

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

REDUCCION DEL PORCENTAJE DE INCONSISTENCIAS EN
INVENTARIO EN UNA EMPACADORA DE CAMARÓN

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Industrial

Presentado por:

Dennisse María Chávez Cartagena

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2023

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios por ser guía y consuelo en mis mejores y peores momentos. A mis padres, Erasmo Chávez y Haydée Cartagena, por el sacrificio, paciencia y esfuerzo que me brindaron en todo momento para poder culminar mi carrera universitaria.

A mi novio y familia en general, personas con un corazón maravilloso, que nunca dudaron de mi capacidad y que con mucho cariño me apoyaron para poder ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento principalmente a Dios por no dejar que me rindiera y ayudarme a cumplir unos de mis más grandes sueños en la vida.

Asimismo, agradezco a mis padres por brindarme todo su apoyo y acompañarme durante toda esta trayectoria.

A mi novio y familia por apoyarme en cada decisión con amor y respeto.

Al Ingeniero Marcos Cabezas, director del proyecto integrador de la empresa participante

A todos los profesores por orientarme y ser parte fundamental de mi formación profesional.

Al PhD Kleber Barcia por guiar con dedicación y compromiso el presente proyecto y por compartir sus valiosos conocimientos.

A mis mejores amigos, especialmente Kevin Luna (que en paz descanse) por brindarme su amistad y mis mejores momentos durante mi carrera universitaria.

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo Dennisse María Chávez Cartagena acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 5 de febrero del 2024.

Dennisse Chávez C.

Dennisse María Chávez Cartagena

EVALUADORES

María Fernanda López Sarzosa, Msc

PROFESOR DE LA MATERIA

Kleber Fernando Barcia Villacreses, PhD

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Una de las ventajas competitivas que se ha venido desarrollando en este siglo, es el control sobre la información, las empresas que no logran medir sus operaciones no tienen crecimientos sostenidos en el tiempo, de tal manera que no pueden mejorar ningún proceso.

A medida del surgimiento de la *big data* y los programas de almacenamiento, desarrollo y control de la información, las empresas han logrado incrementar su productividad y reducir gastos operativos, eliminando así actividades que no agregan valor.

El proyecto a continuación implementa la creación de un programa y proceso que ayuda al seguimiento sobre el producto terminado, estandarizando tareas recurrentes, generando control visual, además que permite la reducción en la diferencia de inventario que genera un alto costo de ejecución.

Con las soluciones propuestas se tiene como objetivo reducir en un 24% el porcentaje de inconsistencias en el producto terminado de exportación, el cual tiene mayor impacto sobre la rentabilidad de la empresa.

ABSTRACT

One of the competitive advantages that has been developing in this century is control over information; companies that fail to measure their operations do not have sustained growth over time, so they cannot improve any process.

As big data and information storage, development and control programs emerge, companies have increased their productivity and reduced operating expenses, thus eliminating activities that do not add value.

The project below implements the creation of a program and process that helps monitor the finished product, standardizing recurring tasks, generates visual control, and allows the reduction in the inventory difference that generates a high execution cost.

The proposed solutions aim to reduce the percentage of inconsistencies in the finished export product by 24%, which has a greater impact on the company's profitability.

Keywords: *Big data, inventory, profitability.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	V
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del proyecto	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 DMAIC	4
1.4.2 Crítico de calidad (CTQ TREE).....	5
1.4.3 Diagrama de Pareto	5
1.4.4 Pruebas estadísticas.....	5
1.4.5 Gráficas de control y análisis de capacidad	7
CAPÍTULO 2.....	8
2. Metodología	8
2.1 Definición.....	8
2.1.1 Voice of Customer	9
2.1.2 Critical to Quality (CTQ tree).....	11
2.2 Medición	16
2.2.1 Validación de los datos	19

2.3	Análisis	26
2.3.1	Lluvia de ideas (<i>Brainstorming</i>).....	26
2.3.2	Diagrama de Ishikawa	27
2.3.3	Matriz de ponderación de causas	27
2.3.4	Validación de causas	29
2.3.5	Análisis 5 por qué	42
2.4	Implementar.....	44
2.5	Control.....	51
CAPÍTULO 3.....		61
3.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	61
3.1	Análisis	61
3.2	Resultados.....	61
CAPÍTULO 4.....		62
4.	Conclusiones Y Recomendaciones	62
4.1	Conclusiones.....	62
4.2	Recomendaciones.....	62
Bibliografía		
Anexos		

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Necesidades del cliente</i>	10
Figura 2 <i>Diagrama de afinidad</i>	11
Figura 3 <i>CTQ TREE</i>	11
Figura 4 <i>SIPOC del proceso de empaquetado</i>	12
Figura 5 <i>Línea base – serie de tiempo de inconsistencias</i>	13
Figura 6 <i>Restricciones de la compañía</i>	15
Figura 7 <i>Tipos de datos involucrados</i>	16
Figura 8 <i>Pareto de estratificación por clase de producto</i>	16
Figura 9 <i>Datos para obtener el N representativo poblacional</i>	19
Figura 10 <i>Tabla de recolección de consumo de papel en las áreas</i>	20
Figura 11 <i>Prueba de normalidad Anderson-Darling para consumo de papel</i>	20
Figura 12 <i>Cálculo de n poblacional</i>	21
Figura 13 <i>Base de datos de la empresa</i>	22
Figura 14 <i>Muestras obtenidas por el project leader para comparar el inventario</i>	22
Figura 15 <i>Pruebas de normalidad de datos de inventario</i>	23
Figura 16 <i>Gráfica de cajas de las muestras de inventario</i>	23
Figura 17 <i>Prueba Mann Whitney para las muestras de inventario</i>	24
Figura 18 <i>Gráfica de control de las inconsistencias</i>	25
Figura 19 <i>Análisis de capacidad de las inconsistencias</i>	25
Figura 20 <i>Lluvia de ideas de las causas que generan inconsistencias</i>	26
Figura 21 <i>Diagrama de Ishikawa de las causas registradas</i>	27
Figura 22 <i>Matriz de ponderación de causas</i>	28
Figura 23 <i>Diagrama de Pareto de las causas en inconsistencias de inventario</i>	29
Figura 24 <i>Prueba de normalidad – No hay seguimiento de trazabilidad</i>	31
Figura 25 <i>Prueba t de student para el seguimiento de trazabilidad</i>	31
Figura 26 <i>Boxplot de las diferencias en trazabilidad</i>	32
Figura 27 <i>Prueba de normalidad – Diferentes personas ingresan la información al sistema</i>	33
Figura 28 <i>Prueba t de student para diferentes personas ingresan información al sistema</i>	33
Figura 29 <i>Prueba de normalidad – Registro de liquidaciones</i>	34
Figura 30 <i>Prueba t de student para el registro de liquidaciones</i>	34
Figura 31 <i>Boxplot de las diferencias en el registro</i>	35

Figura 32 Prueba de normalidad – Falta de capacitación en el personal operativo	36
Figura 33 Prueba t de student para la falta de capacitación en el personal operativo	36
Figura 34 Prueba de normalidad – Mal registro de taxonomía	37
Figura 35 Prueba t de student para el mal registro de taxonomía	37
Figura 36 Boxplot de las diferencias en la taxonomía	38
Figura 37 Prueba de normalidad – No hay lector de código de barra o RFID	39
Figura 38 Prueba t de student – No hay lector de código	39
Figura 39 Boxplot de las diferencias en el uso de lector de barras	40
Figura 40 Prueba de normalidad – ítems con y sin mantenimiento	41
Figura 41 Prueba t de student para ítems con y sin mantenimiento	41
Figura 42 Análisis 5 por qué de la falta de trazabilidad en los productos	43
Figura 43 Análisis 5 por qué del registro de liquidaciones manuales	43
Figura 44 Análisis 5 por qué del mal registro de la taxonomía del producto	44
Figura 45 Análisis 5 por qué de la falta de lector de código de barra	44
Figura 46 Análisis de las soluciones	45
Figura 47 Matriz impacto y esfuerzo de las soluciones	46
Figura 48 Análisis de costos de las soluciones	47
Figura 49 Ponderación final de las soluciones	47
Figura 50 Plan de implementación	48
Figura 51 Solución 1 – Formato de creación de ítems	48
Figura 52 Solución 2 – Cronograma de lectura QR	49
Figura 53 Solución 3 – Sistema de lectura QR	49
Figura 54 Solución 4 – Proceso de codificación QR	50
Figura 55 Solución 5 – Registro de liquidación digital	50
Figura 56 Solución 1 – Mejora de taxonomía de productos	51
Figura 57 Solución 2 – Cronograma de depuración	52
Figura 58 Solución 3 – Seguimiento del producto	52
Figura 59 Solución 4 – Herramientas usadas en la implementación de codificación QR	53
Figura 60 Solución 5 – Mejora en la liquidación de información digital	53
Figura 61 Resultados pilar social	54
Figura 62 Resultados pilar económico	55
Figura 63 Resultados pilar ambiental	55
Figura 64 Serie de tiempo de las inconsistencias	56
Figura 65 Análisis de capacidad situación mejorada	56

Figura 66 <i>Plan de control de las soluciones</i>	57
Figura 67 Control visual de la creación de la taxonomía	57
Figura 68 Control visual del proceso de código QR sobre productos	58
Figura 69 Plan de reacción de la taxonomía de los ítems.....	59
Figura 70 Plan de reacción de la creación de código QR.....	59
Figura 71 Plan de reacción del proceso de lectura QR	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 <i>Plan de recolección de datos</i>	18
Tabla 2.2 <i>Plan de verificación de causas potenciales</i>	30
Tabla 3.1 <i>Plan de verificación de causas potenciales y significativas</i>	42

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La mejora de procesos es un concepto que a lo largo del tiempo se ha venido trabajando en las empresas locales, donde el mayor enfoque realizado es en las tareas de producción que generan o crean el producto. A pesar de que este es una parte fundamental hay otras tareas en áreas diferenciadas que tienen el mismo impacto como por ejemplo las tareas de inventario o control de materia de producto terminado, de estas dos en mención se trata el proyecto actual, donde se procede a tratar un problema que genera un alto costo de control.

En la empresa se trabaja con camarón como producto estelar además de otros mariscos, pero este como tal es quién tiene el mayor volumen de ventas sobre todo con enfoque en el mercado extranjero, donde el 90% de la cantidad producida es transportada a distintos lugares del mundo. La empresa tiene un mercado amplio con alto volumen mostrando desfase en su contabilidad financiera, esto genera mayor gasto del presupuestado. Además, se tienen altas diferencias entre la cantidad producida respecto a las cantidades encontradas en bodega, esto se observa en el momento de levantar la información del stock en inventario.

Estas diferencias mencionadas han tenido picos de hasta el 50%, lo que se traduce en que la mitad de producto producido no reflejan de manera física en el área de cámara de enfriamiento del producto terminado. El producto, aunque no se encuentre perdido como tal si genera desfases en los estados de resultados además de que tiene un alto costo la toma de inventario, ya que requiere de análisis y control sobre las causas raíz de los productos faltantes.

Por este motivo, el proyecto tiene como objetivo primordial generar un sistema de control visual que permita mejorar la trazabilidad de los productos producidos y los lotes

referenciales, de tal manera que se tenga el control hasta el último eslabón, reduciendo así el gasto de toma de inventario como el control de los SKU's generados.

1.1 Descripción del problema

El año 2022 el camarón fue el principal producto de exportación para el país, sin incluir el petróleo y sus derivados; esto se dio por el incremento de precio y volumen respecto al año 2021 en un 30%, forjando un hito para el Ecuador. Mientras que el primer trimestre del 2023 este producto superó al petróleo crudo en \$202 millones de dólares, mostrando así la tendencia y el impacto sobre el PIB que tiene el camarón. Por este motivo, las empresas camaroneras tienen que desarrollar de manera continua sus operaciones y control (Universo, 2023).

Entre los problemas principales que existen, se tiene la falta de seguimiento sobre los diferentes tipos de productos realizados, que involucran de manera externa en la calidad del producto terminado y de manera interna en el inventario producido.

Estos factores son importantes ya que ayudan a mejorar la competencia del precio del producto en el mercado internacional, ya que se reducen costos y gastos que merman la utilidad de las empresas.

En este proyecto se tiene como problema en estudio, las inconsistencias generadas en el inventario de bodega o cámaras de congelación, ya que existe diferencias entre el producto producido de la línea operativa respecto al producto empaquetado y almacenado.

Por este motivo, se tiene la aplicación de un sistema de control manejado con códigos QR, que permita llevar la trazabilidad de los diferentes tipos de productos generados, entendiendo que existe una alta gama por peso, tamaño, venta local o exportación y si el producto requerido es con cabeza o sin cabeza. Esto se complementa con control visual sobre las cámaras de producto terminado que permitan validar de manera práctica el stock e inventario respecto a la información almacenada de producción.

1.2 Justificación del proyecto

El proyecto tiene como finalidad lograr reducir de manera sistemática y controlada las diferencias generadas entre la cantidad producida y la información obtenida de las cámaras de almacenamiento a través de los inventarios realizados, cuyos desfases han mostrado hasta un 60%, es decir por lotes puntuales sólo 4 de 10 cajas producidas se han registrado.

Estos datos llevan a la conclusión de la falta de control sobre el producto, que genera un alto costo de inventario impactando de manera directa en el estado de resultados de la empresa, por este motivo, la solución es realizar seguimiento digital a través de un código QR añadido a cada caja producida, que de manera directa refleje los datos cualitativos y cuantitativos de los *SKU* a través de aplicaciones desarrolladas a la par por el equipo de TI.

Con esta solución se tiene un impacto directo al corto plazo, con reducción al 90% de las diferencias en el largo plazo, para lo cual se realiza un plan de control sostenido y un plan de contingencia en caso de que el proceso realizado no muestre resultados favorables.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir el porcentaje de inconsistencia en el inventario del área de cámaras al 27,77% del total producido en el primer trimestre de 2024.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analiza las causas que provocan inconsistencias en el último semestre de 2023.

2. Aplicación de soluciones para reducir inconsistencias en el primer semestre de 2024.
3. Recopilar información para identificar la situación actual, último semestre de 2023.

1.4 Marco teórico

En esta sección se describe las herramientas usadas y los conceptos que ayudan al desarrollo de las etapas de la metodología, que permiten la correcta aplicación de las soluciones.

1.4.1 DMAIC

La metodología DMAIC o por sus siglas en inglés *Define-Meditation-Analysis-Improve-Control*, es un conjunto de herramientas *lean six sigma* que se basan en encontrar las causas raíz de un problema definido, para con ello buscar soluciones sostenibles que tengan impacto directo y de magnitud, en el transcurso de su aplicación se analizan datos que permitan cuantificar y validar la información recolectada a través de análisis estadísticos (Aleu González, 2003).

Este conjunto de herramientas permite reducir o incrementar, dependiendo del objetivo trazado, una variable definida, al ser un modelo lineal no se permite saltar ninguno de los pasos descritos previamente, lo que involucra un trabajo organizado y con avances acorde al ritmo de trabajo, por eso es importante lograr enfocar de manera correcta la información del problema, con la o las variables que generen mayor impacto, para así optimizar los recursos (Cronemyr, 2007).

1.4.2 Crítico de calidad (CTQ TREE)

El crítico de calidad es una herramienta que permite transformar las ideas o necesidades de las partes involucradas de lenguaje cotidiano a variables medibles, esto a través del agrupamiento de las ideas en características especiales que permiten consolidar la información y posteriormente buscar la forma más práctica de medirlo, es importante que estas definiciones estén ligadas a la variable principal del proyecto y a los pilares de sostenibilidad (Garza Ríos, González Sánchez, Rodríguez González, & Hernández Asco, 2016).

1.4.3 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, conocido como el diagrama 80/20, es una herramienta que permite simplificar los problemas a través del análisis cuantitativo del impacto que tiene cada variable sobre una causa en común.

Es decir, se analiza en porcentajes el impacto que generan las variables sobre la problemática definida, y la regla es que el 80% de lo generado es por causa del 20% de las variables, no todas en estudio generan la misma huella. Esta proporción no es una regla definida a la exactitud, los porcentajes pueden variar alrededor de ese número, todo está en función del criterio con el que se esté midiendo el problema, pero el objetivo es reducir la causa optimizando los recursos usados (Leal Solano, 1987).

1.4.4 Pruebas estadísticas

Para que la herramienta DMAIC tenga un nivel de precisión cerca del 95% en su ejecución, es fundamental dominar las pruebas estadísticas, ya que la metodología tiene como base el estudio y descripción del comportamiento de las variables. Estas son usadas para validar la información, comparar muestras,

concluir y tomar decisiones de interés, y a su vez son complementadas de manera gráfica con otras herramientas (Navarro, Gisbert, & Pérez, 2017).

Para lograr ello es importante tomar muestra de datos por cada variable, hay que tener en consideración que cada una presenta una característica diferente acorde a como están expresadas en su naturaleza; todo grupo de datos siguen un patrón de distribución estadístico en el espacio, estos de manera general ya se encuentran parametrizados en el área de estudio. Se encuentran clasificadas en dos tipos, normales y no normales también conocidas como no paramétricas, teniendo las muestras listas se procede aplicar la prueba adecuada y con ello se valida si cumple o no con la hipótesis planteada, esto en función del nivel de confianza o error que se haya expuesto, demostrando así lo que se desea (Díaz, Victoria, Vargas, & Hernández, 2020).

Para los datos normales, se tienen comúnmente las siguientes pruebas:

- Prueba T pareada
- Prueba T de 2 muestras ("T de *Student*")
- Anova aplicable para 3 o más muestras
- Prueba de varianza para 1 muestra y para 2 muestras

Para los datos no normales, se tienen:

- Prueba Wilcoxon para 1 muestra
- Prueba Mann Whitney aplicable para 2 muestras
- Prueba Kruskal Wallis aplicable para 3 o más muestras

Estos en mención se aplican si se trabaja con valores discretos o puntuales, en cambio sí son valores continuos con decimales, se usan las siguientes pruebas gráficas (Jacobs, Berry, Whybark, & Vollmann, 2011).

