempiras por sello).



Ilustración 4 Sello automático N°1

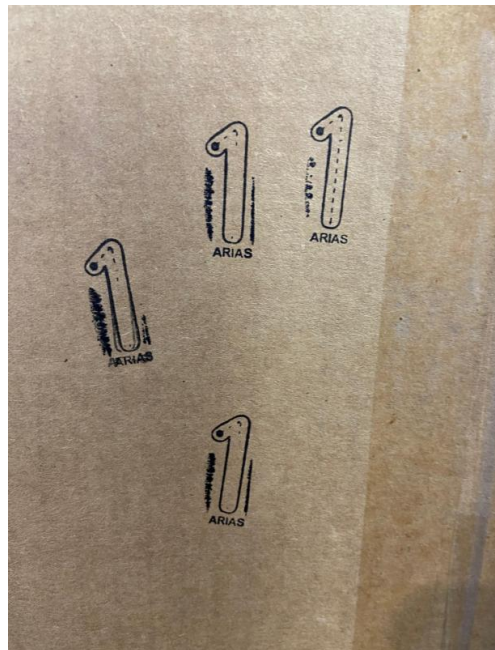


Ilustración 5 Marca sello N°1

Inicio de Implementación:

- **Primera Tarima Marcada con Sello N°1:** 20 de noviembre de 2024 a las 1:54 p.m.
- **Transporte a Tráfico:** La tarima fue transportada por un **montacargas**.
- **Duración en Tráfico:** La tarima permaneció **5 días** antes de llegar a la línea SMI el 25 de noviembre de 2024 a las 11:16 a.m.



Ilustración 6 Operador utilizando sello N°1

Análisis de viabilidad Técnica

Durante la prueba piloto, se llevó a cabo un análisis para evaluar la viabilidad técnica del sistema de reutilización del cartón "SIX PACK LATA". Este proceso incluyó la fabricación e implementación de sellos automáticos diseñados específicamente para marcar los cartones reutilizables, garantizando su identificación y seguimiento durante el ciclo operativo. El costo de fabricación fue de 840 lempiras por dos sellos, demostrando que la tecnología requerida era accesible y económicamente factible.

Asimismo, se aprovecharon herramientas existentes como SAP y Microsoft Excel para el monitoreo en tiempo real del inventario de cartón, la recopilación de datos operativos y el análisis financiero. SAP permitió registrar el consumo de materiales y generar reportes detallados, mientras que Excel se utilizó para calcular ahorros y analizar la reutilización. Esto aseguró la integración operativa del sistema con los procesos actuales de la planta, evitando la necesidad de grandes adaptaciones tecnológicas adicionales.

Análisis de viabilidad operativa

El análisis operativo se centró en identificar oportunidades de mejora dentro del flujo de trabajo existente. Durante el estudio de tiempos en la Línea 5, se detectaron 19 minutos de inactividad por cada ciclo en el operador encargado del flejado de tarimas, quien permanecía ocioso después de completar el proceso de flejado en 3 minutos. Este tiempo muerto representaba un recurso subutilizado, equivalente al 86.36% del tiempo total del ciclo de una tarima (22 minutos).

Para optimizar este recurso, se reasignaron responsabilidades al operador de flejado, integrando la gestión del flujo de cartones reutilizables entre la Línea 5 y la línea SMI. Este ajuste implicó la recolección, agrupación y transporte de los cartones reutilizables marcados hacia la Línea 5 para su reintegración al ciclo productivo.

La implementación del flujo de reutilización no solo permitió aprovechar el tiempo muerto del operador, sino que también garantizó la continuidad del proceso sin interrupciones ni demoras. Además, se estableció un sistema eficiente de transporte y manejo de los cartones, coordinado con el uso del montacargas, para mantener un flujo constante de materiales entre las líneas de producción. Este enfoque aseguró que los cartones marcados se reintegraran oportunamente al proceso, evitando cuellos de botella y contribuyendo a un proceso operativo más eficiente y sostenible.

Adicionalmente, se concluye que, gracias al aprovechamiento del tiempo muerto del operador, la implementación del flujo de reutilización no requiere la contratación de más colaboradores. Esto representa una ventaja significativa al evitar costos adicionales, reforzando la viabilidad operativa del proyecto y su integración eficiente en el flujo de trabajo existente.

Flujo de Reutilización

- 25 de noviembre de 2024:

Los cartones marcados con el sello N°1 que llegaron a la línea SMI fueron apartados en un grupo específico.

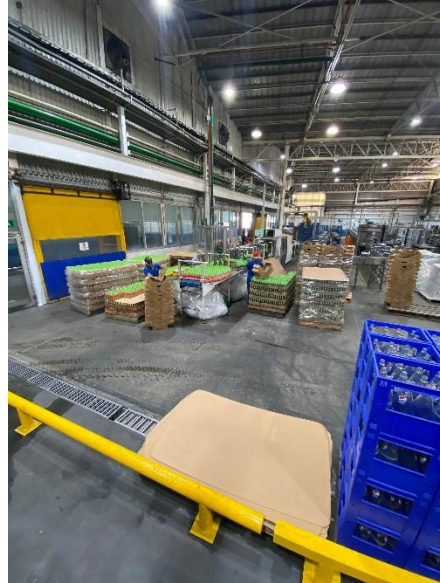


Ilustración 7 Línea SMI



Ilustración 8 Grupo de cartón apartado

Una vez acumulados **10 cartones o más**, el **operador de flejado** solicita el **montacargas**, el montacargas los transportó a la **Línea 5**, donde fueron marcados con el sello N°2 y reutilizados.

