

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

Reducción del porcentaje de diferencia entre el inventario en sistema y el
inventario físico de la materia prima para producción de alimentos
balanceados

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Francisco Xavier Arellano Pincay

Luis Fernando García Carvajal

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedicamos a nuestra familia y otros seres queridos por creer siempre en nosotros y por ser siempre el pilar fundamental para no desistir jamás en las metas que nos propongamos.

Francisco Arellano
Luis García

AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos más sinceros a nuestros padres por darnos apoyo durante toda nuestra etapa universitaria.

A nuestro tutor Kleber Barcia por su participación constante en todas las etapas del trabajo.

A nuestros amigos, compañeros y familiares que contribuyeron directa e indirectamente en el desarrollo de este proyecto de titulación.

Francisco Arellano

Luis García

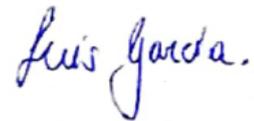
DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Francisco Xavier Arellano Pincay, Luis Fernando García Carvajal y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Francisco Xavier
Arellano Pincay

Autor 1



Luis Fernando García
Carvajal

Autor 2

EVALUADORES

.....
Jorge Abad, Ph.D

PROFESOR DE LA MATERIA


.....
Kleber Barcia, Ph.D

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto se lo realiza para una empresa productora de alimentos balanceados, la cual que requiere implementar mejoras en su sistema de control de inventario de materia prima en el área de producción debido a los altos niveles de diferencia de inventario que presenta en sus distintos tipos de productos, generando así altos costos para la empresa. El proyecto empieza definiendo la situación actual de la empresa junto con las necesidades del área en estudio y la definición del problema de manera general. Luego se procede a la estratificación del problema mediante una recolección de datos organizada y previamente definida, y así poder tener un enfoque óptimo del problema; para luego seguir con el análisis respectivo de las causas y así proponer las soluciones más adecuadas para la resolución del problema. En base a simulaciones realizadas de las soluciones propuestas se puede evidenciar que se logra cumplir con el objetivo general que se define para este proyecto.

Palabras Clave: Área de producción, problema, diferencia de inventario, costos.

ABSTRACT

This project is carried out for a balanced food production company, which requires implementing improvements in its raw material inventory control system in the production area due to the high levels of inventory difference that it presents in its different types of products, thus generating high costs for the company. The project begins by defining the current situation of the company together with the needs of the area under study and defining the problem in a general way. Then, the problem is stratified by means of an organized and previously defined data collection, in order to have an optimal approach to the problem; and then continue with the respective analysis of the causes and thus propose the most appropriate solutions for solving the problem. Based on simulations of the proposed solutions, it can be seen that the general objective defined for this project has been met.

Keywords: *Production area, problem, inventory difference, costs.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Alcance	3
1.5 Marco teórico	4
1.5.1 Árbol crítico de la calidad (CTQ).....	4
1.5.2 Herramienta las 5“W” 1“H”	4
1.5.3 Voz del Cliente.....	4
1.5.4 Inventario.....	5
1.5.5 Costo Variable	5
1.5.6 Triple línea base de sostenibilidad	5
1.5.7 Muestreo aleatorio simple	5
1.5.8 Prueba de equivalencia de medias	5
1.5.9 Metodología DMAIC.....	5

1.5.10	Código VBA en Excel.....	5
1.5.11	Mejora de la gestión para la reducción de las diferencias de inventario	6
1.5.12	Diferencias de inventarios de una empresa de cosméticos.....	6
1.5.13	Gestión de inventario en el sector de alimentos concentrados.....	6
1.5.14	Las diferencias de inventarios en la empresa Isis Distribuciones	7
CAPÍTULO 2.....		8
2.	Metodología.....	8
2.1	Definición del problema	8
2.1.1	La Voz del cliente (VOC)	8
2.1.2	Árbol de la calidad (CTQ)	9
2.1.3	Planteamiento del problema	10
2.1.4	Restricciones	11
2.1.5	Triple línea base de sostenibilidad	11
2.2	Medición de la situación actual.....	12
2.2.1	Plan de recolección de datos.....	12
2.2.2	Confiabledad de los datos	14
2.2.3	Estratificación del problema.....	17
2.3	Análisis de causas.....	20
2.3.1	Mapeo de proceso	20
2.3.2	Identificación de causas potenciales.....	21
2.3.3	Ponderación de causas	21
2.3.4	Plan de verificación de causas.....	23
2.3.5	Análisis de cinco porqués	25
2.4	Mejora	26
2.4.1	Propuesta de soluciones.....	27
2.4.2	Evaluación de soluciones	27