- Regresión lineal

- Análisis de capacidad
- Gráfica de control
- Histograma
- Gráfica de cajas (Box plot)
- Gráfica de dispersión (Scatter plot)

1.4.5 Gráficas de control y análisis de capacidad

La gráfica de control muestra la actualidad del proceso en estudio acorde a los límites naturales del proceso, todos estos tienen su comportamiento regular acorde a las tareas que ejecuta y si estas presentan variaciones en el tiempo, la gráfica se verá afectada, además es sensible a patrones ya que esto es traducido como desajustes o malas prácticas en las tareas ejecutadas. Si no tienen puntos fuera de los límites y tampoco patrones con anomalías, entonces se dice que el proceso es estable y se encuentra bajo control estadístico, también muestra la variabilidad entre grupo de datos que permite analizar la dispersión del proceso (Yen, Chou, & Chang, 2002).

Habiendo logrado la estabilidad en el proceso el siguiente paso es la realización del análisis de capacidad, el cual demuestra si el proceso es capaz de ejecutar sus tareas de manera óptima y se obtienen resultados favorables. Esto es medido a través de indicadores como el parte por millón (ppm), o el CPK que mide el sesgo del proceso ya sea a favor o en contra de la variable de interés. Este análisis usa los límites del mercado, siendo más restrictivo las conclusiones sobre la situación del proceso, a su vez se presentan los datos tanto al corto como al largo plazo, dando un mayor alcance para la toma de decisiones (Bradley, 2008).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Como se describió en el capítulo anterior, el desarrollo del proyecto se encuentra plasmado bajo la metodología DMAIC, la cual tiene como ruta definir un problema medible y estructurar las soluciones en tiempo y espacio, de tal manera que se logre sostenibilidad en las mismas.

Está dividido en cinco etapas, estas son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Para el cumplimiento de estas etapas, se debe recolectar las necesidades del cliente y transformarlas en información medible, que permita llevar el control de las variables importantes. En el problema actual, se tiene una empresa empacadora de camarón, la cual tiene inconvenientes en el seguimiento y control de su producto terminado, generando reprocesos, tiempos perdidos, y elevado gasto de inventario, influyendo directamente en la toma de decisiones a nivel financiero.

2.1 Definición

Es la primera etapa del proyecto, donde se recolectó la problemática existente en todos los clientes clave y sus áreas, además del alcance que este genera en la empresa y con ello los objetivos a lograr.

Además, se definió la situación actual del proceso a través de un diagrama de flujo, que permitió observar aquellas actividades que no agregan valor o son necesarias.

Para cumplir con estas definiciones, en primer lugar, se realizaron sesiones de acompañamiento con el equipo de trabajo involucrado, esto permitió escuchar la voz del cliente y poder actuar de manera concisa sobre el problema. En segundo lugar, se definieron las variables involucradas, ya sea libras procesadas, libras en stock o cámaras de frío, libras en el kardex y/o software de almacenamiento, con las características involucradas en peso, tamaño, cantidad, entre otros.

Y finalmente, se plasmó la información de manera gráfica.

Entre las partes involucradas, se tiene al personal operativo, quienes son los que manejan las operaciones en el día a día y conocen los movimientos generales, con ellos de igual manera se tuvo sesiones que permitieron no solo mejorar el proceso para reducir los gastos asociados sino también para mejorar el nivel de satisfacción en el área de trabajo.

2.1.1 Voice of Customer

El primer paso de la metodología es la recolección de necesidades con los *key customer*, esta información obtenida permite conocer desde la fuente la situación actual y los problemas generales del área, permitiendo enfocar el proyecto.

A los *key customer* se les consultaron las dificultades que tienen en el área y lo que esto provoca en los desfases o inconsistencias de inventario, para ello se usó la lluvia de ideas o *Brainstorming*, herramienta que permite de manera ordenada generar una gran cantidad de ideas sin necesidad de usar lenguaje técnico, es decir, el cliente tiene la confianza que será escuchado, y será preciso en la información que desea indicar. Entre las ideas que se obtuvieron se tiene:

- Falla en digitación de la información.
- Existen ítems duplicados.
- Se registra la entrada de producto, pero no la de salida.
- Sobra espacio en el llenado de los coches.
- Hay descuadre de inventario.
- Se toma mucho tiempo en identificar los descuadres de inventario.
- Se asume información de cajas en el coche.
- No es correcta la información del lote con el Kardex.
- Se pierden las hojas de Kardex.

En la figura 1, se observa de manera resumida las necesidades recolectadas tanto en operadores como el asistente de producción, a su vez se tuvo involucrados al contador general que es quien maneja la información de cuadros y al jefe de producción. Con esta información se realizó el diagrama de afinidad que agrupa las ideas en una característica en común.

Figura 1

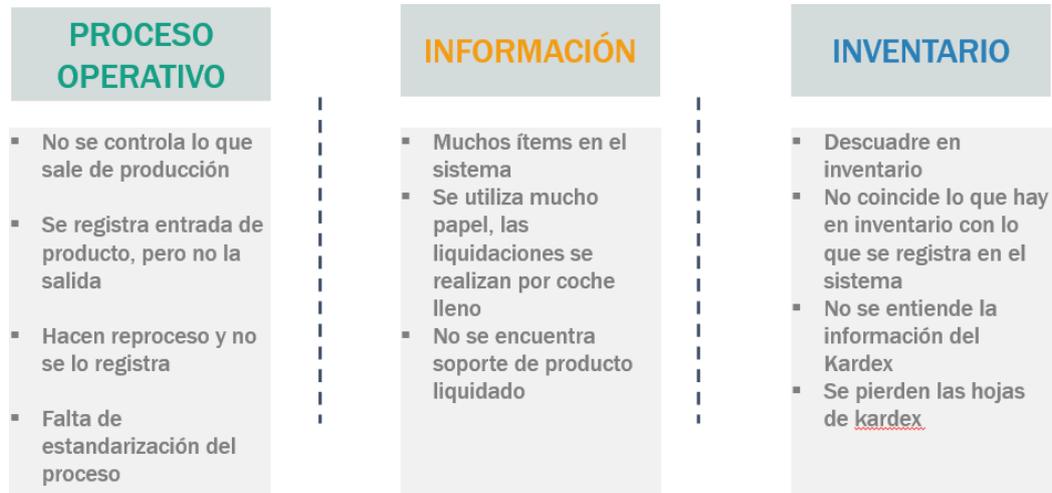
Necesidades del cliente



Con esta información se realizó el diagrama de afinidad que agrupa las ideas en una característica en común, como se observa en la figura 2.

Figura 2

Diagrama de afinidad

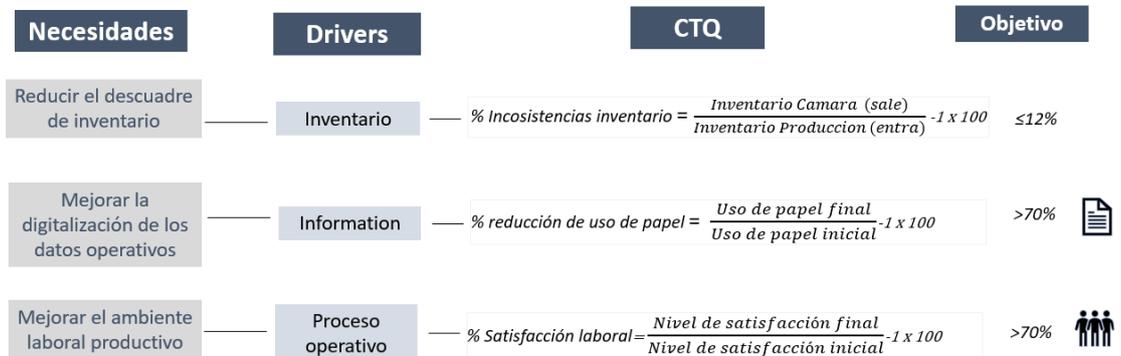


2.1.2 Critical to Quality (CTQ tree)

Con el diagrama de afinidad ya estipulado se realizó el CTQ TREE, o también conocido como critico de calidad, el cual transforma las necesidades previas en variables medibles, que puedan además involucrar los pilares de sostenibilidad, figura 3.

Figura 3

CTQ TREE



En esta gráfica se puede observar las ecuaciones de cálculo de inconsistencias de inventario, del uso de papel y de satisfacción laboral, todas

expresadas en porcentaje de reducción.

Posterior a ello se realizó un SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer), que describe de manera detallada el proceso principal de la producción y liquidación del producto terminado, en este se hace énfasis sombreando las tareas involucradas con el problema previamente definido, mostrando como se involucra y el alcance que tienen las inconsistencias.

Como alcance del proyecto se tiene que el impacto tanto del problema como de las futuras soluciones es sobre las áreas de máquina, túnel de enfriamiento, contabilidad asociada al producto terminado, masterizado o bodega de producto terminado y cámara de congelación, se observa en la figura 4.

Figura 4

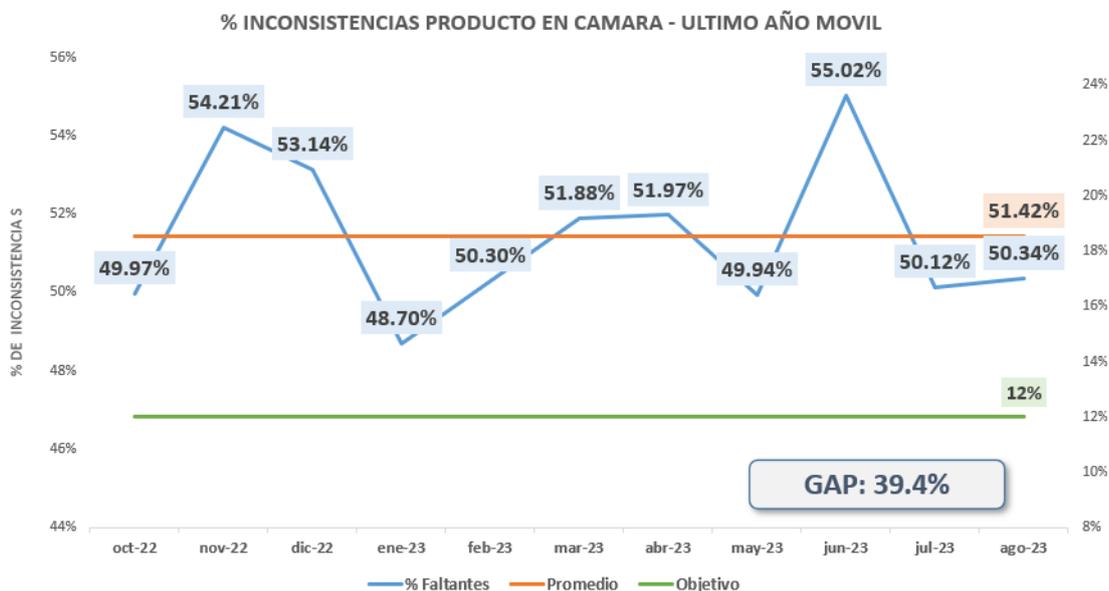
SIPOC del proceso de empaquetado

PROVEEDOR	INGRESOS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Camaroneras	Camarón	Recibir materia prima	Camarón aprobado	Producción
Producción	Camarones aprobados	Clasificar por talla	Camarón por tamaño	Línea de producción
Línea de producción	Cajas y camarón	Llenar cajas de camarón	Cajas llenas	Pesadoras
Pesadoras	Cajas llenas	Pesar cajas con camarón	Cajas etiquetadas	Glaseadores
Glaseadores	Agua helada, cajas	Glasear las cajas y sellar	Cajas terminadas	Liquidación
Liquidación	Coche, cajas liquidadas	Llenar coche con cajas	Orden de producción terminada	Túnel
Túnel	Formato de liquidación, lote terminado	Liquidar cajas	Formato de salida de producto	Masterizado
Masterizado	Formato de llenado, coches	Llenar kardex	Validación del producto en los coches	Producto terminado

El SIPOC muestra la línea base de la problemática, en este caso se muestra los porcentajes de inconsistencias del último año móvil donde se observa que el promedio es de 51.4%, con picos de hasta 55% en el mes de junio del presente año. Mientras que como objetivo empresarial se tiene como mínimo entre el 15% y 12%, obteniendo así un GAP de 39.4%, observado en la figura 5.

Figura 5

Línea base – serie de tiempo de inconsistencias



Y: PORCENTAJE DE INCONSISTENCIAS DE PRODUCTO EN CAMARAS DE INVENTARIO

Con estos valores se procede a definir los objetivos SMART.

- **Escenario optimista:** Reducir el 93% de inconsistencias de inventario, llegando a un valor promedio de 14.8% en el primer mes de aplicación de la solución, en febrero 2024.
- **Escenario neutral:** Reducir el 60% de inconsistencias de inventario, llegando a un valor promedio de 27.8% en el primer mes de aplicación de la solución, en febrero 2024.
- **Escenario pesimista:** Reducir el 40% de inconsistencias de inventario, llegando a un valor promedio de 35.7% en el primer mes de aplicación de la solución, en febrero 2024.

Bajo esta estructura de escenarios se tomó la decisión del escenario neutral, que implica un objetivo alcanzable dentro de los tres meses del proyecto.

Con ello se definió por medio de la herramienta 3W+2H el problema:

El porcentaje de inconsistencias del inventario físico en el área de cámara de frío ha venido en incremento desde octubre del 2022, con un promedio del 51.42% de inconsistencias cuando el valor deseado por la empresa es del 12%.

Respecto a las restricciones de diseño, se tienen cuatro ejes que limitan la agilidad del proyecto. La primera es la temperatura cercana al 0°C en el área de almacenamiento, o las cámaras de congelación, en este lugar se desarrolla el 50% de la problemática ya que es donde se presenta la diferencia faltante que llega de producción.

Posterior se tiene el espacio físico disponible en las cámaras, como se indicó en el caso anterior, aquí se trabaja en la mitad del problema, lo que limita a la movilización en el GEMBA.

La tercera restricción es la limitación presupuestaria para las futuras implementaciones en \$2.000.

Y finalmente se tiene la complejidad en la identificación de SKU's que han sido creados en la base datos y generan mucha confusión, ya que no están parametrizados y gran parte se encuentran duplicados con diferentes taxonomías, limitando y atrasando el entendimiento de las causas, como se muestra en la figura 6.

Figura 6*Restricciones de la compañía.*

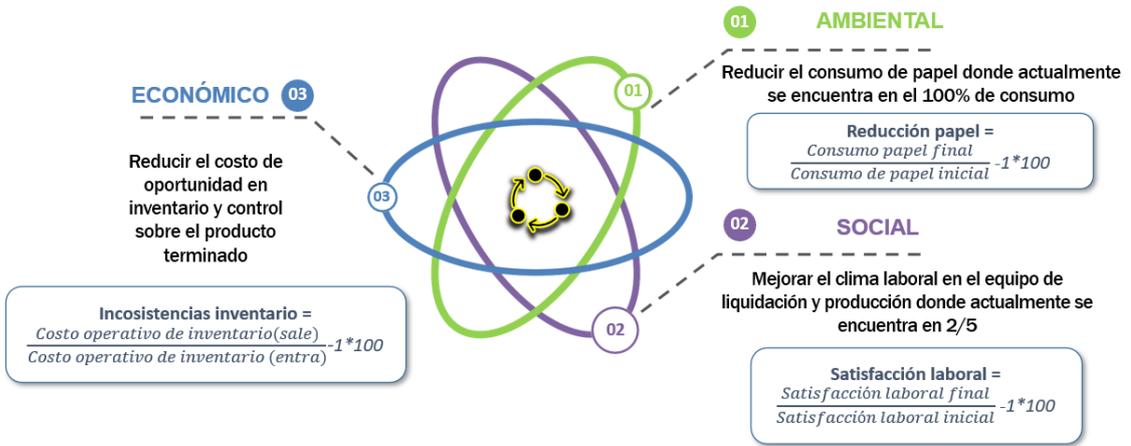
En el Anexo 1, se tiene el diagrama de flujo funcional donde se clasifican en 12 tareas que agregan valor, 7 que no agregan valor y 8 que no agregan valor, pero son necesarias, en otras palabras, el 56% de las tareas se pueden eliminar o transformar del proceso de creación y liquidación de producto empacado.

Finalmente, en esta etapa se muestra el triple bottom line donde se muestra los indicadores de sostenibilidad para cada pilar propuesto, en ambiental, social y económico, mostrado en la figura 7.

En el ambiental se tiene la reducción de consumo de papel, actualmente no hay una estrategia sobre la cantidad que usan en las áreas; en la parte social, se tiene la mejora del clima laboral en el equipo de liquidación y producción, que actualmente bajo una calificación de 5 puntos se tiene máximo 2, es decir un 40%; y finalmente en la parte económica se tiene la reducción del porcentaje de inconsistencias cuyo resultado se valorizara para descubrir las mejoras.

Figura 7

Tipos de datos involucrados

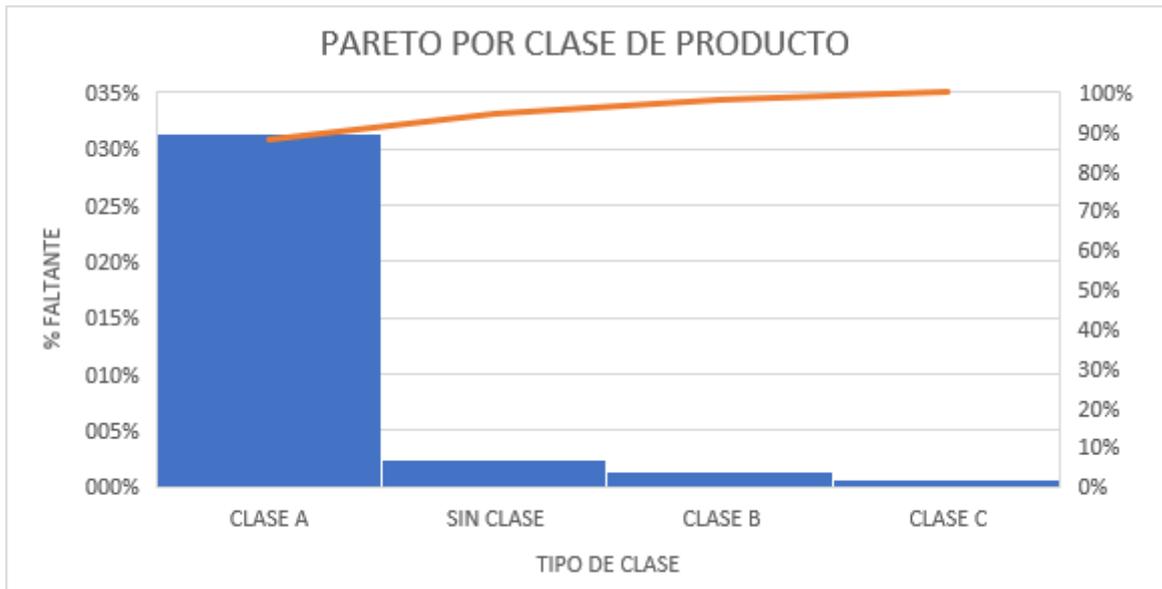


2.2 Medición

En esta nueva etapa, inicialmente se procede a enfocar el problema, para detectar la posibilidad de que el problema sea enfocado en los factores que lo generen en mayor proporción, esto se describe gráficamente a través del diagrama de Pareto, de la figura 8.