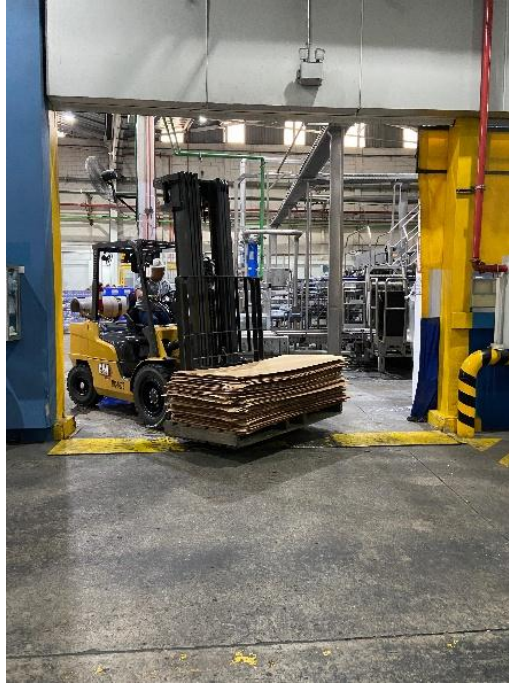


Ilustración 9 Transporte de cartones



Ilustración 10 Implementación de sello N°2



Ilustración 11 Sello N°2

Los cartones con el sello N°2 fueron enviados nuevamente a tráfico el mismo día.



Ilustración 12 cartones con el sello N°2

- 27 de noviembre de 2024:
 - Los primeros cartones con el sello N°2 llegaron nuevamente a la línea SMI. Tras completar su ciclo adicional, estos cartones fueron agrupados con los desechos normales de cartón.



Ilustración 13 Desechos normales de cartón.

Producción y Reutilización

Producción Total Durante la Implementación:

Semana 1: Producción de charolas de jugos de 8 oz Quanty, del miércoles 20 de noviembre al sábado 23 de noviembre de 2024.

- **Miércoles:** Sabor fruit punch, de 01:00:00 a 23:59:00, produciendo 9,000 charolas.
- **Jueves:** Sabor naranja, de 09:00:00 a 23:59:00, produciendo 5,292 charolas.
- **Viernes y sábado:** No hubo producción.

Semana 2: Producción de charolas de jugos de 8 oz Quanty, del lunes 25 de noviembre al sábado 30 de noviembre de 2024.

- **Lunes:** Sabor naranja, de 06:00:00 a 23:59:00, produciendo 7,056 charolas.
- **Martes:** Sabor naranja, 01:00:00 a 23:59:00, produciendo 8,820 charolas.
- **Miércoles:** Sabor uva, de 01:00:00 a 23:59:00, produciendo 8,800 charolas.
- **Jueves:** No hubo producción.
- **Viernes:** Sabor fruit punch, de 04:00:00 a 19:00:00, produciendo 6,000 charolas.
- **Sábado:** No hubo producción.

Semana 3: Producción de charolas de jugos de 8 oz Quanty, del lunes 2 de diciembre al sábado 7 de diciembre de 2024.

- **Lunes:** Sabor naranja, de 15:30:00 a 23:30:00, produciendo 2,646 charolas.
 - **Martes:** Sabor naranja, de 01:00:00 a 23:59:00, produciendo 8,820 charolas.
 - **Miércoles:** Sabor uva, de 01:00:00 a 23:59:00, produciendo 8,800 charolas.
 - **Jueves:** Sabor fruit punch, de 04:00:00 a 13:00:00, produciendo 9,000 charolas.
 - **Viernes:** No hubo producción.
 - **Sábado:** Sabor naranja, de 01:00:00 a 23:59:00, produciendo 8,820 charolas.
- **Producción de Charolas:** 83,054 charolas de jugos de 8 oz Quanty.
 - Producción de Tarimas:

$$\text{Tarimas producidas} = \frac{\text{Charolas totales}}{\text{Charolas por tarima}} = \frac{83,054}{132} \approx 628 \text{ tarimas.}$$