2.4.3	Plan de implementación de soluciones	29
2.4.4	Implementación de soluciones	30
2.5	Control	33
2.5.1	Control Visual	34
2.5.2	Plan de reacción	36
CAPÍTULO 3		37
3.	Resultados y analisis	37
3.1	Resultados de la simulación	37
3.2	Resultados de aplicar los registros de materiales para re-trabajo.....	39
3.3	Impacto de soluciones en CTQ	40
3.3.1	Impacto de implementar un sistema de medición de tolvas	41
3.3.2	Impacto de aplicar un registro de material para reproceso.....	41
3.3.3	Impacto de aplicar un informe compilado de información.....	41
CAPÍTULO 4		42
4.	Conclusiones y recomendaciones	42
4.1	Conclusiones.....	42
4.2	Recomendaciones.....	42
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers Diagram
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control Methodology
CTQ	Critical to Quality
VOC	Voice of Customers
PT	Producto terminado
PSE	Producto semielaborado
RE	Remezcla
CO	Consumo
AC	Acuicultura
SA	Salud animal

SIMBOLOGÍA

K	Mil
Kg	Kilogramo
g	Gramo
\$	Dólar
u	Unidad
%	Porcentaje
h	Hora

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Porcentaje de insumos con diferencia de inventario	2
Figura 1.2 Costo promedio total de diferencia de inventario	3
Figura 1.3 SIPOC	4
Figura 2.1 Agrupación de las necesidades de los clientes internos	9
Figura 2.2 CTQ	10
Figura 2.3 Herramienta 5 W+1 H.....	11
Figura 2.4 Materiales usados en la planta	12
Figura 2.5 Materiales usados en la planta	15
Figura 2.6 Registro de costos de materiales	15
Figura 2.7 Prueba de equivalencia	16
Figura 2.8 Captura de los resultados obtenidos	17
Figura 2.9 Costos de diferencia de Inventario	18
Figura 2.10 Porcentaje de costos de diferencias de inventario de Macros	19
Figura 2.11 Porcentaje de costos de diferencias de inventario PSE.....	19
Figura 2.12 Costos de diferencias de inventario por división de RE	20
Figura 2.13 Diagrama de cajas de diferencia de medias	24
Figura 2.14 Resultado de la prueba de diferencia de medias	24
Figura 2.15 Matriz de impacto y viabilidad.....	29
Figura 2.16 Implementar un sistema de medición de tolvas	31
Figura 2.17 Aplicar un registro de las remezclas generadas en el proceso	32
Figura 2.18 Fotos de la capacitación a los operadores.....	33
Figura 2.19 Proceso de Inspección de registros de material de reproceso.....	35
Figura 2.20 Proceso de Inspección del programa recopilador de informes.....	35
Figura 3.1 Costos por diferencia de inventario en tolvas	38
Figura 3.2 Costo por diferencia de inventario en macros.....	38
Figura 3.3 Costos por diferencia de inventario en semi-elaborados	39
Figura 3.4 Costos por diferencia de inventario en re-trabajo	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Indicadores de sostenibilidad.....	12
Tabla 2.2 Plan de recolección de datos.....	13
Tabla 2.3 Confiabilidad de datos	14
Tabla 2.4 Matriz causa efecto	21
Tabla 2.5 Escala de ponderación	22
Tabla 2.6 Evaluadores	22
Tabla 2.7 Resultados de las evaluaciones	22
Tabla 2.8 Plan de verificación de causas	23
Tabla 2.9 Verificación de contenido de las tolvas	23
Tabla 2.10 Análisis de 5 porqués	26
Tabla 2.11 Lluvia de soluciones	27
Tabla 2.12 Escala de Valoración.....	27
Tabla 2.13 Evaluadores	28
Tabla 2.14 Evaluación de soluciones	28
Tabla 2.15 Soluciones.....	29
Tabla 2.16 Plan de implementación de soluciones.....	30
Tabla 2.17 Plan de control de las soluciones	34
Tabla 2.18 Control del software de medición de tolvas.....	34
Tabla 2.19 Plan de reacción a los fallos encontrados.....	36
Tabla 3.1 Datos de la simulación Método actual vs Método propuesto	37
Tabla 3.2 Margen de error de los métodos simulados	37
Tabla 3.3 Soluciones implementadas.....	40

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio con más de 50 años en el mercado, líder en producción de alimentos balanceados, químicos industriales, fertilizantes, entre otros; posee varias sucursales en el país, una de estas es la planta de producción de alimentos balanceados ubicada en un cantón aledaño a la ciudad de Guayaquil.