Figura 8

Pareto de estratificación por clase de producto



Donde se observa como los productos de clase A que corresponden a los de

exportación, tienen más del 80% de las inconsistencias generadas, por lo que el proyecto se redujo a trabajar con información solo de este tipo de clase, definiendo el problema de la siguiente manera:

El porcentaje de inconsistencias del inventario físico por clase de producto en el área de producción ha venido en incremento desde Octubre del 2022, con un promedio del 42.16% de inconsistencias cuando el valor deseado por la empresa es del 12%.

Teniendo definido el problema, objetivos, alcance y las variables de interés, el paso posterior es validar dicha información trabajada con el objetivo de cerciorarse en la calidad de resultados obtenidos.

En la tabla 2.1 se muestra el plan de recolección de datos con las variables de interés, en esta se muestra las características de los datos, en unidades, tipo, dónde se recolectó, bajo que metodología se obtuvo, quién realizó esta recolección y sobre todo para qué servirá cada una de ellas.

Esto permite conocer la funcionalidad de cada dato para que posteriormente de manera estadística pueda ser validado, en caso de que esté correcto se procede con la metodología asignada y si no se debe realizar un nuevo muestreo.

Tabla 2.1*Plan de recolección de datos*

X's	Qué	Unidades	Tipo de dato	Dónde se va a recolectar	Cuándo se va a recolectar	Método de recolección	Dónde se registra	Quién lo va a realizar	Por qué se registra
1	Libras del sistema	Libras	Cuantitativo	Contabilidad	10/10/2023	Database	Software SOFACON	Asistente de producción	Porque se necesita cuadrar la información que sale de producción
2	Libras del kardex	Libras	Cuantitativo	Producción	10/10/2023	Database	Hojas de registro de kardex	Liquidador	Porque se necesita saber lo que se va a ingresar al sistema
3	Consumo de papel	Resma	Cuantitativo	Administración	2/10/2023	Requerimiento al área administrativa	Formato de control de uso de papel	Lider project	Para llevar el control sobre el consumo de papel
4	Taxonomía de los productos	NA	NA	Administración	3/10/2023	Database	Formato de registro de producto	Contador	Porque necesita llevar un seguimiento sobre los productos creados
5	Libras de cámara	Libras	Cuantitativo	Cámaras	5-10-2023	Database	Formato de registro de producto en cámara	Jefe de cámara	Porque se necesita saber lo que ingresa a cámara

2.2.1 Validación de los datos

A través del plan de recolección se procedió a validar cada dato obtenido, con la finalidad de aseverar que las bases del proyecto se encuentren sustentadas de manera correcta.

En este caso se tomaron bases de datos para todas a variables a excepción de consumo de papel, ya que para ello la empresa no contaba con información levantada.

Para este caso en particular, se creó una tabla de datos que pueda ser analizada posteriormente de manera estadística, para la definición de la cantidad de datos a obtener se usó la ecuación 2.1.

$$N = \left\{ \frac{S * t_{n-1,\alpha}}{k\bar{x}} \right\}^2 \quad (2.1)$$

Donde de manera inicial se obtuvieron 10 datos de cantidad de uso de papel y con ello se obtuvo la media (\bar{X}) y la desviación (S), estos fueron reemplazados y se asignó el error del 90% con una población N de 25 datos, como se observa en la figura 9.

Figura 9

Datos para obtener el N representativo poblacional

- $K = 0,10$
- $X = 28,16$
- $S = 6,12$
- $t(n-1,\alpha/2) = 2,26$
- **$N = 25$**

Obtenida esta información, se tomaron las cantidades estipuladas por la formula del consumo diario de papel en todas las áreas involucradas, en la figura 10

se observa un ejemplo de datos recolectados, la cual fue generada por el Project leader para mejorar el entendimiento de la información.

Figura 10

Tabla de recolección de consumo de papel en las áreas.

ESTUDIO DE TIEMPOS											
ÁREA	PRODUCCIÓN	FECHA:		OCTUBRE 2021		N. MÁQUINA	# 2				
PROCESO	EMPACADO DE CAMARÓN					TURNO					
ANALISTA DEL PROCESO	Dennisse Cholet		Sotian D.		PERO NETO						
											1.4 KG
ELEMENTOS	Tiempo observado (seg)										ΣT
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Llenado de cajas de camarón	11.88	9.34	9.94	7.87	8.27	10.21	15.91	14.75	12.81	11.56	112.65
Pesaje de cajas	6.34	5.88	4.69	3.88	3.84	4.50	6.06	7.47	6.87	6.04	55.57
Glaseado	10.06	9.09	7.84	6.38	6.63	8.18	8.66	6.28	6.19	6.88	76.17
Traslado a coches	4.74	3.31	4.50	3.09	4.63	3.24	3.25	3.76	5.83	7.97	37.26

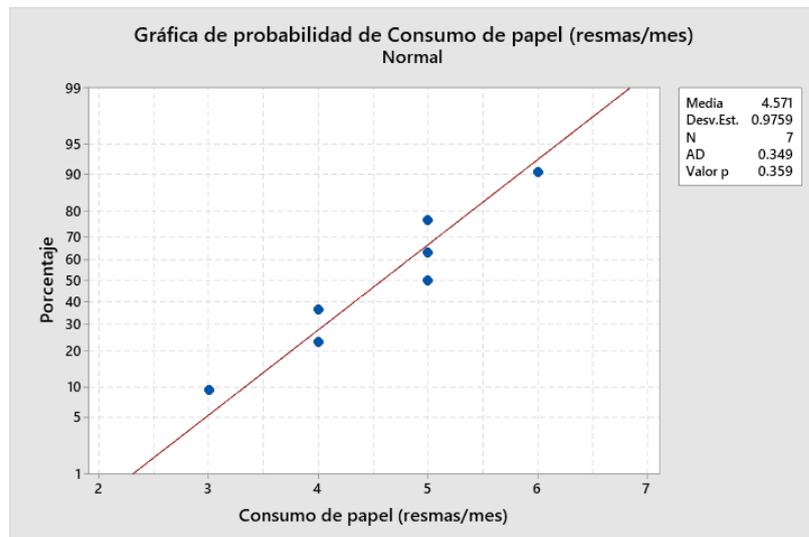
Realizado por:
Dennisse Cholet C.

Aprobado por:

Con la información recolectada se procedió con la validación, donde en primer lugar se analiza la normalidad de los datos a través de una prueba de hipótesis y así corroborar si la naturaleza de ellos sigue una distribución normal o no paramétrica. En la figura 11 se observa la prueba.

Figura 11

Prueba de normalidad Anderson-Darling para consumo de papel



En ella a través del valor p se observa que los datos siguen una distribución

normal ya que la hipótesis nula es que los datos siguen este tipo de distribución y el valor p al ser mayor que el error de 0.05 no es rechazado por ende de manera estadística con un 95% de confiabilidad se indica que los datos son normales.

Para los siguientes datos se realizan las validaciones a través de la obtención de muestras de la base de datos existente, en la ecuación 2.2 se observa la ecuación para el cálculo de este valor que involucra tamaño de muestra (N), valor de probabilidad acorde al nivel confianza (Z), valor del error (e) y valor de probabilidad p el cual es asumido como 0.05 por la confianza que se requiere obtener en la conclusión.

$$n = \frac{\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2 * N}\right)} \quad (2.2)$$

Reemplazando los valores para una población de 339 datos se obtiene el n poblacional, dando como resultado 125 datos, como se observa en la figura 12.

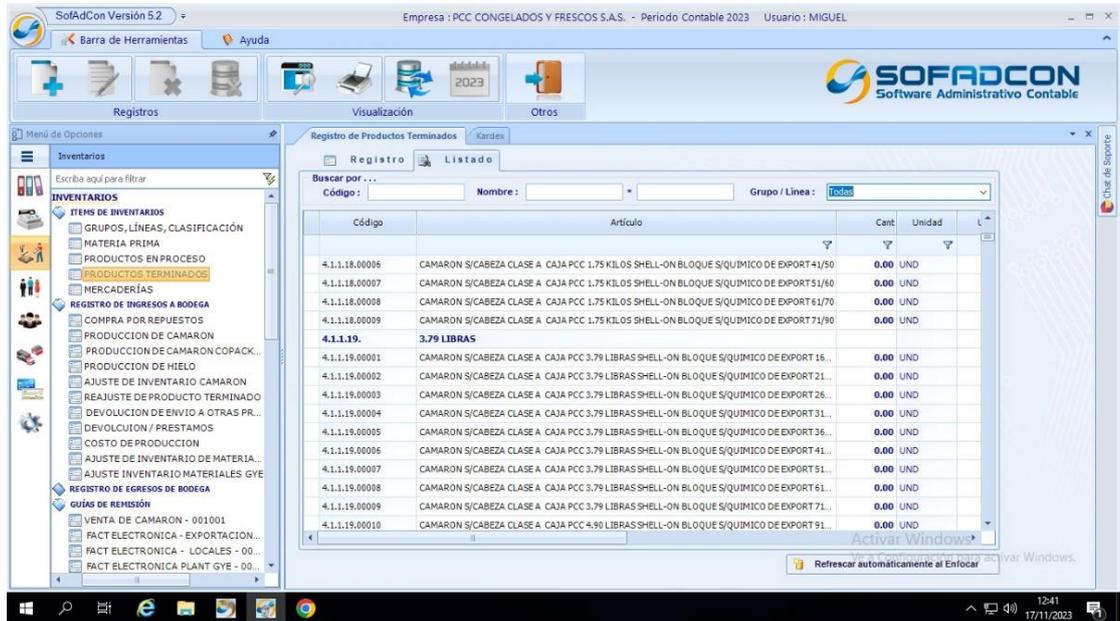
Figura 12

Cálculo de n poblacional

$n = \frac{\frac{(1.96)^2 * 0.85(1 - 0.85)}{0.05^2}}{1 + \left(\frac{1.96^2 * 0.85(1 - 0.85)}{0.05^2 * 339}\right)}$
$n = 124.163 \approx 125$

Se puede observar en la figura 13 la base de datos de la información otorgada por la empresa.

Figura 13
Base de datos de la empresa



Posteriormente, se tomó la primera variable que es inventario del sistema y se realizó una comparación el inventario de libras existentes de manera física en la cámara de frío, como se tiene en la figura 14.

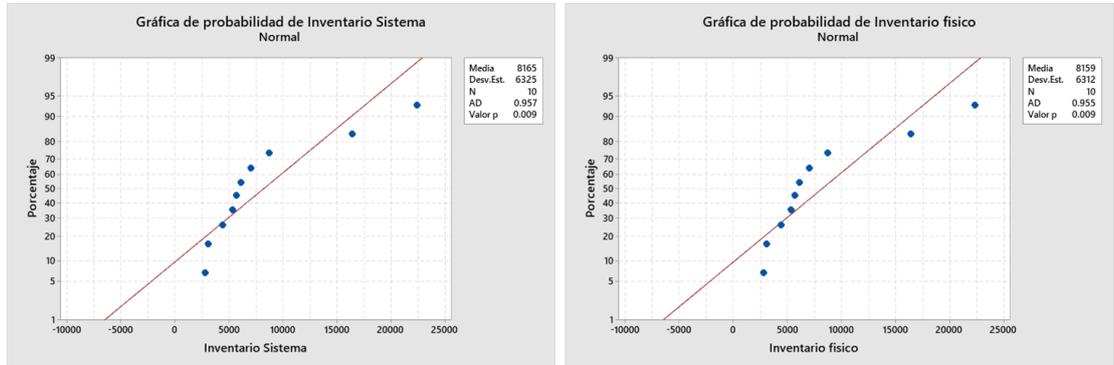
Figura 14
Muestras obtenidas por el project leader para comparar el inventario

CEDULA	CODIGO	PRODUCTO	VERIFICACION DE LIBRAS	SISTEMA LIBRAS
A02.01	4.600.1.07.012.00001	PRODUCTO TERMINADO CLASE A CAMARON EZ PELL 1.85 LBS IQF C/Q BIKINI T 26/30	16.370,65	16.370,65
A02.02	4.1.45.2.00007	CAMARON S/CABEZA CLASE A BANDEJA PLASTICA 4.5 LIBRAS SHELL-ON BLOQUE S/QUIMICO	22.330,00	22.383,00
A02.03	4.1.1.11.00007	CAMARON S/CABEZA CLASE A CAJA PCC 3.80 LIBRAS SHELL-ON BLOQUE S/QUIMICO DE EXP	7.011,00	7.011,00
A02.04	4.7.31.1.00005	CAMARON CLASE A FUNDAS TRANSPARENTES 5 LIBRAS PYD CRUDO TAIL-OFF 71/90	5.632,00	5.635,00
A02.05	4.1.45.2.00002	CAMARON S/CABEZA CLASE A BANDEJA PLASTICA 4.5 LIBRAS SHELL-ON BLOQUE S/QUIMICO	4.374,00	4.374,00
A02.06	4.1.1.17.00005	CAMARON S/CABEZA CLASE A CAJA PCC 1.71 KILOS SHELL-ON BLOQUE S/QUIMICO DE EXP	6.056,82	6.056,82
A02.07	4.600.1.08.010.00001	PRODUCTO TERMINADO CLASE A CAMARON TAIL ON 3/4 5.0 LBS IQF C/Q S/MARCA T 50/56	8.720,00	8.720,00
A02.08	4.7.7.1.00003	CAMARON CLASE A FUNDAS EZ PEEL IQF 1.85 LIBRAS DE EXPORT 26-30	3.054,00	3.054,35
A02.10	4.1.47.1.00014	CAMARON C/CABEZA CLASE A CAJA BLANCA 5.0 LIBRAS HEAD-ON BLOQUE S/QUIMICO DE E	5.310,00	5.310,00
A02.12	4.600.1.04.010.00005	PRODUCTO TERMINADO CLASE A CAMARON PYD 5.0 LBS IQF C/Q S/MARCA T 36/40	2.733,00	2.735,00
A02.13	4.600.1.04.003.00006	PRODUCTO TERMINADO CLASE A CAMARON PYD 4.0 LBS BLOQUE C/Q SUNDAY T 41/50	11.728,00	11.728,00

Estas muestras fueron procesadas a través de una prueba de normalidad, donde al tener un valor p menor a 0.05, se rechaza la Ho, por ende, se indica con un 95% de confianza que las muestras no tienen una distribución normal, observado en la figura 15.

Figura 15

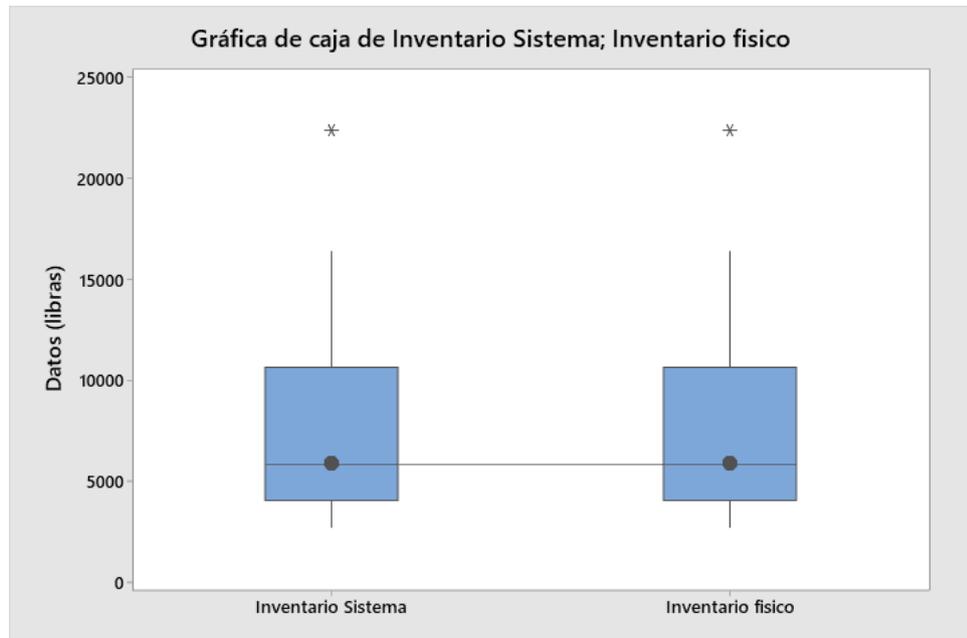
Pruebas de normalidad de datos de inventario



Finalmente, al no ser datos normales se realizó una prueba Mann Withney la cual permite validar si las muestras son estadísticamente iguales y por ende no existe una diferencia significativa entre ellas que no permita ser comparadas, en la figura 16 se observa el gráfico de cajas donde la recta une las medianas de ambos agrupamientos y se tienen datos con una misma dispersión de datos.

Figura 16

Gráfica de cajas de las muestras de inventario



La hipótesis nula (H_0) en esta prueba es que las medianas tienen igualdad estadística y la hipótesis alterna (H_1) es que dichas medianas no presentan

igualdad.

Por lo tanto, en la figura 17, se tiene que el valor p es mayor al error de significancia de 0.05, y con ello no se rechaza la hipótesis nula con un 95% de confianza, validando así que las muestras de inventario físico y del sistema son estadísticamente iguales.

En conclusión, los datos de esta variable son confiables.

Figura 17

Prueba Mann Whitney para las muestras de inventario

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	106.50	0.940
Ajustado para empates	106.50	0.940

Para culminar esta etapa, se realizó el análisis de capacidad, donde inicialmente se tiene la gráfica de control estadístico mostrada en la figura 18, se puede observar que los datos no presentan anomalías o datos aberrantes, además de patrones que muestren alteraciones en el proceso. A partir de ello se puede concluir que los datos se encuentran bajo control estadístico y consecuentemente se procedió a realizar el análisis de capacidad en la figura 19 que a través del valor de cpk menor a cp indica que el proceso tiene problema de variabilidad entre datos, mientras que el cp menor a 1.33 refleja que no se tiene un proceso de clase mundial, teniendo valores con problemas de localización desfasados hacia la derecha del promedio buscado, bajo estas premisas se plantea las soluciones que permitan mejorar el proceso de control de las cajas de producción en la cámara de frío.