Ecuación 15 Tarimas producidas

S1 Producción de cajas de jugos de Box Quamy del miércoles 20 de noviembre al sábado 23 de noviembre																				
	Inicio	Fin	Lunes	Inicio	Fin	Martes	Inicio	Fin	Miércoles	Inicio	Fin	Jueves	Inicio	Fin	Viernes	Inicio	Fin	Sábado	Cajas	
Quamy Naranja										09:00:00	23:59:00	5,292.00							5,292.00	
Quamy UVA																			14,292.00	
Quamy Fruit Punch										01:00:00	23:59:00	9000							9,000.00	
S2 Producción de cajas de jugos de Box Quamy del lunes 25 de noviembre al sábado 30 de noviembre																				
Quamy Naranja	06:00:00	23:59:00	7,056.00	01:00:00	23:59:00	8,820.00													15,876.00	
Quamy UVA									01:00:00	23:59:00	8800								8,800.00	
Quamy Fruit Punch													04:00:00	19:00:00	6,000.00				6,000.00	
S3 Producción de cajas de jugos de Box Quamy del lunes 02 de diciembre al sábado 07 de diciembre																				
Quamy Naranja	15:30:00	23:30:00	2,646.00	01:00:00	23:59:00	8,820.00													20,286.00	
Quamy UVA									01:00:00	23:59:00	8800								8,800.00	
Quamy Fruit Punch												04:00:00	13:00:00	9000					9,000.00	
83,054.00																				
Durante 3 semana se produjeron			41,454.00			17,600.00			24,000.00			83,054.00			Carton SIX PACK LATA * TARIMA			500		
Tarimas	Charolas*	Tarimas	Tarimas	Carton*tarima	Cartones	Total de carton SIX PACK LATA	Tarimas de carton consumidas	Total laminas	Ahorramos 1											
Quamy Naranja	132	344.06	344	3	342															
Quamy UVA	132	333.33	131	3	399	1884	3,768	1884	33%											
Quamy Fruit Punch	132	181.82	181	3	543															
Total		628																		
Laminas ahorradas/reutilizadas		628		Precio unitario		25.00		Total ahorro		15,700.00										

Tabla 3 Datos de producción y consumo de cartón de la línea 5, durante implementación

Reutilización de cartones:

- **Cartones Reutilizados por Tarima:** 1 cartón por tarima.
- Total, de Cartones Reutilizados:

$$\text{Cartones reutilizados} = \text{Tarimas producidas} \times 1$$

Ecuación 16 Cartones reutilizados

$$\text{Cartones reutilizados} = 628 \text{ cartones}$$

Porcentaje de reutilización:

- Cartones totales utilizados:

$$\text{Cartones totales} = \text{Tarimas producidas} \times 3$$

Ecuación 17 Cartones totales

$$\text{Cartones totales} = 628 \times 3 = 1,884 \text{ cartones.}$$

- Porcentaje de cartones reutilizados:

$$\text{Porcentaje reutilizado} = \frac{\text{Cartones reutilizados}}{\text{Cartones totales}} \times 100.$$

Ecuación 18 Porcentaje reutilizado

$$\text{Porcentaje reutilizado} = \frac{628}{1,884} \times 100 \approx 33.33\%.$$

Análisis de Viabilidad Económica

- Costos por lámina de cartón: 25 lempiras
- Ahorro total:

$$\text{Ahorro total} = \text{Cartones reutilizados} \times \text{Costo por lámina.}$$

$$\text{Ahorro total} = 628 \times 25 = 15,700 \text{ lempiras.}$$

Ecuación 19 Ahorro total

Se desarrolló entre el miércoles 20 de noviembre y el sábado 07 de diciembre de 2024, abarcando un periodo de poco menos de tres semanas. Se utilizó el ahorro obtenido durante la implementación (L 15,700) y se redondeó el periodo a 3 semanas para facilitar el cálculo. De esta forma, se calculó el ahorro semanal promedio y se proyectó a las 52 semanas del año.

Formulas utilizadas

1. Ahorro semana:

$$\text{Ahorro semanal} = \frac{\text{Ahorro total de periodo}}{\text{Semana del periodo}}$$

Ecuación 20 Ahorro semanal

$$\text{Ahorro semanal} = \frac{15,700}{3} = 5,233.33 \text{ L/semana}$$

2. Ahorro anual proyectado

$$\text{Ahorro anual proyectado} = \text{Ahorro semana} * \text{Semanas del año}$$

Ecuación 21 Ahorro anual proyectado

$$\text{Ahorro anual proyectado} = 5,233.33 * 52 = 272,133.16$$

Con base en esta relación, se proyecta un ahorro anual mínimo de L 272,133.44 al calcular el ahorro semanal promedio de L 5,233.33, obtenido durante la implementación, y multiplicarlo por las 52 semanas del año. Si este sistema se hubiese implementado durante todo el año 2024, se habría logrado este ahorro, incluso considerando que la implementación se llevó a cabo en temporada baja, cuando la demanda del jugo Quanty de 8 oz., dirigido principalmente al público infantil, fue menor debido al periodo de vacaciones escolares.

Sin embargo, al establecer la relación ahorro-producción, el modelo de proyección se vuelve aplicable a cualquier nivel de demanda. Como resultado, se estableció una relación directa entre el ahorro y la producción, calculada con la fórmula:

$$\text{Ahorro por unidad producida} = \frac{\text{Ahorro total}}{\text{Producción total}}$$

Ecuación 22 Ahorro por unidad producida

$$\text{Ahorro por unidad producida} = \frac{15,700 \text{ Lempiras}}{1,884 \text{ cartones}} = 8.33 \text{ Lempiras por unidad}$$

Por temas de confidencialidad empresarial, los datos relacionados con el consumo de cartón durante el año 2024 no pueden ser compartidos. No obstante, la metodología utilizada permite generar proyecciones confiables para el año 2025, basándose en cálculos precisos y respaldados por datos históricos obtenidos mediante sistemas internos de gestión como SAP. Esto garantiza que las estimaciones sean robustas y aplicables a diferentes escenarios, respetando la protección de la información sensible de la empresa.