La planta de producción a ser estudiada, desde el año 1979 tiene una capacidad de producción de balanceados de 90.000 toneladas métricas anuales, actualmente con algunas mejoras que se le han implementado y nuevas adquisiciones posee una capacidad de producción de balanceados de alrededor de 250.000 toneladas métricas anuales.

En el área de producción de esta planta se detecta que posee ciertos ruidos con respecto al inventario de materia prima en el área de producción, esto debido a un mal flujo de información con respecto al inventario provocando ciertos desajustes para el área mencionada, los mismos que la empresa desea mejorar; siendo así, ese el objeto de estudio de este proyecto.

1.1 Descripción del problema

La empresa en estudio presenta altos niveles de diferencia de inventario de materia prima en el área de producción, siendo más específicos el 76,66% de los insumos utilizados en el área de producción presenta diferencia, generando costos para la empresa y una mala trazabilidad de información.

El área de producción maneja un sistema de control de inventario basado kardex, los mismo que son realizados diariamente y de forma manual, para luego ser ingresados en una base en Excel.

Estas diferencias se reflejan en las liquidaciones de inventario que las realizan dos veces por semana luego de la toma física de inventario. En la figura 1.1

se puede observar el porcentaje de insumos que presenta diferencia por cada liquidación.

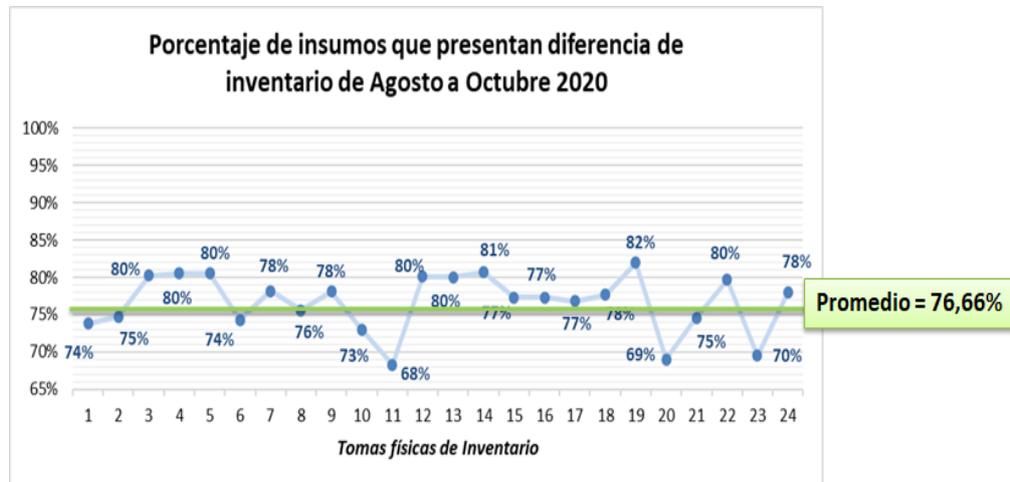


Figura 1.1 Porcentaje de insumos con diferencia de inventario

Fuente: Elaboración propia

Ese alto porcentaje promedio de insumos con diferencias es lo que la empresa en estudio requiere reducir y es lo que se realizará en este proyecto.

1.2 Justificación del problema

El hecho de mantener diferencias de inventario en los productos genera altos costos innecesarios para la empresa. En el área de producción los insumos están clasificados como: Material de empaque, aditivos, macros, remezcla y producto semielaborado. En la figura 1.2 se presenta los costos de las diferencias por tipo de producto.