Figura 18

Gráfica de control de las inconsistencias

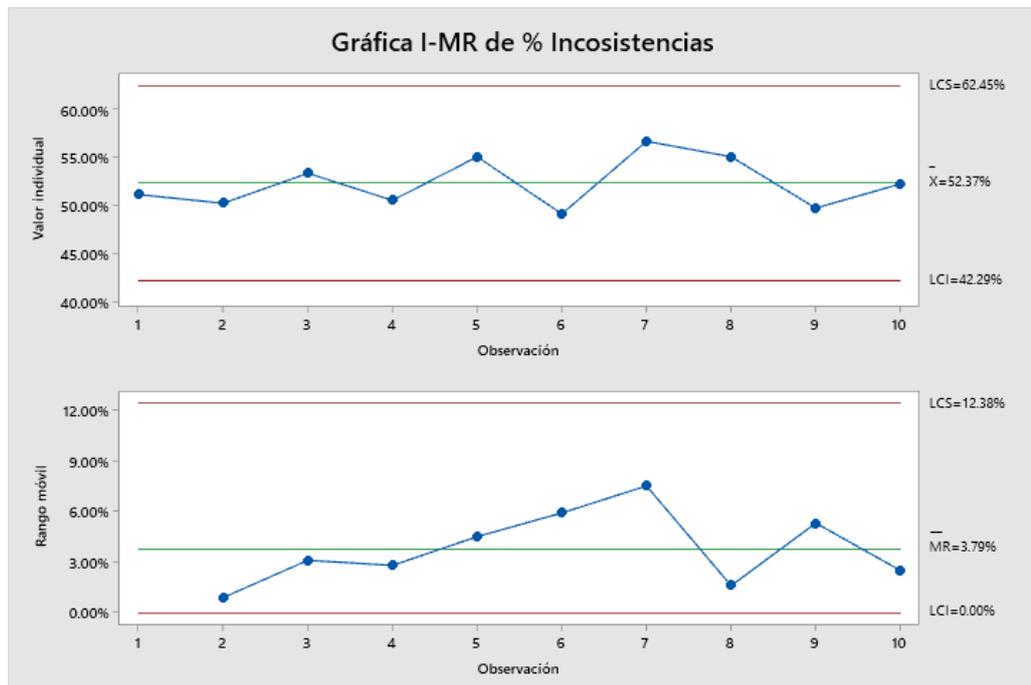
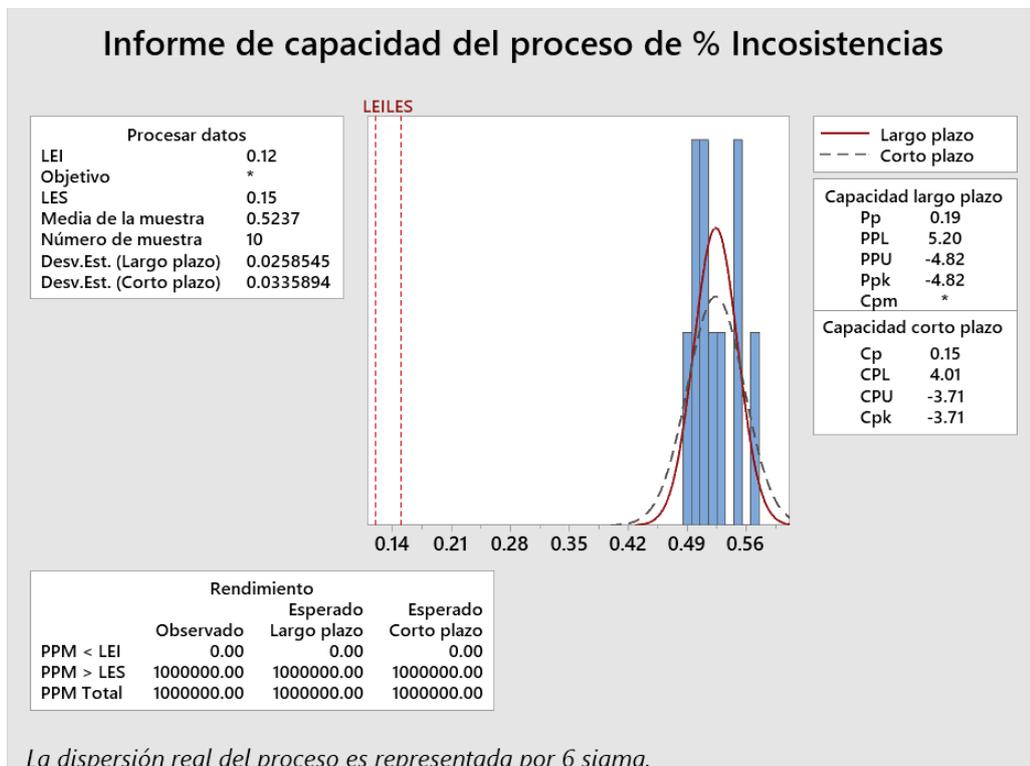


Figura 19

Análisis de capacidad de las inconsistencias



2.3 Análisis

En la etapa de análisis se desarrollaron ideas acerca de las causas que generan el problema enfocado, y con ello se realizaron una serie de herramientas que ayudaron a filtrar las causas pasando de comunes a potenciales y luego las causas significativas

Además, con estos resultados obtenidos mediante la herramienta de 5 por qué se logró encontrar las causas raíz que generan el problema y que tipo de acciones se pueden realizar para contrarrestar este impacto sobre la variable respuesta.

2.3.1 Lluvia de ideas (*Brainstorming*)

Al igual que en la etapa anterior, en este caso se generó una lluvia de ideas con el equipo del proyecto con el objetivo de que se enuncien todos los posibles sucesos que estén generando el desfase en las libras procesadas y las inconsistencias sobre el inventario. En la figura 20 se observa la lluvia de ideas generadas con el equipo.

Figura 20

Lluvia de ideas de las causas que generan inconsistencias

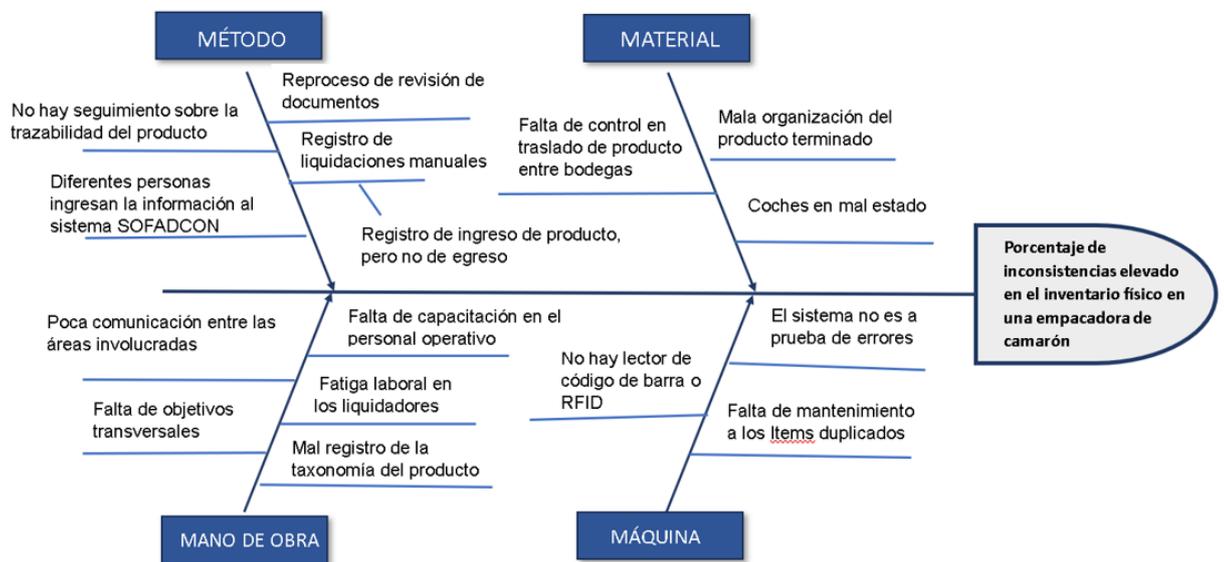


2.3.2 Diagrama de Ishikawa

Con ello se procedió a agrupar las ideas a través del diagrama de Ishikawa con la metodología de las 4M, las cuales fueron clasificadas acorde a la variable de interés, estas son: método, mano de obra, materiales y máquina, la cual se observa en la figura 21.

Figura 21

Diagrama de Ishikawa de las causas registradas



2.3.3 Matriz de ponderación de causas

El siguiente paso fue ponderar las causas con el equipo del proyecto, a través de la matriz de ponderación, mostrada en la figura 22.

Figura 22

Matriz de ponderación de causas

Variable Y: Porcentaje de inconsistencias elevado en el inventario de producto en cámara en una empacadora de camarón					
Matriz Causa - Efecto		Contador general	Jefe Operacione	Jefe Camara	TOTAL
VARIABLES X	MÉTODO				
	No hay seguimiento sobre la trazabilidad del producto	9	3	3	3
	Diferentes personas ingresan la información al sistema SOFACON	3	9	3	3
	Reproceso de revisión de documentos	3	3	3	3
	Registro de liquidaciones manuales	9	9	9	9
	Registro de ingreso de producto, pero no de egreso	9	9	9	9
	MATERIALES				
	Falta de control en traslado de producto entre bodegas	9	9	9	9
	Mala organización del producto terminado	3	3	9	3
	Coches en mal estado	0	3	3	3
	MANO DE OBRA				
	Poca comunicación entre las áreas involucradas	9	3	3	3
	Falta de objetivos transversales	3	1	3	3
	Falta de capacitación en el personal operativo	9	3	9	9
	Fatiga laboral en los liquidadores	9	3	3	3
	Mal registro de la taxonomía del producto	9	9	9	9
	MAQUINA				
	No hay lector de código de barra o RFID	9	9	9	9
	El sistema no es a prueba de errores	3	9	3	3
	Falta de mantenimiento a los Items duplicados	9	9	9	9

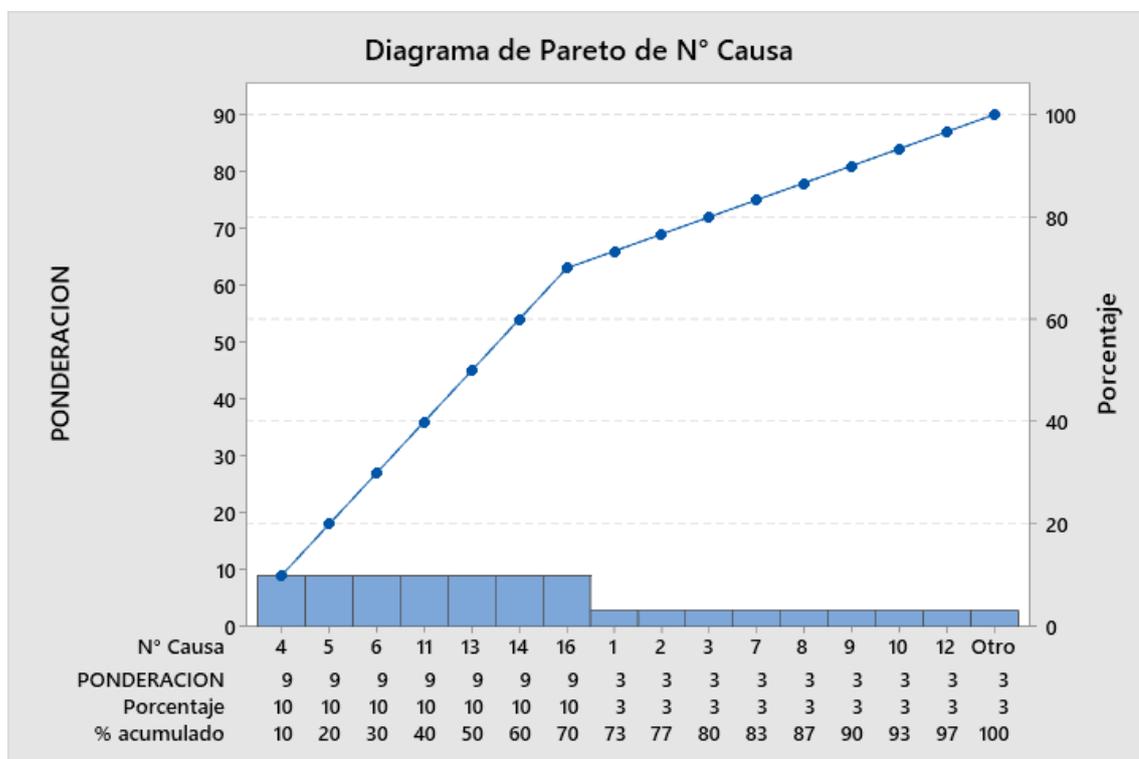
Las puntuaciones de la matriz se realizaron con valores exponenciales de tal manera que se logre reflejar diferenciación entre ellos de 0 como ningún impacto, 1 como impacto débil, 3 impacto medio y 9 impacto alto.

A raíz de esto se procedió a realizar el diagrama de Pareto que muestra a las siguientes causas como potenciales, ya que impactan en el 80% de las inconsistencias totales, que se muestra en la figura 23:

- 4: No hay seguimiento sobre la trazabilidad del producto
- 5: Diferentes personas ingresan información al sistema
- 6: Registro de liquidaciones manuales
- 11: Falta de capacitación en el personal operativo
- 13: Mal registro de la taxonomía del producto
- 14: No hay lector de código de barra
- 16: Falta de mantenimiento de los ítems duplicados

Figura 23

Diagrama de Pareto de las causas en inconsistencias de inventario



2.3.4 Validación de causas

Conociendo las causas potenciales se realizó el plan de verificación de causas para determinar el impacto de cada una sobre la variable respuesta y la forma de validación estadística a realizar, como se observa en la tabla 2.2 .

Tabla 2.2

Plan de verificación de causas potenciales

X's	Causas potenciales X's	Teoría acerca del impacto	Cómo se verifica	Estado
1	No hay seguimiento sobre la trazabilidad del producto	La falta de seguimiento en la trazabilidad del producto incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de productos sin seguimiento de trazabilidad, y en la misma cantidad, una muestra con el seguimiento de la trazabilidad).	EN PROCESO
2	Diferentes personas ingresan la información al sistema SOFADCON	Que diferentes personas ingresen la información al sistema sofadcon incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma de inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de productos ingresado por varios operadores, y en la misma cantidad, una muestra de producto ingresado por un operador)	EN PROCESO
3	Registro de liquidaciones manuales	Los registros de liquidaciones manuales hacen que incremente el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de registro de liquidaciones manuales, y en la misma cantidad, una muestra con registro de liquidaciones digitales.)	EN PROCESO
4	Falta de capacitación en el personal operativo	La falta de capacitación en el personal operativo incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma de inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de un grupo de personas con capacitación, y en la misma cantidad, una muestra de un grupo de personas sin capacitación)	EN PROCESO
5	Mal registro de la taxonomía del producto	El mal registro de la taxonomía del producto incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos, donde se coloco información de productos con el registro acorde a una taxonomía estandarizado)	EN PROCESO
6	No hay lector de código de barra o RFID	que no haya lector de código de barra o RFID hacen que incremente el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de productos sin lector de código de barra, y en la misma cantidad, una muestra con productos que fueron mapeados con lector de código de barra.	EN PROCESO
7	Falta de mantenimiento a los items duplicados	La falta de mantenimiento a los items duplicados hacen que incremente el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos donde la primera fueron items sin duplicados y con la taxonomía estandarizada, a su vez, la segunda muestra corresponde a productos sin mantenimiento en el software)	EN PROCESO

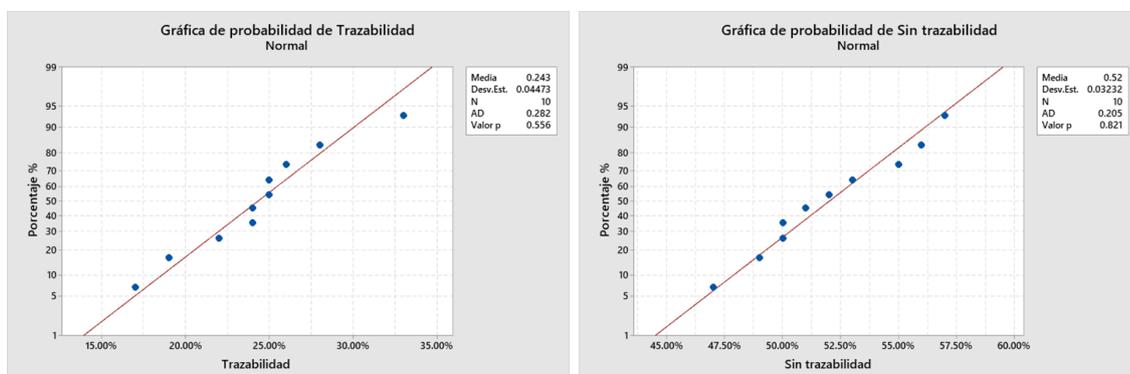
- **No hay seguimiento sobre la trazabilidad del producto**

En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con valores sin seguimiento durante la trazabilidad de las cajas y la segunda muestra dándole seguimiento de manera visual sobre el producto con ayuda de una característica reconocible.

Como primer paso estadístico, se realizó la prueba de normalidad *Anderson-Darling* donde validó que ambos siguen una distribución normal, con un 95% de confianza, dado que se tienen valor p mayor al error del 5% por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de que los datos son normales. Esto se puede observar en la figura 24.

Figura 24

Prueba de normalidad – No hay seguimiento de trazabilidad



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 25 se tiene la prueba estadística. En este caso la hipótesis nula es que los datos tienen medias iguales y la alterna que no son iguales, el valor p al ser menor que el error de significancia del 5% implica rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras no son estadísticamente iguales con un 95% de confianza.