Resultados:

1. Reutilización del Cartón:
Se reutilizaron 628 láminas de cartón, representando el 33.33% del total de cartones utilizados en las tarimas producidas durante el periodo.
2. Ahorro Económico:
La reutilización generó un ahorro total de 15,700 lempiras, disminuyendo costos operativos y reflejando el impacto positivo del sistema.
3. Impacto en la Gestión de Recursos:
Aunque se solicitaron 4,500 cartones en noviembre de 2024, el sistema redujo parcialmente la dependencia de nuevas láminas para la Línea 5, mostrando la capacidad del sistema para optimizar recursos.
4. Eficiencia Operativa:
La implementación involucró al delegado de flejado para gestionar el transporte de cartones reutilizados, mejorando el uso del tiempo ocioso y reduciendo demoras logísticas.

VI. Conclusiones

1. Optimización del Ciclo de Reutilización del Cartón (Objetivo General)

Se implementó y verificó un sistema de reutilización del cartón "SIX PACK LATA" en la Línea 5 (Quanty), logrando extender su ciclo de uso en al menos un ciclo adicional. Durante el periodo del 20 de noviembre al 7 de diciembre de 2024, se reutilizaron 628 láminas (33.33% del total), con un ahorro de L 15,700. La relación ahorro-producción, calculada en 8.33 L por lámina, permite proyectar un ahorro anual mínimo de L 272,133.44, ajustable a cualquier nivel de demanda. Este sistema demostró ser efectivo para reducir costos operativos al disminuir la dependencia de cartones nuevos y contribuyó significativamente a minimizar la generación de residuos, garantizando beneficios sostenibles y aplicables a distintos escenarios productivos.

2. Análisis de la Producción y Consumo de Cartón (Objetivo Específico 1)

A través de la recolección y análisis de datos sobre la producción y el consumo de cartón en la Línea 5, se identificó un promedio semanal de producción de 57 tarimas de jugo de naranja, 45 de uva y 48 de fruit punch, con un total acumulado de 1,884 láminas de cartón utilizadas en cinco semanas. Este análisis permitió determinar la cantidad de cartones consumidos por tarima y establecer una línea base detallada del consumo de cartón, lo que sirvió como punto de partida para diseñar estrategias de reutilización adaptadas a los volúmenes reales de producción.

3. Estudio de Tiempos y Eficiencia Operativa (Objetivo Específico 2)

El estudio de tiempos permitió identificar ineficiencias operativas en la Línea 5, como el tiempo muerto del operador de flejado, que alcanzó un promedio de 19 minutos por ciclo. También se calculó que las tarimas permanecen en el almacén un promedio de 4.67 días antes de ser transferidas a la línea SMI, bajo un sistema FIFO. Además, se determinó que, en una jornada laboral de 12 horas, la línea SMI puede desarmar un total de 48 tarimas. Estos datos fueron esenciales para optimizar el flujo operativo, asignar responsabilidades adicionales al operador de flejado y reducir tiempos improductivos, mejorando la gestión de materiales y recursos.

4. Diseño e Implementación del Sistema de Reutilización (Objetivo Específico 3)

Se diseñó e implementó un sistema de selección y reutilización del cartón "SIX PACK LATA" que incluyó la fabricación de sellos automáticos y la capacitación de 11 operadores, distribuidos entre las líneas 5 y SMI, para identificar, clasificar y gestionar las láminas reutilizables. Este sistema permitió recuperar 628 cartones marcados y asegurar su retorno a la línea de producción para un ciclo adicional. La implementación mejoró la eficiencia operativa al integrar la reutilización del cartón como una tarea adicional para el operador de flejado, maximizando el uso de recursos disponibles y sentando las bases para un modelo de reutilización sostenible y replicable en otras líneas.

VII. Recomendaciones

1. Creación de un Departamento de Innovación

Se recomienda la creación de un departamento de innovación en EMSULA que fomente la identificación y desarrollo de soluciones creativas y sostenibles para los procesos de manufactura. Este departamento debe enfocarse en derribar los cinco mitos de la innovación, destacando que:

- La innovación no siempre requiere alta tecnología; soluciones simples como la reutilización del cartón son ejemplos claros de creatividad práctica.
- No es exclusiva de grandes presupuestos; muchas mejoras pueden implementarse con recursos limitados, como fue demostrado con la implementación de sellos automáticos en este proyecto.
- No solo depende de expertos en tecnología; todos los colaboradores pueden aportar ideas desde sus áreas de trabajo.
- La innovación no siempre genera resultados inmediatos; los beneficios económicos y ambientales a menudo se perciben a largo plazo.
- No debe temerse al fracaso; los aprendizajes obtenidos en pruebas piloto, como el uso inicial del sello de madera, demuestran que cada intento contribuye a perfeccionar soluciones.

Este departamento podrá liderar proyectos que optimicen procesos y fomenten una cultura organizacional basada en la mejora continua y la sostenibilidad.

2. Donación de cartón usado a instituciones sin fines de lucro con potencial de recaudación de fondos

Se recomienda que el cartón que ha cumplido su ciclo adicional de uso en la Línea 5 sea donado a instituciones sin fines de lucro que apoyen a comunidades vulnerables en San Pedro Sula. Estas organizaciones podrían vender el cartón recolectado a empresas recicladoras o en mercados locales de materiales reutilizables, utilizando los fondos obtenidos para financiar proyectos comunitarios como programas educativos, iniciativas de alimentación o mejoras en infraestructura básica.