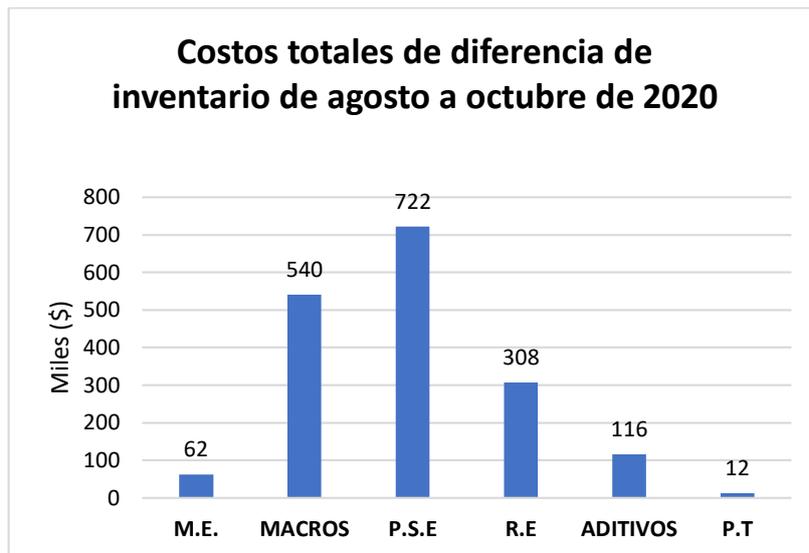


Figura 1.2 Costo promedio total de diferencia de inventario

Fuente: Elaboración propia

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir la diferencia de inventario total en el área de producción de la planta productora de alimentos balanceados en al menos un 32,63 % hasta enero de 2021.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los factores por los cuales se presenta la diferencia de inventario.
- Proporcionar un flujo de información confiable y actualizada.

1.4 Alcance

Para definir el alcance del proyecto, se emplea la herramienta SIPOC, en la que se detalla desde y hasta que parte del proceso abarca este proyecto. En la figura 1.3 se muestra el SIPOC para el área en estudio.

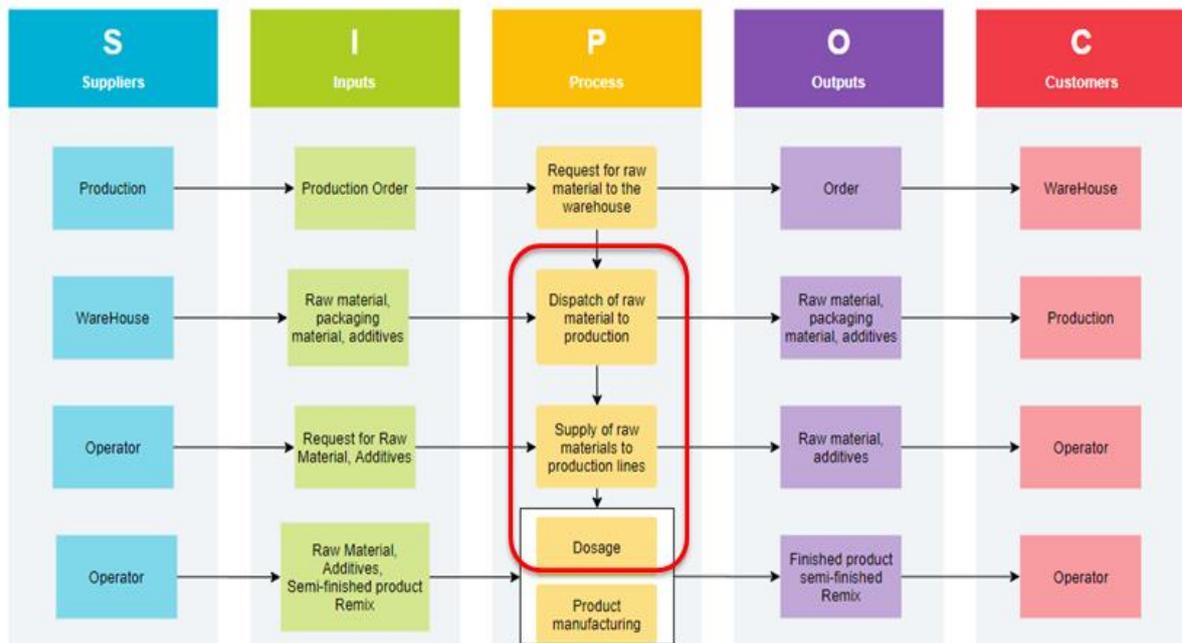


Figura 1.3 SIPOC

Fuente: Elaboración propia

1.5 Marco teórico

1.5.1 Árbol crítico de la calidad (CTQ)

Un CTQ es aquella característica que satisface un requerimiento específico para un cliente o un proceso (Shaffie & Shahbazi, 2012).