Figura 25

Prueba t de student para el seguimiento de trazabilidad

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

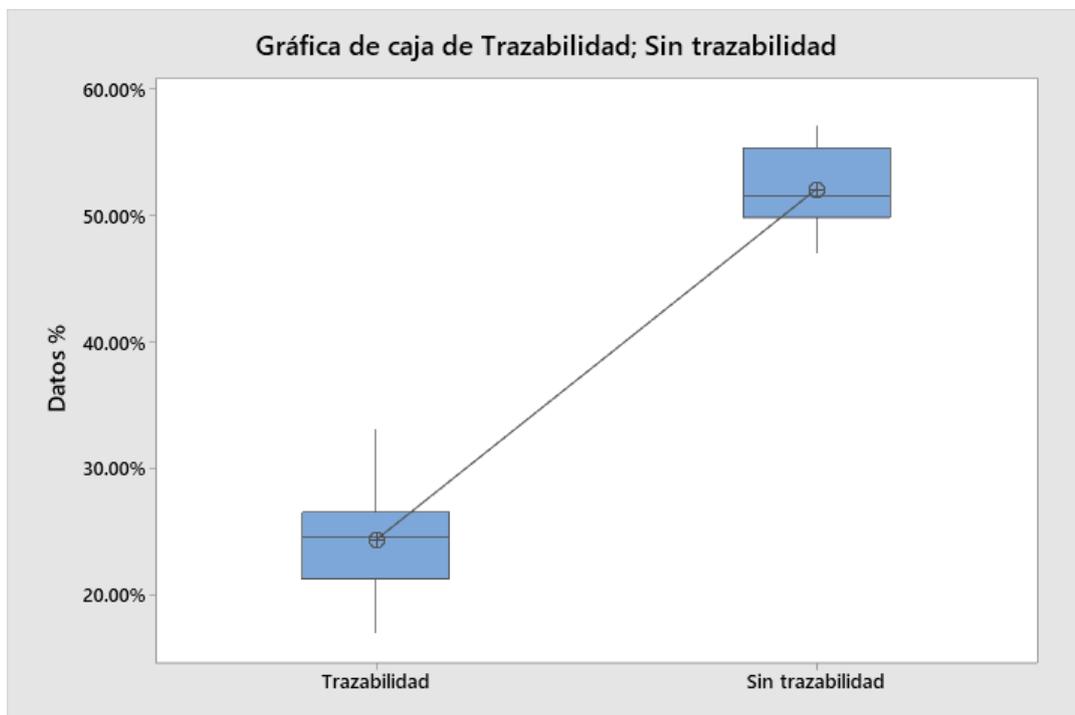
Valor T GL Valor p

-15.87 16 0.000

De manera grafica se tiene la figura 26 donde se observa el box plot de ambas muestras, y la diferencia palpable entre las medias, demostrando así que la falta de seguimiento en la trazabilidad de los productos es significativa.

Figura 26

Boxplot de las diferencias en trazabilidad



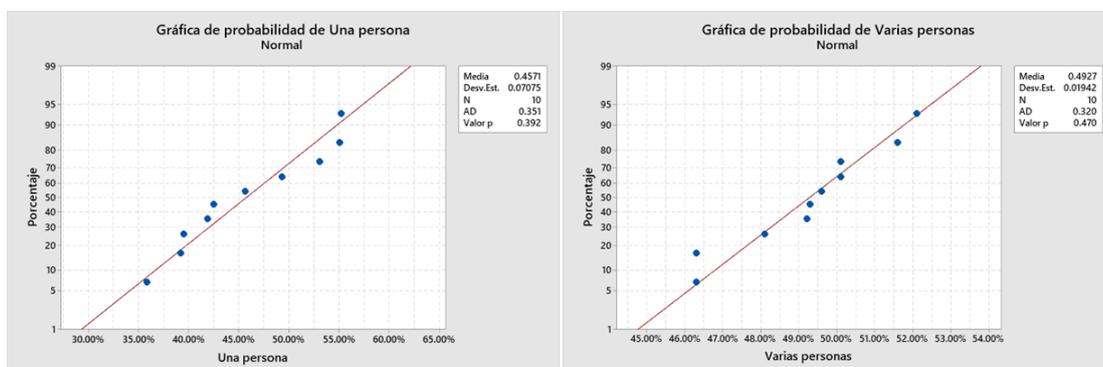
- **Diferentes personas ingresan información al sistema SOFADCON**

En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con valores con el ingreso al sistema de un solo digitador y la segunda muestra con la situación actual de varias personas ingresando información.

Como primer paso se realizó la prueba de normalidad *Anderson-Darling* donde validó que ambos siguen una distribución normal, con un 95% de confianza, dado que se tienen valor p mayor al error del 5% por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de que los datos son normales. Esto se puede observar en la figura 27.

Figura 27

Prueba de normalidad – Diferentes personas ingresan la información al sistema



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 28 se tiene la prueba estadística. En este caso la hipótesis nula es que los datos tienen medias iguales y la alterna que no son iguales, el valor p al ser mayor que el error de significancia del 5% implica no rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras son estadísticamente iguales con un 95% de confianza. Demostrando así que esta variable no es significativa.

Figura 28

Prueba t de student para diferentes personas ingresan información al sistema

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-1.53 10 0.156

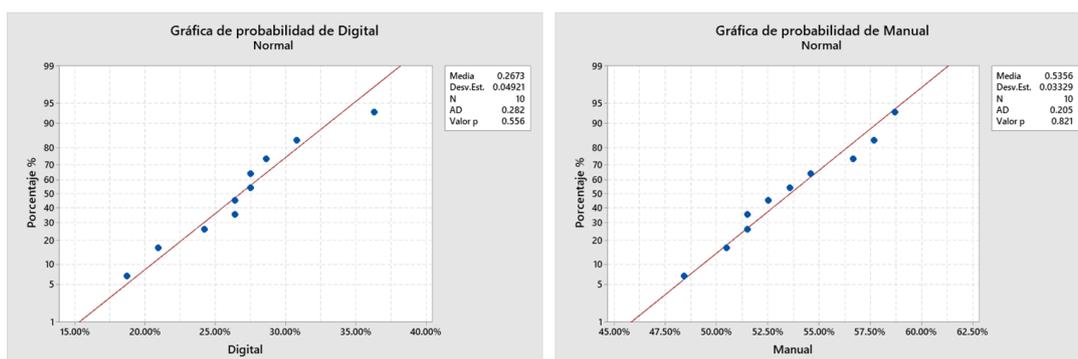
- **Registro de liquidaciones manuales**

En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con valores de registro manual como se lleva diariamente y la segunda muestra dándole con registro digital, a través de la estructuración de un software que alimente la base de datos información obtenida por el lector de barras en las cajas.

Primero se realizó la prueba de normalidad para validar la distribución; en este caso se tiene con un 95% de confianza que los valores son normales dado que se tienen valor p mayor al error del 5% y no se rechaza la hipótesis nula, como se observa en la figura 29.

Figura 29

Prueba de normalidad – Registro de liquidaciones



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 30 se tiene la prueba estadística. Se observa que el valor p es menor al error de significancia del 5%, lo que implica rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras no son estadísticamente iguales con un 95% de confianza.

Figura 30

Prueba t de student para el registro de liquidaciones

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

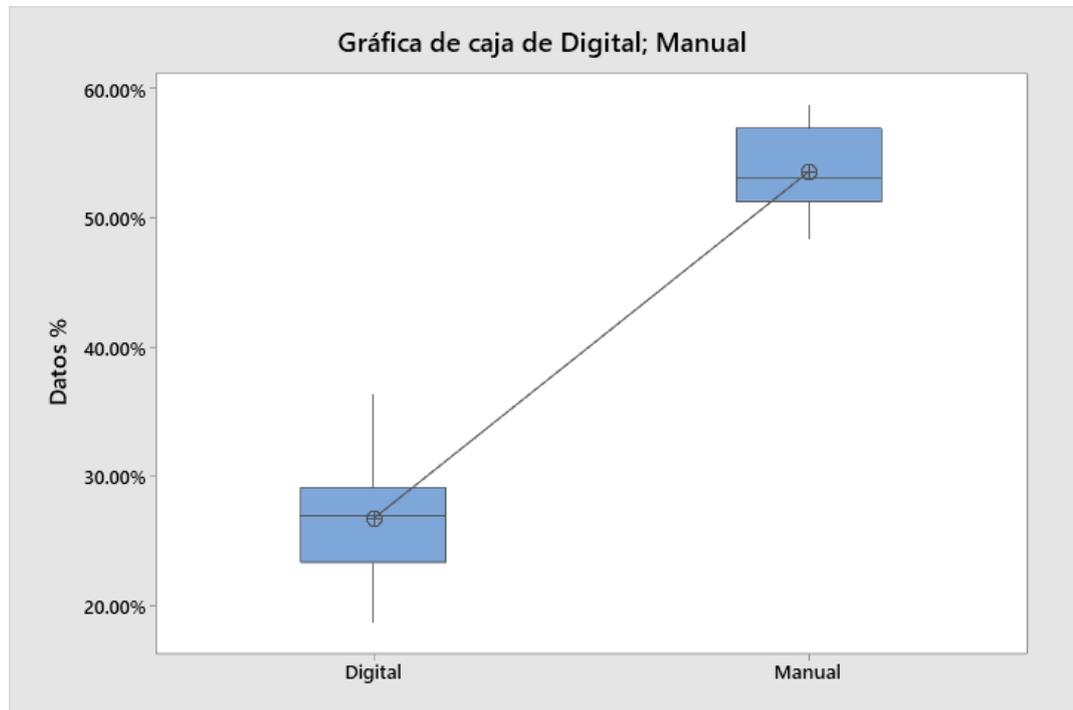
Valor T GL Valor p

-14.28 15 0.000

En la figura 31 se tiene la gráfica de cajas de ambas muestras, y la diferencia palpable entre las medias, demostrando así la forma de registro de la información es significativa.

Figura 31

Boxplot de las diferencias en el registro



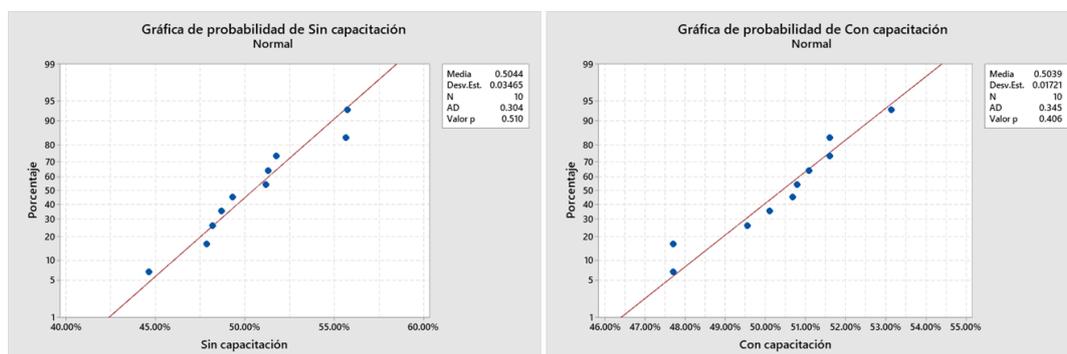
- **Falta de capacitación en el personal operativo**

En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con operador capacitados sobre el nuevo proceso digital y la segunda muestra con la situación actual de operadores sin capacitación.

Como primer paso se realizó la prueba de normalidad *Anderson-Darling* donde validó que ambos siguen una distribución normal, con un 95% de confianza, dado que se tienen valor p mayor al error del 5% por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de que los datos son normales. Esto se puede observar en la figura 32.

Figura 32

Prueba de normalidad – Falta de capacitación en el personal operativo



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 33 se tiene la prueba estadística. En este caso la hipótesis nula es que los datos tienen medias iguales y la alterna que no son iguales, el valor p al ser mayor que el error de significancia del 5% implica no rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras son estadísticamente iguales con un 95% de confianza. Demostrando así que esta variable no es significativa.

Figura 33

Prueba t de student para la falta de capacitación en el personal operativo

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

0.04 13 0.970

- **Mal registro de taxonomía del producto**

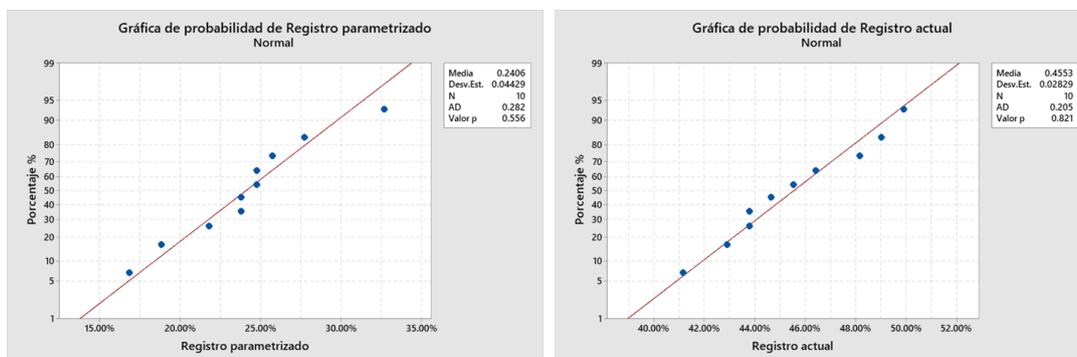
En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con la taxonomía existente y la segunda muestra con taxonomía estandarizada acorde a las variables de los productos.

Primero se realizó la prueba de normalidad para validar la distribución; en este caso se tiene con un 95% de confianza que los valores son normales dado que

se tienen valor p mayor al error del 5% y no se rechaza la hipótesis nula, mostrado en la figura 34.

Figura 34

Prueba de normalidad – Mal registro de taxonomía



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 35 se tiene la prueba estadística. Se observa que el valor p es menor al error de significancia del 5%, lo que implica rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras no son estadísticamente iguales con un 95% de confianza.

Figura 35

Prueba t de student para el mal registro de taxonomía

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

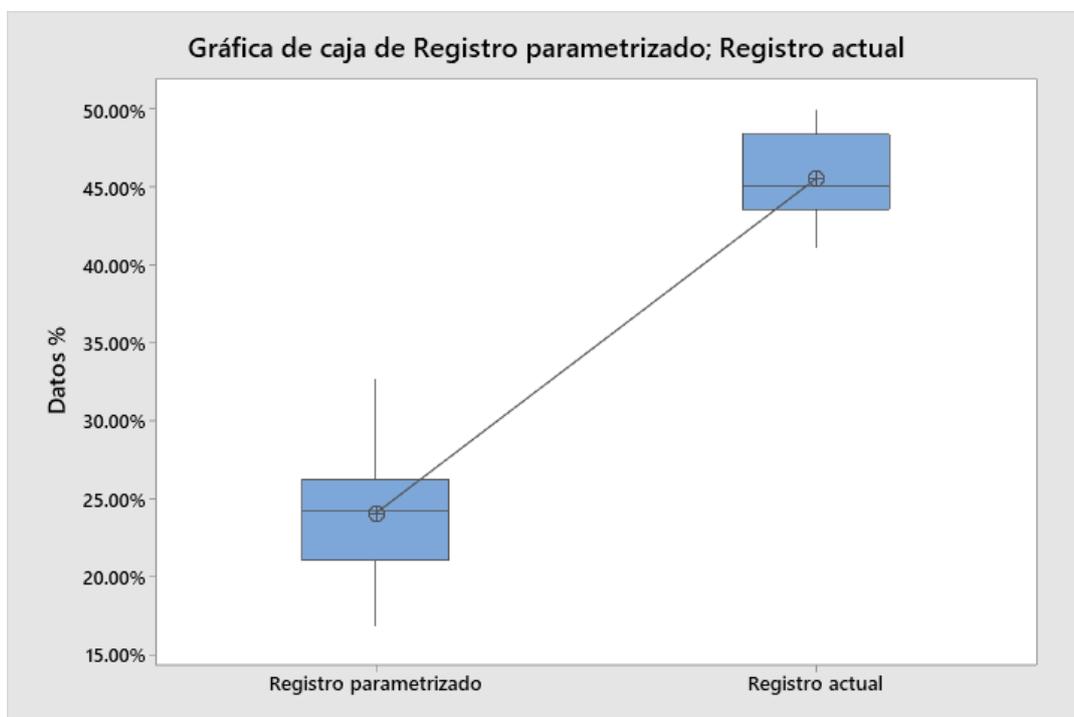
Valor T GL Valor p

-12.92 15 0.000

En la figura 36 se tiene la gráfica de cajas de ambas muestras, y la diferencia palpable entre las medias, demostrando así que el incorrecto registro de la taxonomía de los productos es significativo.

Figura 36

Boxplot de las diferencias en la taxonomía



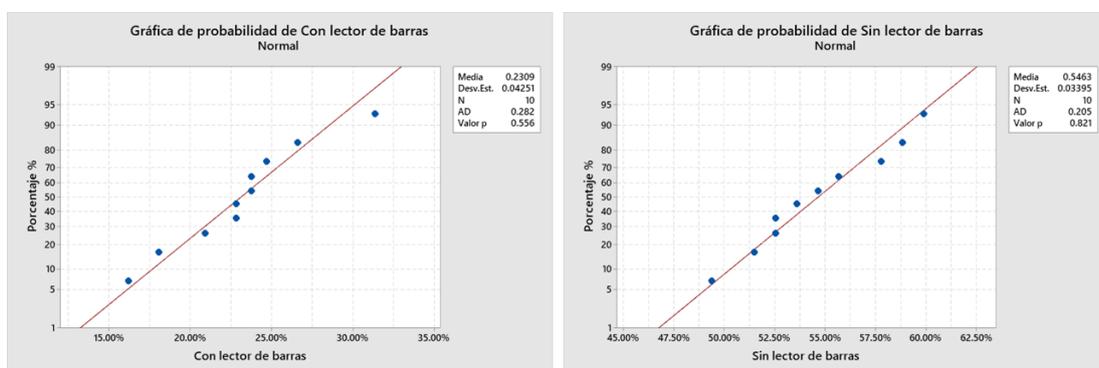
- **No hay lector de código de barras o RFID**

En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con información de inconsistencias en cajas sin código y la segunda muestra con cajas mapeadas a través de lectura de código de barras.

Primero se realizó la prueba de normalidad para validar la distribución; en este caso se tiene con un 95% de confianza que los valores son normales dado que se tienen valor p mayor al error del 5% y no se rechaza la hipótesis nula, como se muestra en la figura 37.