Esta práctica no solo reduce la generación de residuos en EMSULA, sino que también fomenta un impacto social positivo al brindar recursos adicionales a estas instituciones. Además, esta colaboración fortalece el compromiso de la empresa con la responsabilidad social corporativa y mejora su percepción como un aliado clave en el desarrollo comunitario de la región.

3. Replicación y escalabilidad del proyecto en otras líneas de producción

Se recomienda evaluar la escalabilidad del sistema de reutilización de cartón ya implementado con éxito en la Línea 5 (Quanty) para replicarlo en otras líneas de producción de la planta. Esto implica realizar un análisis detallado de las características y necesidades operativas de cada línea, adaptando el modelo según sea necesario para garantizar su efectividad en contextos distintos.

La expansión del sistema podría generar ahorros económicos adicionales, aumentar el impacto ambiental positivo al reducir el consumo de materiales nuevos y consolidar prácticas sostenibles en toda la planta. Para asegurar la continuidad y efectividad del sistema en nuevas áreas, se sugiere desarrollar un plan de implementación con auditorías periódicas, capacitaciones específicas y la integración de indicadores clave de rendimiento que midan su éxito en términos operativos y ambientales.

4. Adquisición de máquina de flejado automática

Se recomienda adquirir una máquina de flejado automática para optimizar el proceso de paletización en la Línea 5 (Quanty) de EMSULA. Esto reducirá tiempos muertos, incrementará la productividad, mejorará la seguridad laboral y garantizará un uso eficiente del fleje. Además, complementará las iniciativas sostenibles actuales al integrar tecnología que optimiza recursos y reduce desperdicios. Es fundamental seleccionar un equipo adecuado y capacitar al personal para maximizar los beneficios operativos y modernizar los procesos de la planta.

VIII. Bibliografía

- Alcanzamos el 100% de PET reciclado en nuestros envases de PET 50cl**. (s. f.). Spain. Recuperado 17 de noviembre de 2024, de <https://www.cocacolaep.com/es/al-dia/blog-rojo-y-en-botella/2022/100-pet-reciclado-envases/>
- Andrade, A. M., A. Del Río, C., Alvear, D. L., Andrade, A. M., A. Del Río, C., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, 30(3), 83-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Annette Schmelzle. (2024, octubre 21). *DLG Expert report 04/2016: Packaging material made from polyethylene terephthalate (PET)*. DLG e.V. <https://www.dlg.org/en/mediacenter/dlg-expert-reports/food-technology/dlg-expert-report-04-2016-packaging-material-made-from-polyethylene-terephthalate-pet>
- Arteaga, C. C., Montenegro, Y. Á. G., Salazar, M. del C. T., & Cisneros, M. G. V. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio*, 16(39), Article 39. <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7>
- Benyathiar, P., Kumar, P., Carpenter, G., Brace, J., & Mishra, D. K. (2022). Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle-to-Bottle Recycling for the Beverage Industry: A Review. *Polymers*, 14(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/polym14122366>
- Beverage Packaging Market Size | Mordor Intelligence*. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/beverage-packaging-market>

Delgado Ramos, G. C., & Ávila Calero, S. (2014). La industria embotelladora en México: Negocio, regulación y apropiación del agua. En *Apropiación de agua, medio ambiente y obesidad: Los impactos del negocio de bebidas embotelladas en México*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM. <https://ru.ceiich.unam.mx/handle/123456789/3233>

EMSULA. (s. f.). *EMSULA*. Recuperado 29 de octubre de 2024, de https://emsula.hn/?page_id=21

González Boubeta, I., Fernández Vázquez-Noguerol, M., Domínguez Caamaño, P., & Prado-Prado, J. C. (2018). Economic and Environmental Packaging Sustainability: A Case Study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 229-238. <https://doi.org/10.3926/jiem.2529>

Gutiérrez-Ramos, E. M., García-Ramos, T. E., Roca-Vásquez, K. L., Valiente-Saldaña, Y. M., Gutiérrez-Ramos, E. M., García-Ramos, T. E., Roca-Vásquez, K. L., & Valiente-Saldaña, Y. M. (2024). Gestión de residuos sólidos y la contaminación ambiental en el sector urbano. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 9(17), 108-118. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3156>

Joshua Poole. (2019, agosto 14). *Which is Better for the Environment: Carton, Glass or PET?* Bioplastics News. <https://bioplasticsnews.com/2019/08/14/lca-carton-glass-pet/>

Kroker-Lobos, M. F., Ramírez-Zea, M., De-León, J. R., Alfaro, C. V., Amador, N., Blanco-Metzler, A., Francois, F. F., Gamboa-Gamboa, T., Hernández-Santana, A., Jensen, M. L., López-Donado, L., Pasquier, L., Paulino, A., Pérez, D., Ríos-Castillo, I., Siu-Bermúdez, C., Kroker-Lobos, M. F., Ramírez-Zea, M., De-León, J. R., ... Siu-Bermúdez, C. (2023). Etiquetado frontal de