1.5.2 Herramienta las 5“W” 1“H”

Es una herramienta utilizada para analizar un problema contestando a las preguntas clave, que son: ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Cuál? y ¿Cómo? Esto permite identificar de adecuadamente el problema, pero no lo resuelve (Lasswell, 1985).

1.5.3 Voz del Cliente

Es la captura de las necesidades del cliente, lo que a su vez es una descripción, del beneficio que debe cumplir un producto o servicio. Comúnmente usada para definir sus requisitos de calidad (Griffin, 1991).

1.5.4 Inventario

Es el conjunto de recursos que necesita mantener una empresa debido al desbalance entre la oferta y la demanda (Rushton, Croucher, & Baker, 1989).

1.5.5 Costo Variable

Es lo que cobra un proveedor por cada unidad de producto entregado; por ese motivo, este costo depende de la cantidad que se pide (Guerrero, 2017).

1.5.6 Triple línea base de sostenibilidad

Es una forma de pensar en la sostenibilidad, midiendo el desempeño de tres pilares: el social, el ambiental y por último el económico (Peñafort, 2017).

1.5.7 Muestreo aleatorio simple

En este tipo de muestreo se establece la misma probabilidad a cada elemento de una población M de ser seleccionado, requiere establecer un listado de la población, precisión y la confiabilidad deseada, su mayor ventaja es la simpleza de su cálculo (Humberto, 2010).

1.5.8 Prueba de equivalencia de medias

Se utiliza para determinar si las medias de las mediciones de un proceso son lo suficientemente cercanas como para ser consideradas equivalentes (Navarro, Dolores, & Llobell, 2007).

1.5.9 Metodología DMAIC

Es utilizada para resolver problemas, definiendo las causas raíces e implementando soluciones para las mismas, en esta metodología se establece un plan de control para que los resultados de estas soluciones perduren con el tiempo (Pérez & García, 2014).

1.5.10 Código VBA en Excel

El código VBA en Excel es un lenguaje de macros que permite crear aplicaciones para ampliar la funcionalidad de los programas de Microsoft office (Acosta & Acosta, 2015).

1.5.11 Mejora de la gestión para la reducción de las diferencias de inventario

En este artículo se desarrolló una propuesta de mejora dentro de los procesos de recepción y despacho para una bodega, con el propósito principal de reducir las diferencias de inventario de suministros y repuestos. La metodología para el desarrollo de este artículo es basada en la mejora continua, definiendo situación actual, empleando kaizen y proponiendo mejoras como SMED y 5s, todo atacando a las causas que generan las diferencias de inventario en la bodega tanto como en el proceso de recepción como en el de despacho. Finaliza presentando los resultados y conclusiones logrando cumplir los objetivos propuestos en el artículo. (Evaristo, 2020).

1.5.12 Diferencias de inventarios de una empresa de cosméticos

En este artículo se hace énfasis a lo importante que es para las empresas la administración correcta del inventario, ya que esto puede atacar directamente a la rentabilidad de esta. En esta investigación hace referencia a la relación entre las diferencias de inventario y el orden, la capacidad de almacenamiento y el exceso de producto (Ríos, Ferrer & Solano, 2017).

1.5.13 Gestión de inventario en el sector de alimentos concentrados

En artículo se tiene como propuesta una metodología para la gestión de inventario en bodegas de materia prima para industrias del sector de alimentos concentrados, la misma que consta de cuatro etapas. Una en la que se realiza una clasificación ABC de los ítems. Después se logra establecer el inventario de seguridad por cada SKU, logrando a su vez determinar para la demanda de cada ítem el patrón, la variabilidad y se realizan los pronósticos.

Luego se establece la política de control de inventarios, para así poder desarrollar matemáticamente un modelo de optimización que permite definir el lugar de almacenamiento de los inventarios de materias primas. Siendo esta una empresa de alimentos tiene como prioridad la adecuada administración del inventario en la bodega de materia prima (Cardona, Orejuela & Rojas, 2018).