Figura 37

Prueba de normalidad – No hay lector de código de barra o RFID



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 38 se tiene la prueba estadística. Se observa que el valor p es menor al error de significancia del 5%, lo que implica rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras no son estadísticamente iguales con un 95% de confianza.

Figura 38

Prueba t de student – No hay lector de código

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

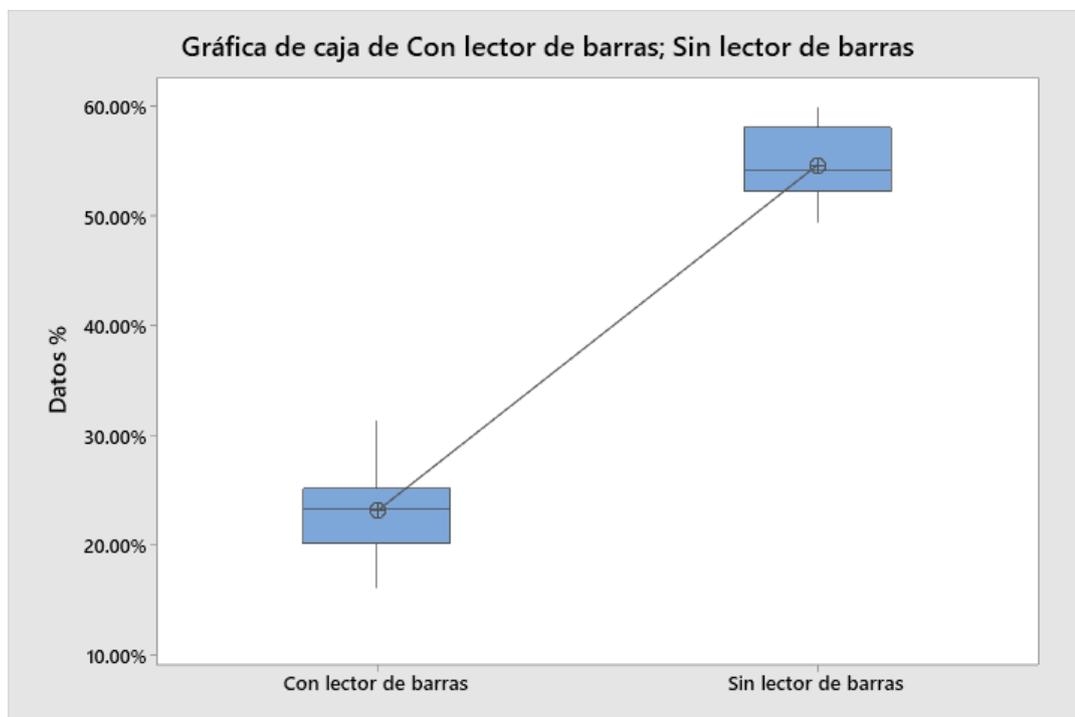
Valor T GL Valor p

-18.33 17 0.000

En la figura 39 se tiene la gráfica de cajas de ambas muestras, y la diferencia palpable entre las medias, demostrando así que la diferencia entre el uso del lector del código de barras es significativa.

Figura 39

Boxplot de las diferencias en el uso de lector de barras



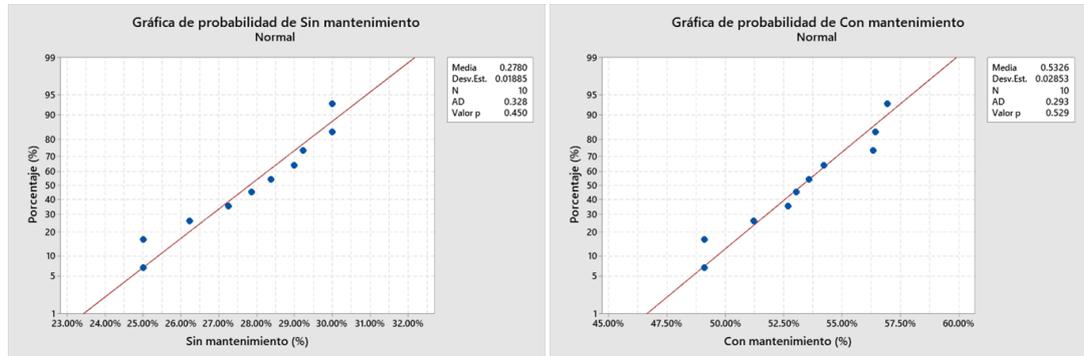
- **Falta de mantenimiento en los ítems duplicados**

En esta causa se tomaron dos muestras con 10 datos, en la primera con ítems con mantenimiento al eliminar duplicados que no agregan valor, consolidando los valores en un solo código y la segunda muestra con la situación actual de los ítems duplicados.

Como primer paso se realizó la prueba de normalidad *Anderson-Darling* donde validó que ambos siguen una distribución normal, con un 95% de confianza, dado que se tienen valor p mayor al error del 5% por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de que los datos son normales. Esto se puede observar en la figura 40.

Figura 40

Prueba de normalidad – ítems con y sin mantenimiento



Posterior, se realizó la prueba t de student de 2 muestras, dónde en la figura 41 se tiene la prueba estadística. En este caso la hipótesis nula es que los datos tienen medias iguales y la alterna que no son iguales, el valor p al ser mayor que el error de significancia del 5% implica no rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, las medias de las muestras son estadísticamente iguales con un 95% de confianza. Demostrando así que esta variable no es significativa.

Figura 41

Prueba t de student para ítems con y sin mantenimiento

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

0.04 13 0.970

Finalmente, se muestra en la tabla 3.1 un resumen de las causas y sus estados a partir del análisis estadístico.

Tabla 3.1

Plan de verificación de causas potenciales y significativas

Causas potenciales X's	Teoría acerca del impacto	Cómo se verifica	Estado
No hay seguimiento sobre la trazabilidad del producto	La falta de seguimiento en la trazabilidad del producto incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de productos sin seguimiento de trazabilidad, y en la misma cantidad, una muestra con el seguimiento de la trazabilidad).	SIGNIFICATIVO
Diferentes personas ingresan la información al sistema SOFADCON	Que diferentes personas ingresen la información al sistema sofadcon incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma de inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de productos ingresado por varios operadores, y en la misma cantidad, una muestra de producto ingresado por un operador)	NO SIGNIFICATIVO
Registro de liquidaciones manuales	Los registros de liquidaciones manuales hacen que incremente el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos, donde la primera muestra fueron de registro de liquidaciones manuales, y en la misma cantidad, una muestra con registro de liquidaciones digitales.)	SIGNIFICATIVO
Falta de capacitación en el personal operativo	La falta de capacitación en el personal operativo incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma de inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de un grupo de personas con capacitación, y en la misma cantidad, una muestra de un grupo de personas sin capacitación)	NO SIGNIFICATIVO
Mal registro de la taxonomía del producto	El mal registro de la taxonomía del producto incrementa el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos, donde se colocó información de productos con el registro acorde a una taxonomía estandarizado)	SIGNIFICATIVO
No hay lector de código de barra o RFID	que no haya lector de código de barra o RFID hacen que incremente el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos de productos sin lector de código de barra, y en la misma cantidad, una muestra con productos que fueron mapeados con lector de código de barra.	SIGNIFICATIVO
Falta de mantenimiento a los items duplicados	La falta de mantenimiento a los items duplicados hacen que incremente el porcentaje de inconsistencia en la toma del inventario físico	Boxplot, t de 2 muestras (Se tomaron 10 datos donde la primera fueron items sin duplicados y con la taxonomía estandarizada, a su vez, la segunda muestra corresponde a productos sin mantenimiento en el software)	NO SIGNIFICATIVO

2.3.5 Análisis 5 por qué

Conociendo las causas significativas, se procedió a encontrar la raíz de cada problema.

Para la causa de falta de seguimiento sobre la trazabilidad del producto, se tiene como raíz del problema que no se tiene definidas actividades para cada procedimiento del área operativa y como acción a realizar se debe estandarizar los procesos donde está involucrada la trazabilidad de los productos, figura 42.

Figura 42

Análisis 5 por qué de la falta de trazabilidad en los productos

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Por qué 3	Hipótesis	Acción
No hay seguimiento o sobre la trazabilidad del producto	¿Por qué No hay seguimiento sobre la trazabilidad del producto ?	Sí	¿Por qué no se genera control en cada etapa del proceso de producción ?	Sí	¿Por qué los operarios realizan los procesos de acuerdo a las necesidades de los momentos?	Sí	Estandarizar los procesos donde se encuentran involucradas estas actividades
	porque no se genera control en cada etapa del proceso de producción		Porque los operarios realizan los procesos de acuerdo a las necesidades de los momentos		porque existen actividades que no tienen definido un procedimiento		

Para la causa del registro de liquidaciones manuales, se tiene como raíz del problema que no se tienen las herramientas necesarias para realizar esta operación de una manera más práctica y confiable, como acción a realizar se debe implementar un registro de liquidación digital sobre los productos, figura 43.

Figura 43

Análisis 5 por qué del registro de liquidaciones manuales

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Por qué 3	Hipótesis	Acción
Registro de liquidaciones manuales	¿Por qué los registros de liquidaciones son manuales ?	Sí	¿Por qué la empresa no ha cambiado su tipo de registro?	Sí	¿Por qué no ha existido una digitalización en el proceso?	Sí	Implementar un registro de liquidación digital
	Porque es el procedimiento actual de la empresa		porque no ha existido una digitalización en el proceso		porque no se tienen las herramientas necesarias		

Para la causa de mal registro de taxonomía del producto, se tiene como raíz del problema que no se encuentra parametrizado la creación de productos en el sistema y como acción a realizar se debe implementar un formato de creación de ítems a partir de las variables del producto, figura 44.

Figura 44

Análisis 5 por qué del mal registro de la taxonomía del producto

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Por qué 3	Hipótesis	Por qué 4	Hipótesis	Acción
Mal registro de la taxonomía del producto	¿Por qué hay un mal registro de la taxonomía del producto?	Sí	¿Por qué cada operario ingresa la taxonomía del producto de acuerdo a su criterio?	Sí	¿Por qué desconocen como hacerlo ?	Sí	¿Por qué no cuentan con una lista definida ?	Sí	Implementar un formato de creación de items a partir de las variables del producto
	Porque cada operario ingresa la taxonomía del producto de acuerdo a su criterio		porque no conocen la forma correcta de ingresa la taxonomía del producto		porque no cuentan con una lista definida		Porque la taxonomía no esta parametrizada		

Para la causa de la falta de lector de código de barra, se tiene como raíz del problema que no se conoce el impacto de herramientas digitales que ayuden a agilizar la operación y como acción a realizar se debe implementar un sistema de lectura con código de barra para la identificación de los productos, figura 45.

Figura 45

Análisis 5 por qué de la falta de lector de código de barra

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Por qué 3	Hipótesis	Acción
No hay lector de código de barra o RFID	¿Por qué No hay lector de código de barra o RFID ?	Sí	¿Por qué el proceso no lo ha requerido?	Sí	¿Por qué las cajas no contienen un lector de barras?	Sí	Implementar un sistema de lectura con código de barra para la identificación de los productos
	porque el proceso no lo ha requerido		Porque las cajas no contienen un lector de barras		porque se desconocía el impacto en el uso de ellos		

2.4 Implementar

En implementar se analizaron las soluciones establecidas en el 5 por qué, a través de herramientas cuantitativas y cualitativas que permitieron establecer prioridades de ejecución, además se detalló de manera general los pasos a seguir para la realización de estas soluciones en el área operativa.

En la figura 46, se observa la primera herramienta usada, la cual permite comparar las soluciones generadas con las causas raíz existentes y poder agrupar aquellas soluciones que tienen características en común. En este caso, la solución 1, 2 y 3, fueron aquellas que agrupan todas las causas raíz.

Figura 46

Análisis de las soluciones



Posteriormente se tiene el análisis de ventajas y desventajas, otra herramienta que ayuda a complementar aquellas soluciones con mayor alcance; para la solución 1 se tiene como ventaja que sólo se parametrizan las variables involucradas y como desventaja que no es flexible a nuevos cambios o variables anexas; para la solución 2 se tiene como ventaja que permite supervisar la productividad y como desventaja que demanda mucho tiempo de planificación; para la solución 3 se tiene como ventaja que se tiene acceso inmediato a la información del producto y como desventaja que se debe tener una conexión a wifi; para la solución 4 se tiene como ventaja que la información queda registrada como históricos y como desventaja que necesita tiempo de capacitación paralelamente al proyecto en curso y para la solución 5 se tiene como ventaja que evita errores humanos y como desventaja que se debe tener una conexión a internet.

En la figura 47, se tiene la matriz impacto – esfuerzo, donde se observa que la solución 1, 3 y 5 son aquellas que requieren menor esfuerzo y tienen un mayor impacto,

dado la automatización del proceso.

Figura 47

Matriz impacto y esfuerzo de las soluciones



En la figura 48, se tiene el análisis cuantitativo, este se encuentra basado en los costos asociados a la implementación de cada solución donde se involucra los costos directos como es la capacitación de personal, costo de maquinaria a implementar, costo de insumos y otros como mantenimiento, software y capacitador en caso de requerirlo.

Con ello se procedió a calificar las soluciones basados en 3 variables, la primera es bajo costo con un peso ponderado de 30%, la segunda es alto impacto con una ponderación del 40% y el 30% restante corresponde a menor esfuerzo, cuyas soluciones fueron calificadas del 1 al 5, donde 1 implica un mal desempeño y 5 un excelente desempeño, obteniendo así los valores finales como se observa en la figura 49, teniendo a la solución 1, 2 y 3 como las prioritarias a implementar, y de manera posterior la 4 y 5.

Figura 48

Análisis de costos de las soluciones

COSTOS DIRECTOS	ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES				
Capacitación del personal	1	2	3	4	5
Creador de códigos	\$ -	\$ -	\$ 7,67	\$ 7,67	\$ -
liquidador de coche	\$ -	\$ -	\$ 31,25	\$ 25,00	\$ 25,00
supervisor de liquidación	\$ -	\$ -	\$ 27,27	\$ 27,27	\$ 27,27
liquidador de Materizado	\$ -	\$ -	\$ 31,25	\$ 25,00	\$ -
supervisor de liquidación de masterizado	\$ -	\$ -	\$ 27,27	\$ 27,27	\$ -
ofe de cámara	\$ -	\$ -	\$ 19,89	\$ 31,82	\$ -
Contador General	\$ 54,55	\$ 54,55	\$ 27,27	\$ 54,55	\$ -
TOTAL	\$ 54,55	\$ 54,55	\$ 171,88	\$ 198,58	\$ 52,27
Máquinas					
PDA marca ZEBRA	\$ -	\$ -	\$ 780,00	\$ 780,00	\$ -
Impreso de etiquetas marca ZEBRA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 400,00	\$ -
Tablet	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ -	\$ 250,00
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ 1.030,00	\$ 1.180,00	\$ 250,00
Insumos					
Papel de impresión de etiquetas(rollos)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 50,00	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 50,00	\$ -
Otros					
Sherking v1.0 (Software) versión Beta	\$ -	\$ -	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Mantenimiento del software	\$ -	\$ -	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00
Mantenimiento de equipos	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00
Capacitador/Implementador	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 1.920,00	\$ 1.920,00	\$ 1.920,00
TOTAL GENERAL	\$ 124,55	\$ 124,55	\$ 3.121,88	\$ 3.348,58	\$ 2.222,27

Figura 49

Ponderación final de las soluciones

Variables	1	2	3	4	5
Bajo Costo (30%)	1,5	1,2	0,6	0,3	0,9
Alto Impacto (40%)	1,6	1,6	2	0,8	0,4
Menor Esfuerzo (30%)	1,2	1,5	1,5	0,6	0,9
Valor Final	4,3	4,3	4,1	1,7	2,2

Como parte de la implementación, el paso inicial es el plan a ejecutar, en la figura 50 se tiene el detalle de la causa, la solución, el cuestionamiento, el área de ejecución, el costo de efectuarlo y el objetivo de desarrollo sostenible involucrado dentro de las mismas.

Figura 50*Plan de implementación*

CAUSAS	CUÁL ES LA SOLUCIÓN	POR QUÉ LA SOLUCIÓN?	DÓNDE SERÁ IMPLEMENTADA	QUIÉN?	COSTO	CUÁNDO SERÁ IMPLEMENTADA?	ODS
No cuentan con una lista de variables definidas	Implementar un formato de creación de ítems a partir de las variables del producto	Porque se necesita seguir un estándar de ítems	Área de etiquetas	Equipo del proyecto	\$ 124,55	5/1/2024	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos (8)
No ha existido una gestión de estandarización de ítems	Implementar un cronograma y estándar de ítems en la plataforma para la depuración de datos	Porque se necesita controlar y depurar los ítems creados	Área administrativa	Equipo del proyecto	\$ 124,55	5/1/2024	
Falta de herramientas que permitan controlar la identificación del producto	Implementar un sistema lectura QR para la identificación del producto	Para poder acceder de manera rápida a la información del producto	Producción/Cámara	Equipo del proyecto	\$ 3.055,87	8/1/2024	
Falta de herramientas que ayuden con el control y seguimiento del producto	Implementar un sistema de codificación QR para mejorar el control sobre el producto	Porque se necesita controlar y dar seguimiento a los productos	Producción/Cámara	Equipo del proyecto	\$ 3.282,57	8/1/2024	
Desconocen una metodología eficiente	Implementar un registro de liquidación digital que mejora la eficiencia de las liquidaciones	Porque se necesita agilizar la búsqueda de información de los productos	Producción/Cámara	Equipo del proyecto	\$ 2.222,27	8/1/2024	

Para la solución 1 de implementar un formato de creación de ítems a partir de las variables del producto se muestra en la figura 51 la base de los parámetros involucrados y el esquema de creación de los nuevos sku's.

Figura 51*Solución 1 – Formato de creación de ítems*

PRODUCT	CLASS	PRESENTATION	BRAND	WEIGHT	PAKING	SIZE
1	2	3	4	5	6	7
4. P T	600. CLASE A CAMARON	02. COLA	001. PCC	014. 5.00 LBRS	002. BLOQUE	001 16/20
4.	600.	02.	001.	014.	002.	001.
P T	CLASE A CAMARON	. COLA	. PCC	5.00 LBRS	BLOQUE	16/20

CODE	4.600.02.001.014.002.001.
NAME	P T CLASE A CAMARON. COLA. PCC 5.00 LBRS BLOQUE 16/20

Para la solución 2 de implementar un cronograma enfocado en la depuración de ítems en la plataforma, se muestra en la figura 52 el esquema periódico del proceso para poder realizar esta acción, así como las personas involucradas y duración del mismo.