- advertencia nutricional de alimentos y bebidas pre-envasados. Postura intersectorial de expertos en Centro América y República Dominicana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 73(3), 233-250. <https://doi.org/10.37527/2023.73.3.007>
- Mora, L. V. (2013). *Dimensión Ambiental, Desarrollo Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo*.
- Najul, M. V., Sánchez, R. M., Ferrara De Giner, G., & Ortega, E. (2008). Aspectos de gestión empresarial que condicionan el desempeño ambiental de la agroindustria de alimentos venezolana. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 23(3), 65-73.
- Osorio, C. A. (2008). Modelos para el control de inventarios en las pymes. *Panorama*, 2(6), 1.
- Paredes-Ballena, J., Valiente-Saldaña, Y. M., Diaz-Valiente, F. A., Paredes-Ballena, J., Valiente-Saldaña, Y. M., & Diaz-Valiente, F. A. (2023). Valorización de residuos sólidos generados en las municipalidades locales: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8, 674-690. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2834>
- Ramos, M., Valdés, A., Mellinas, A. C., & Garrigós, M. C. (2015). New Trends in Beverage Packaging Systems: A Review. *Beverages*, 1(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/beverages1040248>
- Rojas-Díaz, P. J., Gil-Marín, M. J., Rojas-Díaz, P. J., & Gil-Marín, M. J. (2022). Economía azul para un mundo de negocios sostenibles. Una revisión de literatura científica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 7(14), 69-80. <https://doi.org/10.35381/r.k.v7i14.1863>

- Samaniego, H. (2019). Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*, 6, Article 6. <https://doi.org/10.32719/25506641.2019.6.6>
- Trillo Espinoza, V. M., Lewis Zuñiga, P. F., Siles Nates, F. D., Manrique Oroza, P. I., Trillo Espinoza, V. M., Lewis Zuñiga, P. F., Siles Nates, F. D., & Manrique Oroza, P. I. (2024). RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL EN LA CULTURA EMPRESARIAL COMO ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD. *Aula Virtual*, 5(12). <https://doi.org/10.5281/zenodo.12535941>
- Villegas Lewis, A., Galván Rico, L. E., & Reyes Gil, R. E. (2005). Gestión ambiental bajo ISO 14001 en Venezuela. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 9(34), 63-69.
- Alcanzamos el 100% de PET reciclado en nuestros envases de PET 50cl**. (s. f.). Spain. Recuperado 17 de noviembre de 2024, de <https://www.cocacolaep.com/es/al-dia/blog-rojo-y-en-botella/2022/100-pet-reciclado-envases/>
- Andrade, A. M., A. Del Río, C., Alvear, D. L., Andrade, A. M., A. Del Río, C., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, 30(3), 83-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Annette Schmelzle. (2024, octubre 21). *DLG Expert report 04/2016: Packaging material made from polyethylene terephthalate (PET)*. DLG e.V. <https://www.dlg.org/en/mediacenter/dlg-expert-reports/food-technology/dlg-expert-report-04-2016-packaging-material-made-from-polyethylene-terephthalate-pet>

- Arteaga, C. C., Montenegro, Y. Á. G., Salazar, M. del C. T., & Cisneros, M. G. V. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio*, 16(39), Article 39. <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7>
- Benyathiar, P., Kumar, P., Carpenter, G., Brace, J., & Mishra, D. K. (2022). Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle-to-Bottle Recycling for the Beverage Industry: A Review. *Polymers*, 14(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/polym14122366>
- Beverage Packaging Market Size | Mordor Intelligence*. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/beverage-packaging-market>
- Delgado Ramos, G. C., & Ávila Calero, S. (2014). La industria embotelladora en México: Negocio, regulación y apropiación del agua. En *Apropiación de agua, medio ambiente y obesidad: Los impactos del negocio de bebidas embotelladas en México*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM. <https://ru.ceiich.unam.mx/handle/123456789/3233>
- EMSULA. (s. f.). *EMSULA*. Recuperado 29 de octubre de 2024, de https://emsula.hn/?page_id=21
- González Boubeta, I., Fernández Vázquez-Noguerol, M., Domínguez Caamaño, P., & Prado-Prado, J. C. (2018). Economic and Environmental Packaging Sustainability: A Case Study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 229-238. <https://doi.org/10.3926/jiem.2529>
- Gutiérrez-Ramos, E. M., García-Ramos, T. E., Roca-Vásquez, K. L., Valiente-Saldaña, Y. M., Gutiérrez-Ramos, E. M., García-Ramos, T. E., Roca-Vásquez, K. L., & Valiente-Saldaña, Y. M. (2024). Gestión de residuos sólidos y la contaminación ambiental en el sector urbano. *Revista*

Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 9(17), 108-118.
<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3156>

Joshua Poole. (2019, agosto 14). *Which is Better for the Environment: Carton, Glass or PET?* Bioplastics News. <https://bioplasticsnews.com/2019/08/14/lca-carton-glass-pet/>

Kroker-Lobos, M. F., Ramírez-Zea, M., De-León, J. R., Alfaro, C. V., Amador, N., Blanco-Metzler, A., Francois, F. F., Gamboa-Gamboa, T., Hernández-Santana, A., Jensen, M. L., López-Donado, L., Pasquier, L., Paulino, A., Pérez, D., Ríos-Castillo, I., Siu-Bermúdez, C., Kroker-Lobos, M. F., Ramírez-Zea, M., De-León, J. R., ... Siu-Bermúdez, C. (2023). Etiquetado frontal de advertencia nutricional de alimentos y bebidas pre-ensados. Postura intersectorial de expertos en Centro América y República Dominicana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 73(3), 233-250. <https://doi.org/10.37527/2023.73.3.007>

Mora, L. V. (2013). *Dimensión Ambiental, Desarrollo Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo*.