1.5.14 Las diferencias de inventarios en la empresa Isis Distribuciones

En este artículo se base en los problema que posee la compañía por el manejo de inventario, debido a que no cuentan con el personal lo suficientemente capacitado o no tienen sistemas de control computarizados, todos estos aspectos generarían problemas a la compañía a tal punto de llegar a no poder competir en el mercado, lo cual conllevaría a pérdidas económicas y a incumplir el sistema tributario al que se rige la compañía en estudio; por lo que en el artículo se hace un análisis exhaustivo del impacto de la problemática de inventario en el sector de tributación (Espinoza & Loarte, 2019).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El estudio presente se desarrolló en base a la metodología de mejora DMAIC, la que consiste en cinco fases las cuales son: definir el problema, medir el desempeño actual del proceso, analizar las causas del problema, Implementar las soluciones y controlar.

2.1 Definición del problema

En esta sección se recolectó las necesidades de los clientes internos. Además, se transformó dichas necesidades en requisitos específicos para poder determinar el indicador que servirá de base para el proyecto de mejora.

2.1.1 La Voz del cliente (VOC)

Se hizo uso a la herramienta VOC para recolectar los requerimientos de los clientes internos y reconocer el indicador para el proyecto. El primer paso fue identificar a las partes interesadas, estas fueron: los auxiliares de producción, el asistente de producción, el jefe de producción y los operadores. Cada uno de ellos fueron entrevistados directamente en donde expusieron todas las necesidades que presentan, las mismas que fueron agrupadas de acuerdo con su relevancia y similitud entre las mismas, como se puede observar en la figura 2.1.