Figura 52

Solución 2 – Cronograma de lectura QR

TASKS/DESIGNANTS	JANUARY				STATUS	APRIL				STATUS	AUGUST				STATUS	DECEMBER				STATUS
	W1	W2	W3	W4		W1	W2	W3	W4		W1	W2	W3	W4		W1	W2	W3	W4	
Generate a list of current SKUs																				
Compare new SKUs with those registered in the system during the last 3 months																				
Debug poorly created products																				
Purge duplicate products																				
Balance inventory																				

IN CHARGE:	
REVIEWED BY:	
APPROVED BY:	

Para la solución 3 de implementar un sistema de lectura QR para identificación de productos, se muestra en la figura 53 el software con el *dashboard* realizado para controlar los productos y su nomenclatura basada en la solución 1.

Figura 53

Solución 3 – Sistema de lectura QR



Para la solución 4 de implementar un proceso de codificación QR para mejorar el control de los productos, se muestra en la figura 54 el detalle paso a paso en el software para el registro de productos nuevos a través del escaneo con el código QR.

2.5 Control

En esta última sección se realizó la implementación de las soluciones y se midió las mejoras en corto plazo y la proyección a largo plazo, enfocadas en los pilares de la sostenibilidad. Además, se mostró el plan de control para garantizar las soluciones, como las recomendaciones y conclusiones.

Para la solución 1 se observa en la figura 56 el antes y después de la mejora implementada, donde actualmente ya se tiene un esquema estandarizado para la taxonomía de los productos.

Figura 56

Solución 1 – Mejora de taxonomía de productos

ANTES SOFADCON Software Administrativo Contable

Liquidaciones a Productores

Registro # 23-05-0113 Orden Proceso: 23-00635 Aguije: 05.1 Lote(s): 23-00492 Guía: PISC-01
 Emisión: 11 mar./2023 Presentación: SHELL ON - SIN CABEZA Peso: LIBRAS Área:
 Productor: HELLEKMAR S.A. Bodega: CAMARON HUAQUILLAS Entrega: 11 mar./2023 Proceso: 1

Código	Artículo	Clase	Talla	Cant	Peso	Peso Total
A.1.1.03.0005	CAMARON S/CABEZA CLASE A. CADA PCC 2 KILOS SHELL-ON BLOQUE 40/70	CLASE A	40/70	140.00	4.4000	611.20
A.1.1.03.0006	CAMARON S/CABEZA CLASE A. CADA PCC 2 KILOS SHELL-ON BLOQUE 50/90	CLASE A	50/90	17.00	4.4000	74.80
A.1.1.04.0008	CADA PCC 1.90 KILOS CLASE ASHELL-ON BLOQUE DE EXPORTACION 40/70	CLASE A	40/70	11.00	4.3120	47.43
A.1.47.4.0004	CAMARON S/CABEZA CLASE A CADA BLANCA 1.80 KILOS BLOQUE S/QUHOCO EXPORT 30/30	CLASE A	30/30	9.00	3.9600	35.64
A.1.47.56.1.00...	CAMARON S/CABEZA CLASE A CADA BLANCA 1.70 KILOS BLOQUE S/QUHOCO EXPORT 30/30	CLASE A	30/30	1.00	3.8720	3.87
A.1.71.5.0003	CAMARON S/CABEZA CLASE A. CADA PALOMA 1.80 KILOS SHELL-ON BLOQUE 26/30	CLASE A	26/30	2.00	4.0920	8.18
A.1.71.5.0004	CAMARON S/CABEZA CLASE A. CADA PALOMA 1.80 KILOS SHELL-ON BLOQUE 30/30	CLASE A	30/30	185.00	4.0920	757.02
A.1.83.02.0009	CADA ANY 1.70 KILOS CLASE A SHELL-ON BLOQUE DE EXPORTACION 30/40	CLASE A	30/40	462.00	3.7620	1,738.04

DESPUÉS SOFADCON Software Administrativo Contable

Liquidaciones a Productores

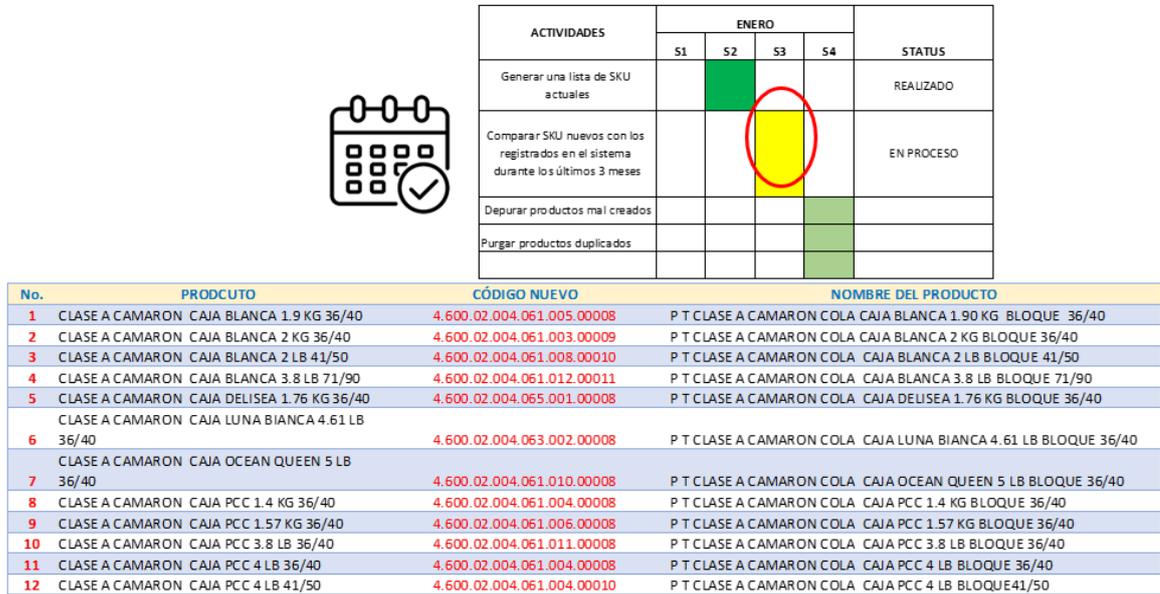
Registro # 24-05-0113 Orden Proceso: 24-00635 Aguije: 05.1 Lote(s): 24-00492 Guía: PISC-01
 Emisión: 13 ene./2024 Presentación: SHELL ON - SIN CABEZA Peso: LIBRAS Área:
 Productor: HELLEKMAR S.A. Bodega: CAMARON HUAQUILLAS Entrega: 13 ene./2024 Proceso: 1

Código	Artículo	Clase	Talla	Cant	Peso	Peso Total
4.800.02.000.000.000.000	CAMARON COLA CADA PCC 2 KILOS BLOQUE 40/50	CLASE A	40/50	140.00	4.4000	611.20
4.800.02.000.000.000.007	CAMARON COLA CADA PCC 2 KILOS BLOQUE 50/90	CLASE A	50/90	17.00	4.4000	74.80
4.800.02.000.000.000.008	CAMARON COLA CADA PCC 1.90 LIBRAS BLOQUE 40/70	CLASE A	40/70	11.00	4.3120	47.43
4.800.02.004.006.000.004	CAMARON COLA CADA BLANCA 1.80 KILOS BLOQUE 20/30	CLASE A	30/30	9.00	3.9600	35.64
4.800.02.004.006.000.009	CAMARON COLA CADA BLANCA 1.70 KILOS BLOQUE 30/30	CLASE A	30/30	1.00	3.8720	3.87
4.800.02.002.007002.003	CAMARON COLA CADA PALOMA 1.80 KILOS BLOQUE 26/30	CLASE A	26/30	2.00	4.0920	8.18
4.800.02.002.007002.004	CAMARON COLA CADA PALOMA 1.80 KILOS BLOQUE 30/30	CLASE A	30/30	185.00	4.0920	757.02
4.800.02.003.000.002.005	CAMARON COLA CADA ANY 1.70 KILOS BLOQUE 30/40	CLASE A	30/40	462.00	3.7620	1,738.04

Para la solución 2 se tiene la implementación del cronograma de depuración de productos, en donde se observa en la figura 57 que para la semana actual se compara los sku nuevos con los registrados para depurar aquellos no relevantes o duplicados.

Figura 57

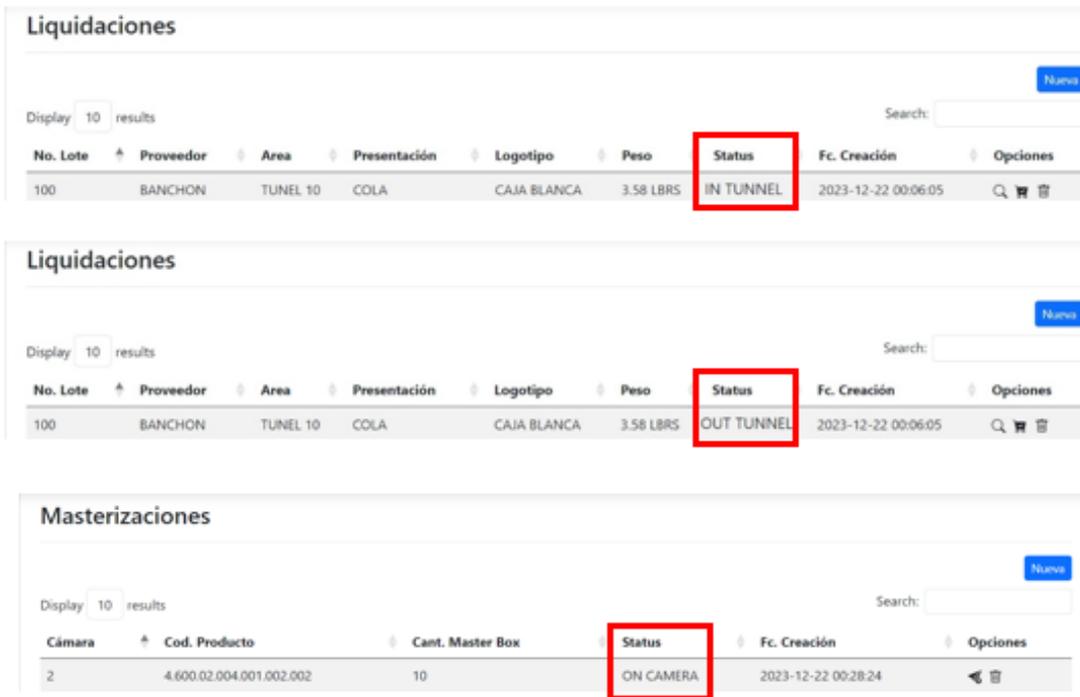
Solución 2 – Cronograma de depuración



Para la solución 3, se observa en la figura 58 el seguimiento que se le da al producto en sus diferentes áreas de acción.

Figura 58

Solución 3 – Seguimiento del producto



En la solución 4, se observa en la figura 59 las herramientas físicas y digital usada en la implementación de un sistema de lectura código QR.

Figura 59

Solución 4 – Herramientas usadas en la implementación de codificación QR



Para la solución 5, se tiene en la figura 60 la implementación realizada en el nuevo sistema de liquidación que permite digitalizar el proceso.

Figura 60

Solución 5 – Mejora en la liquidación de información digital

PCC		PRODUCCIÓN ANTES										CODIGO: JPO-FOR-013	
		REGISTRO LIQUIDACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO										VERSION: 02	
												VIGENCIA: 17/10/2022	
FECHA:	11-03-2023	PRESENTACIÓN:	COLA	N° LOTE:	44223							H. INICIO:	12:30
PROVEEDOR:	Heldamiz SA	LOGOTIPO CAJITA:	ANP	H. FINAL:	11:44								
AREA:	TUNEL 10	PESO CAJITA:	1.21 kg										

CLASE A																	
MATERIAL EMPAQUE														TOTAL			
Gaveta	Coche	U/7	U/10	U/12	U/15	16/20	21/25	26/30	31/35	36/40	41/50	51/60	61/70	71/90	91/110	110/130	
							20/30	30/40	40/50	50/60	60/70	70/80	80/100	100/120	120/UP		
556										18							18
567										144							144
551										144							144
534										144							144
552										12							12
1																	1

Liquidaciones

DESPUÉS

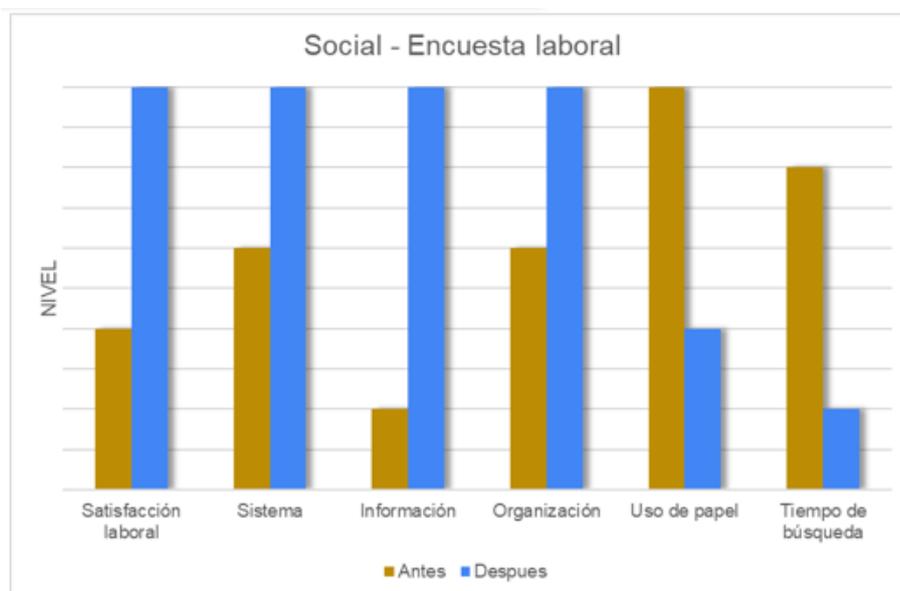
Registro		Presentación		H. Inicio													
No. Lote	100	COLA		22:54:17													
Proveedor		Logotipo		H. Final													
BANCHON		CAJA BLANCA		22:06:05													
Area		Peso															
TUNEL 10		3.58 LBRS															
Clase A																	
MATERIAL EMPAQUE																	TOTAL
Gaveta	Coche	U/7	U/10	U/12	U/15	16/20	21/25	26/30	31/35	36/40	41/50	51/60	61/70	71/90	91/110	110/130	
							20/30	30/40	40/50	50/60	60/70	70/80	80/100	100/120	120/UP		
							200			100							100
Total							100										100

Observaciones

Consecuentemente, se tiene los resultados obtenidos en el *triple bottom line* donde en la figura 61 se tienen los resultados de la encuesta correspondiente al pilar social, para la primera pregunta vinculada a la satisfacción laboral se tiene que el promedio de las 10 personas encuestadas tuvo una mejora del 60% en las respuestas, pasando de un nivel bajo a muy alto. La segunda pregunta fue referente al sistema implementado del QR, donde se tiene que mejora la satisfacción del empleado en un 40%. Para la tercera pregunta del manejo del sistema, se tiene que ha mejorado en los operadores la satisfacción en un 80%. En la pregunta de la organización de la información se tiene una mejora del 40%, en tanto que para el consumo de papel y el tiempo empleado en la búsqueda de productos e información se tiene una mejora percibida del 60%.

Figura 61

Resultados pilar social



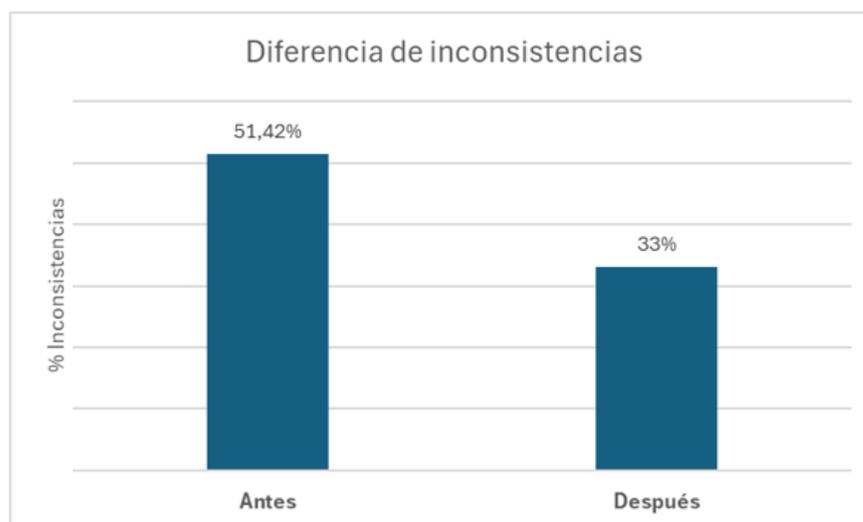
Preguntas	Antes	Después	Diferencia
Satisfacción laboral	2	5	60%
Sistema	3	5	40%
Información	1	5	80%
Organización	3	5	40%
Uso de papel	5	2	-60%
Tiempo de búsqueda	4	1	-60%

Nivel	
1	Muy bajo
2	bajo
3	medio
4	Alto
5	Muy alto

En el pilar económico se tiene una reducción del 18.42% de las inconsistencias como se muestra en la figura 62, representando una variación del inventario de \$72.831 en 3 semanas de implementación de las soluciones, logrando así reducir el GAP objetivo.

Figura 62

Resultados pilar económico



Comparativo	libra sistema(\$)	Inventario Fisico(\$)	% Inconsistencia
Antes	\$ -249.215,82	\$ -377.362,59	51,42%
Después	\$ -159.940,14	\$ -212.720,39	33%
%Var	\$ 89.275,68	\$ 72.831,10	-18,42%

En la figura 63 se tiene la reducción de consumo de papel, las cuales inicialmente se tenía un consumo de 9 resmas/mes y actualmente se logró llegar a 3.6 resmas/mes mejorando considerablemente el desempeño del proceso al automatizar aquellas tareas que involucraban hojas.