Najul, M. V., Sánchez, R. M., Ferrara De Giner, G., & Ortega, E. (2008). Aspectos de gestión empresarial que condicionan el desempeño ambiental de la agroindustria de alimentos venezolana. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 23(3), 65-73.

Osorio, C. A. (2008). Modelos para el control de inventarios en las pymes. *Panorama*, 2(6), 1.

Paredes-Ballena, J., Valiente-Saldaña, Y. M., Diaz-Valiente, F. A., Paredes-Ballena, J., Valiente-Saldaña, Y. M., & Diaz-Valiente, F. A. (2023). Valorización de residuos sólidos generados en

- las municipalidades locales: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8, 674-690. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2834>
- Ramos, M., Valdés, A., Mellinas, A. C., & Garrigós, M. C. (2015). New Trends in Beverage Packaging Systems: A Review. *Beverages*, 1(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/beverages1040248>
- Rojas-Díaz, P. J., Gil-Marín, M. J., Rojas-Díaz, P. J., & Gil-Marín, M. J. (2022). Economía azul para un mundo de negocios sostenibles. Una revisión de literatura científica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 7(14), 69-80. <https://doi.org/10.35381/r.k.v7i14.1863>
- Samaniego, H. (2019). Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*, 6, Article 6. <https://doi.org/10.32719/25506641.2019.6.6>
- Trillo Espinoza, V. M., Lewis Zuñiga, P. F., Siles Nates, F. D., Manrique Oroza, P. I., Trillo Espinoza, V. M., Lewis Zuñiga, P. F., Siles Nates, F. D., & Manrique Oroza, P. I. (2024). RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL EN LA CULTURA EMPRESARIAL COMO ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD. *Aula Virtual*, 5(12). <https://doi.org/10.5281/zenodo.12535941>
- Urquiza, L. S. P., Rebollar, S. R., Juárez, N. C., Martínez, J. H., & Tenorio, G. G. (s. f.). ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE AGUACATE HASS.
- Villegas Lewis, A., Galván Rico, L. E., & Reyes Gil, R. E. (2005). Gestión ambiental bajo ISO 14001 en Venezuela. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 9(34), 63-69.

IX. Anexos



Anexos 1 Charolas de Quanty de 8 onzas



Anexos 2 Tarima de cartón nuevo



Anexos 3 Cartón separador y cartón tapa



Anexos 4 Jugo Quanty naranja de 8 onzas



Anexos 5 Jugo Quanty Ponche de frutas de 8 onzas



Anexos 6 Jugo Quanty uva de 8 onzas



Anexos 7 línea 5 (Quanty)



Anexos 8 Área de flejado



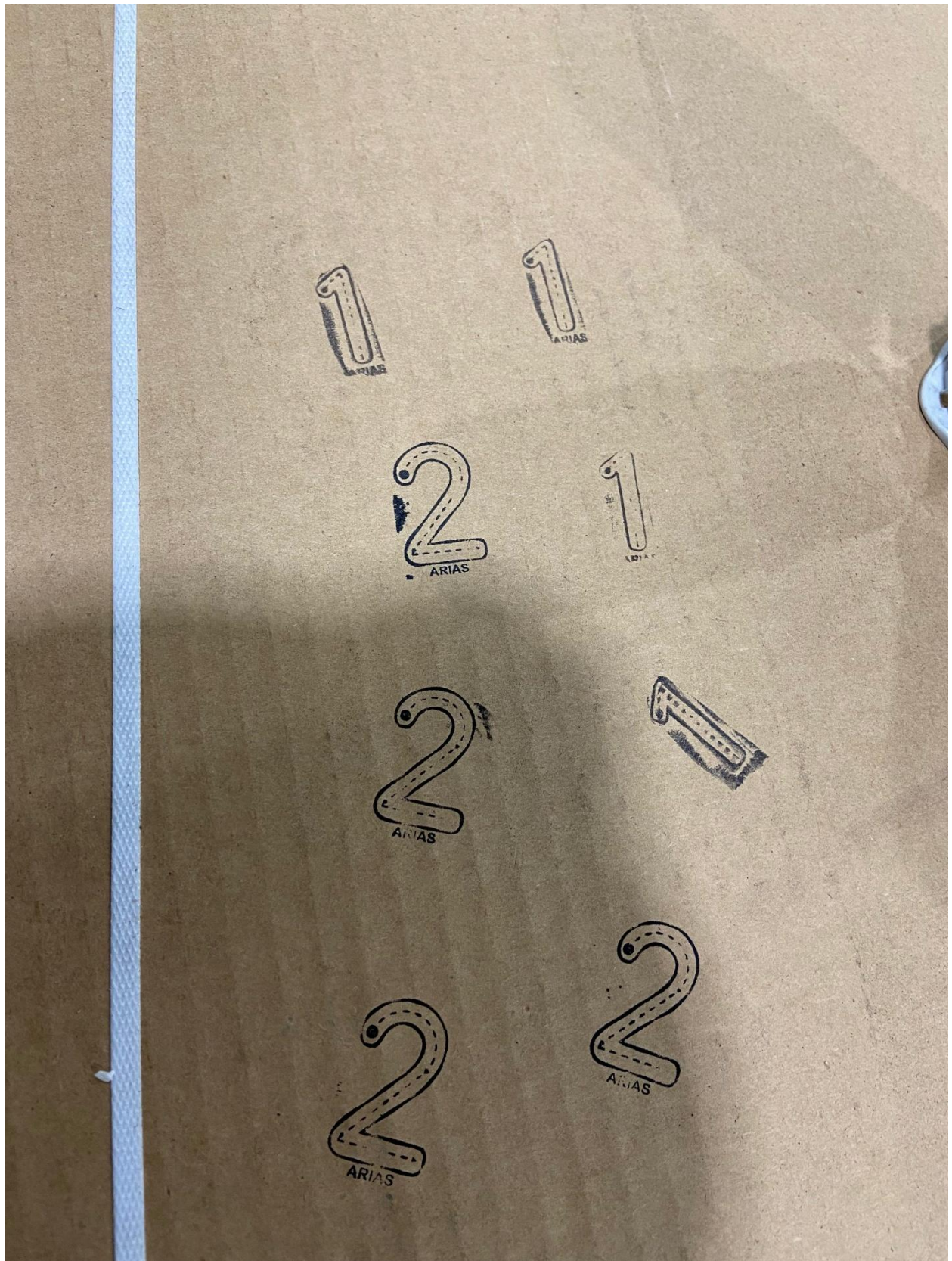
Anexos 9 Tarimas en espera de ingresar al SMI



Anexos 10 línea SMI (Empaques especiales)



Anexos 11 Sellos automáticos



Anexos 12 Marca de sellos 1 y 2



Anexos 13 Objeto extraño al interior de Quanty de 8 onzas



Anexos 14 Producto terminado SMI (Empaques especiales)



Anexos 15 Prueba de gramaje de bolsas plásticas



Anexos 16 Prueba de gramaje de envase de Gatorade



Anexos 17 Mantenimiento correctivo en llenadora



Anexos 18 Instalación de líneas de delimitación de seguridad



Anexos 19 Producto defectuoso



Anexos 20 Supervisión de cumplimiento de EPP



Ilustración 14 Etiqueta de Tarima terminado de la línea 5

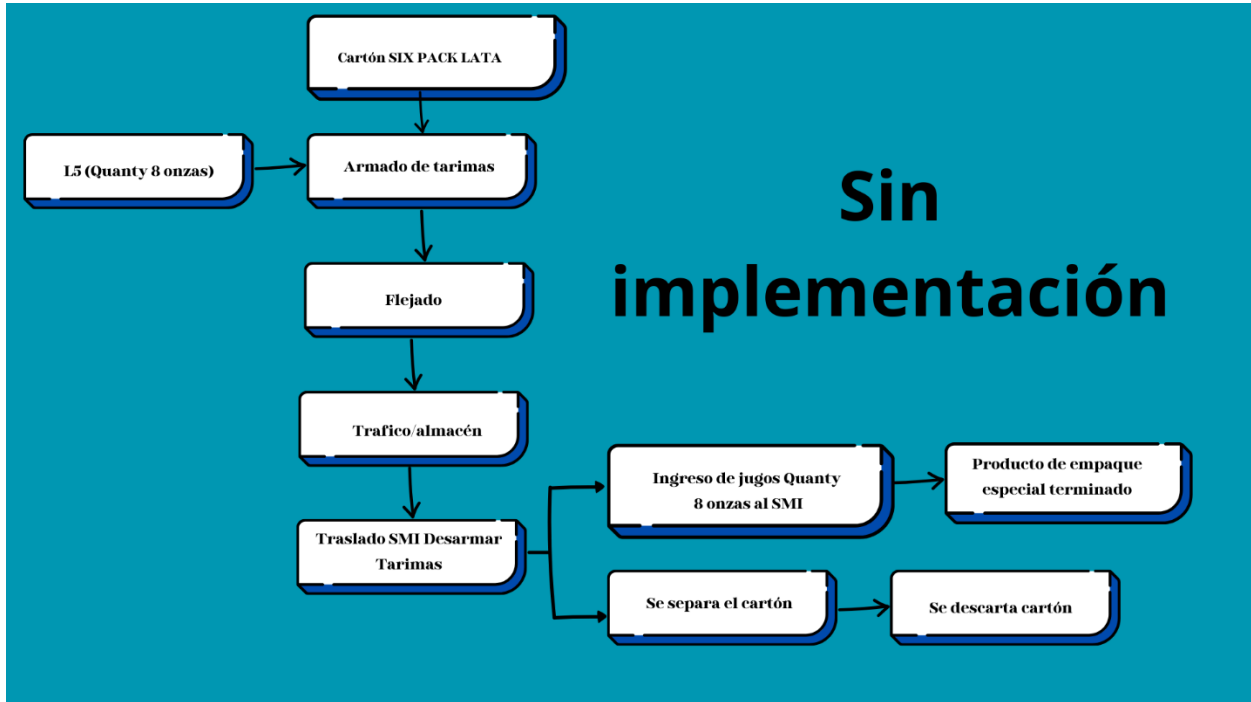


Ilustración 15 Mapa de flujo sin implementación



Ilustración 16 Mapa de flujo con implementación