Figura 63

Resultados pilar ambiental

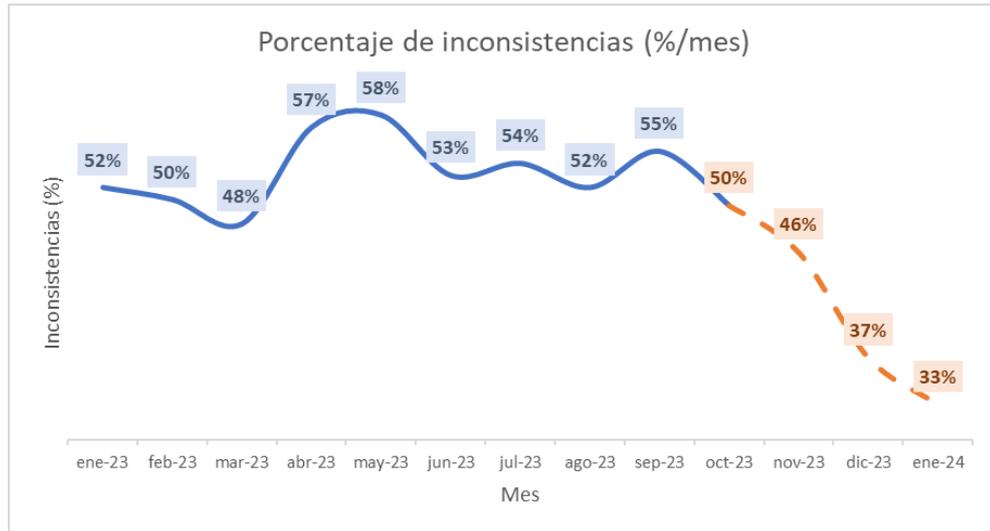


**Reducción de consume de
papel en un 60%**

En la figura 64 se muestra la serie de tiempo de las inconsistencias, donde se muestra la pendiente mejorada a partir del mes de noviembre que se empezó de manera paulatina levantar el proceso y analizar las mejoras implementadas.

Figura 64

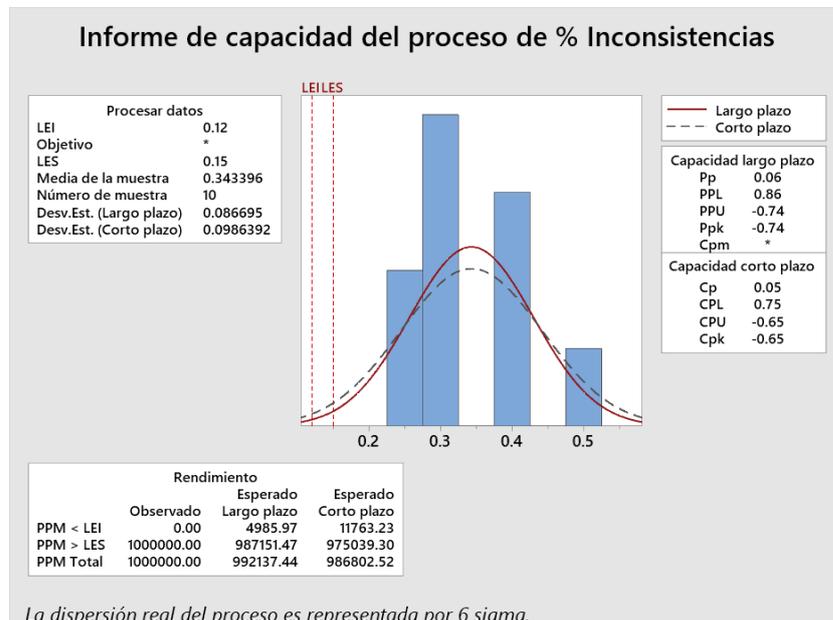
Serie de tiempo de las inconsistencias



En la figura 65 se tiene el análisis de capacidad donde se muestra la reducción de 3% en el cpk, mejorando así la localización del proceso y a su vez se mejoró en 0.10 la dispersión de los datos, acercándose al objetivo y rango permitido.

Figura 65

Análisis de capacidad situación mejorada



Finalmente, se tiene el plan de control en la figura 66, donde se muestra la forma y la frecuencia de controlar las soluciones, permitiendo lograr la sostenibilidad en el tiempo de las mismas.

Figura 66

Plan de control de las soluciones

Proceso: Empaque y almacenamiento de camarón				
Proyecto: Reduccion del porcentaje de inconsistencia			Lider del proyecto: Dennisse Chavez	
Encargado: Ing. Marcos Cabezas			Fecha: Feb 2024	
Qué	Cómo	Quién	Frecuencia	Por qué
Porcentaje de inconsistencia(%)	Implementar un formato de creación de ítems a partir de las variables del producto	Lider del proyecto/Contador General	semanal	Para controlar el porcentaje de inconsistencia que no supere el valor objetivo 29,58%
	Implementar un cronograma y estándar de ítems en la plataforma para la depuración de datos	Lider del proyecto/Contador General	trimestral	Para la crecion de productos sin ser usados
	Implementar un sistema lectura QR para la identificación del producto	Lider del proyecto/Jefe de producción	trimestral	Para automatizar el control de los productos
	Implementar un sistema de codificación QR para mejorar el control sobre el producto	Lider del proyecto/Jefe de producción	trimestral	Para automatizar el control de los productos
	Implementar un registro de liquidación digital que mejora la eficiencia de las liquidaciones	Lider del proyecto/Jefe de producción	Mensual	Para automatizar el control de los productos

En la figura 67 se muestra el control visual de la taxonomía de los productos al crearlo, donde la plataforma limita la creación si este no tiene añadido una de las variables definidas.

Figura 67

Control visual de la creación de la taxonomía

Para la aplicación correcta del código QR y generar orden al momento de apilarlas

en la cámara de frío, se muestra en la figura 68 un área dentro de los cartones, la cual es destinada en tamaño para la colocación del sticker con el código.

Figura 68

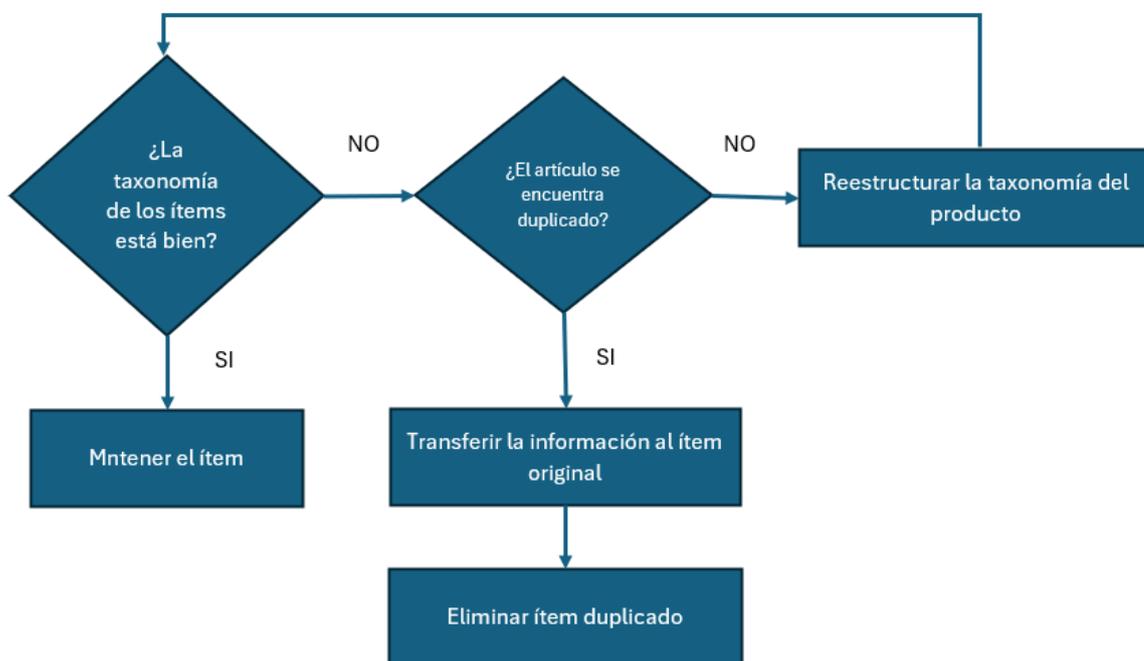
Control visual del proceso de código QR sobre productos



Mientras que como plan de reacción se tiene en las figuras 69, 70 y 71 los diagramas de flujo levantados en caso de que exista problemas en la creación de taxonomía de los ítems, creación de códigos QR y lectura de código QR respectivamente, evitando así atrasos en el proceso en caso de que las soluciones tengan sobresaltos.

Figura 69

Plan de reacción de la taxonomía de los ítems

**Figura 70**

Plan de reacción de la creación de código QR

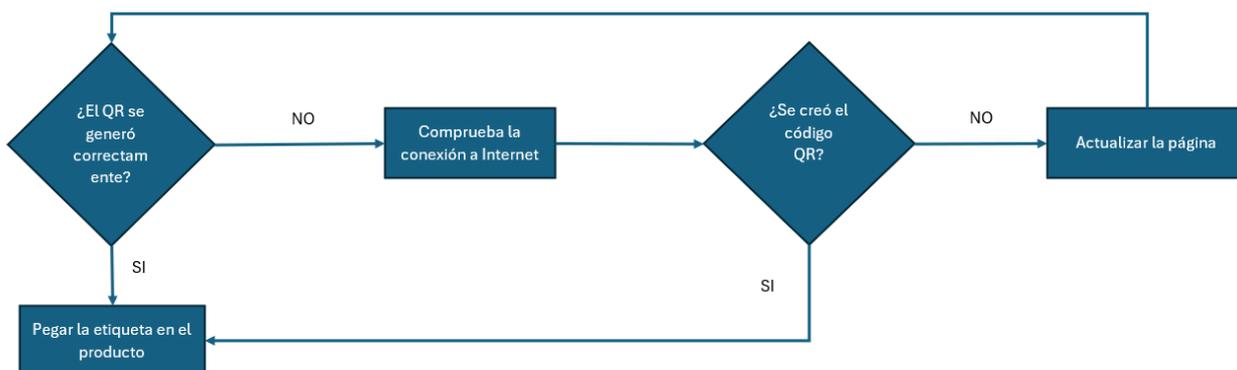
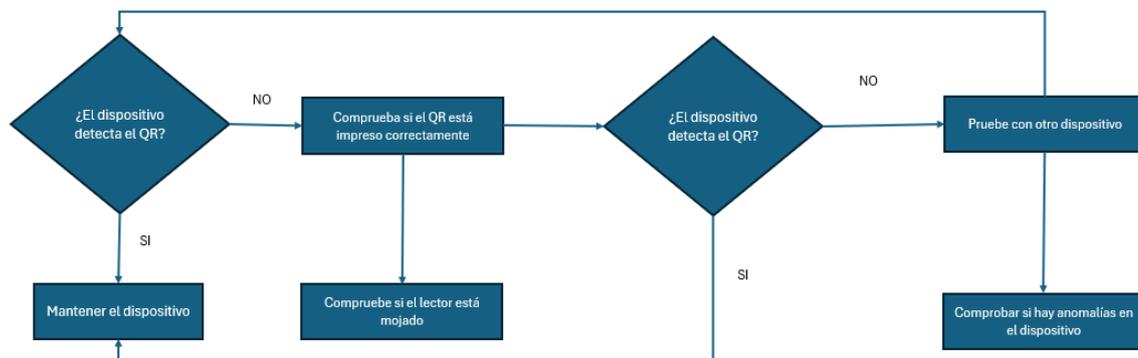


Figura 71

Plan de reacción del proceso de lectura QR



CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Análisis

- El control gráfico es vital para mantener la sostenibilidad de las soluciones, ya que al mejorar el rendimiento de la línea la capacidad aumenta y se tendrá que tener la capacidad y orden necesario para poder mantener el bajo porcentaje de inconsistencias, en este caso la solución visual es la marcación específica de un espacio en las cajas que permitan colocar de manera rápida y eficaz los códigos QR permitiendo así realizar la lectura del mismo independientemente del lugar donde se encuentre en el layout de la bodega sin alterar otros productos.
- El levantamiento del proceso fue vital para enfocar el problema y posteriormente analizar las causas raíz del mismo, logrando así optimizar el tiempo y recursos en la ejecución de las soluciones.

3.2 Resultados

- Se mejoró la satisfacción de los operadores involucrados en el proceso en un 60%.
- El proceso logró ser automatizado, mejorando los tiempos de las tareas y el control sobre el mismo.
- La solución otorgada además del control permite llevar un histórico de las inconsistencias e información de los productos, permitiendo así buscar mejoras en el futuro. Teniendo como resultados de reducción en 18% de inconsistencias en las tres primeras semanas de implementación.
- Se cumplió el objetivo optimista esperado, teniendo en firme que se puede llegar al objetivo de la empresa en el mediano plazo, reduciendo las inconsistencias hasta 14.8% por mes.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se redujo el porcentaje de inconsistencias mediante el uso de formatos dinámico y la creación de códigos únicos para cada producto.
- Se logro reducir el consumo de papel en el área de producción con la inclusión de herramientas digitales como el uso del QR.
- El personal operativo mejoro su satisfacción laboral con el uso de nueva tecnología.

4.2 Recomendaciones

- Mantener el orden del proceso con las soluciones implementadas para evitar que vuelvan a generarse inconsistencias.
- Tener equipos de reserva de lectura de QR en caso de que la principal sufra algún deterioro por exceso de uso.
- Cumplir con la periodicidad del plan de control para evitar que se pierdan las implementaciones realizadas en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aleu González, F. (2003). *Seis Sigma para Gerentes y Directores*. Monterrey: Libros en Red.
- Bradley, J. (2008). Management based critical success factors in the implementation of Enterprise Resource Planning systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, 9(3), 175-200. Obtenido de <https://search.proquest.com/docview/217187028/E71082A47F4A479BPQ/1?accountid=171402>
- Cronemyr, P. (2007). DMAIC and DMADV - Differences, similarities and synergies. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 3(3), 193-209. Obtenido de <https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2007.015065>
- Díaz, L., Victoria, E., Vargas, B., & Hernández, C. (2020). *Parametric and non-parametric statistical tests: their classification, objectives, and features*. Hidalgo: Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud .
- Garza Ríos, R., González Sánchez, C., Rodríguez González, E., & Hernández Asco, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 19-35.
- Jacobs, F. R., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Vollmann, T. E. (2011). Enterprise Resource Planning (ERP). En *Manufacturing planning & control systems for supply chain management* (Sixth ed., págs. 11-12). New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Leal Solano, A. (1987). El diagrama de Pareto. *Revista Facultad de Administración de Empresas. Volumen 4. Número 6*, 34-36.
- Navarro, E., Gisbert, V., & Pérez, A. I. (2017). METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN. *3C Empresa (Edición Especial)*, 75-77.
- Yen, D. C., Chou, D. C., & Chang, J. (2002). "A synergic analysis for web-based enterprise resources planning systems". En *Computer Standards & Interfaces* (Vol. 24, págs. 337-346).

Anexo 1

Diagrama de flujo funcional

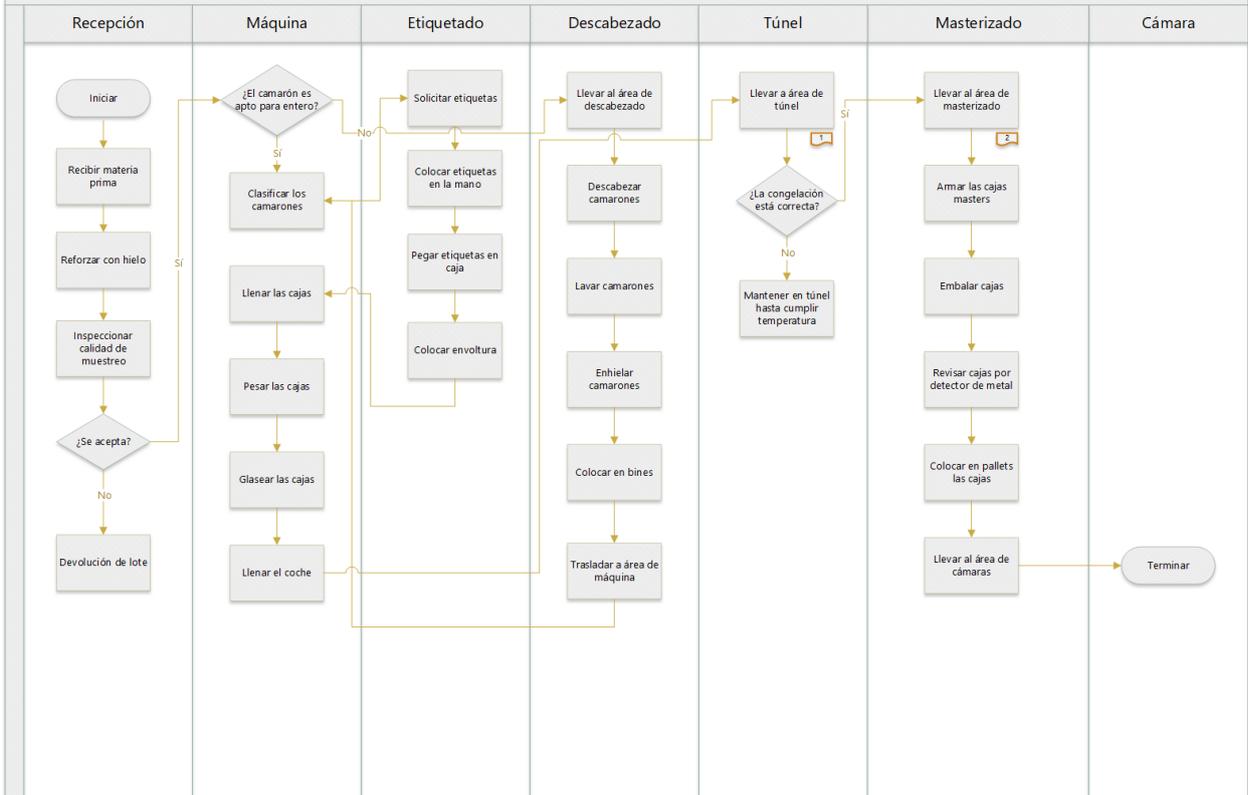


Diagrama de flujo funcional