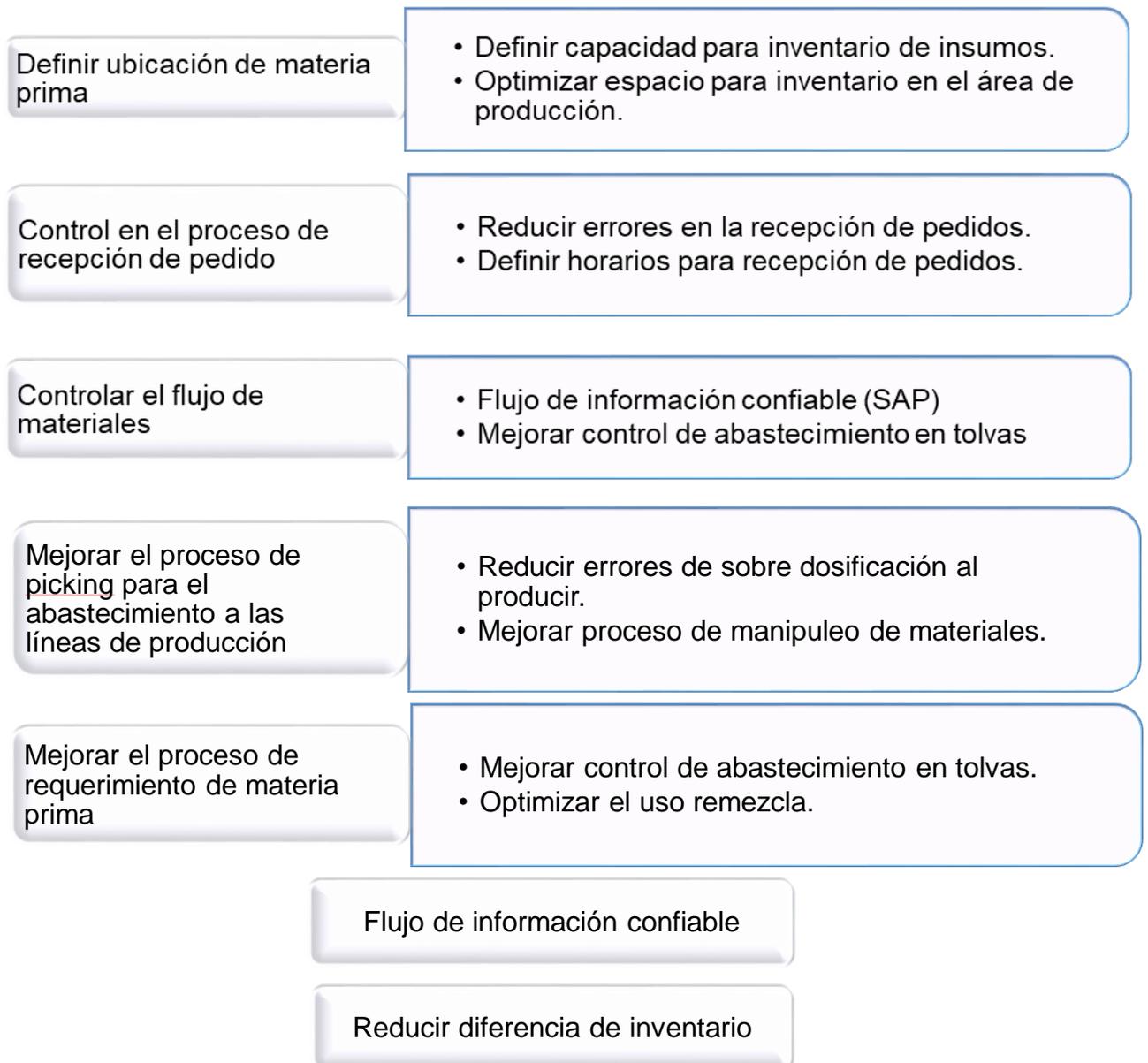


Figura 2.1 Agrupación de las necesidades de los clientes internos

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Árbol de la calidad (CTQ)

Una vez recopiladas las necesidades del cliente mediante la herramienta de VOC, se procede a realizar el CTQ para conocer la forma de medir dichas necesidades y obtener la variable crítica a ser estudiada. En la figura 2.2 se muestra el CTQ en mención.

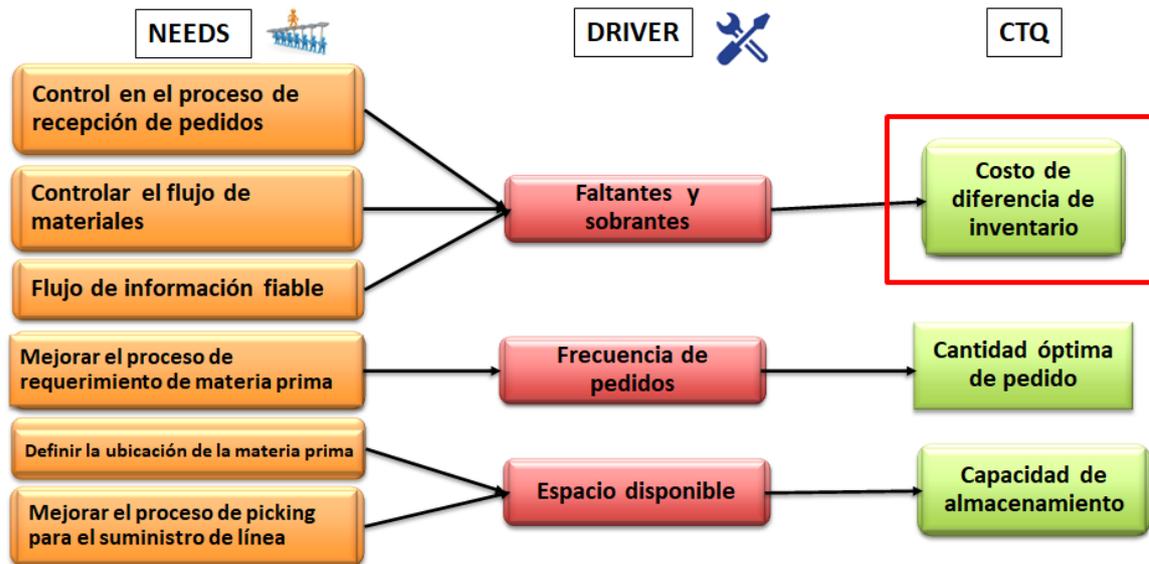


Figura 2.2 CTQ

Fuente: Elaboración propia

Se determina como variable de respuesta al costo de diferencia de Inventario, la misma que será el indicador para medir el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

$$\text{Costo de diferencia de inventario} = \sum_{i=1}^n (C_i X_i) \quad (2,1)$$

Donde, C_i es el costo de la diferencia de inventario del producto i , y X_i es la diferencia de inventario del producto i .

2.1.3 Planteamiento del problema

A partir de toda la información recopilada en toda esta etapa de definición, se aplica la herramienta 5W 1H en conjunto con personal de la empresa, para la definición formal del problema, el mismo que se lo estableció como: “En el área de producción durante los meses de agosto a octubre de 2020, se genera un costo promedio de \$ 439.000 semanal por diferencia de inventario”.

En la figura 2.2 se muestra el desarrollo de 5W 1H.

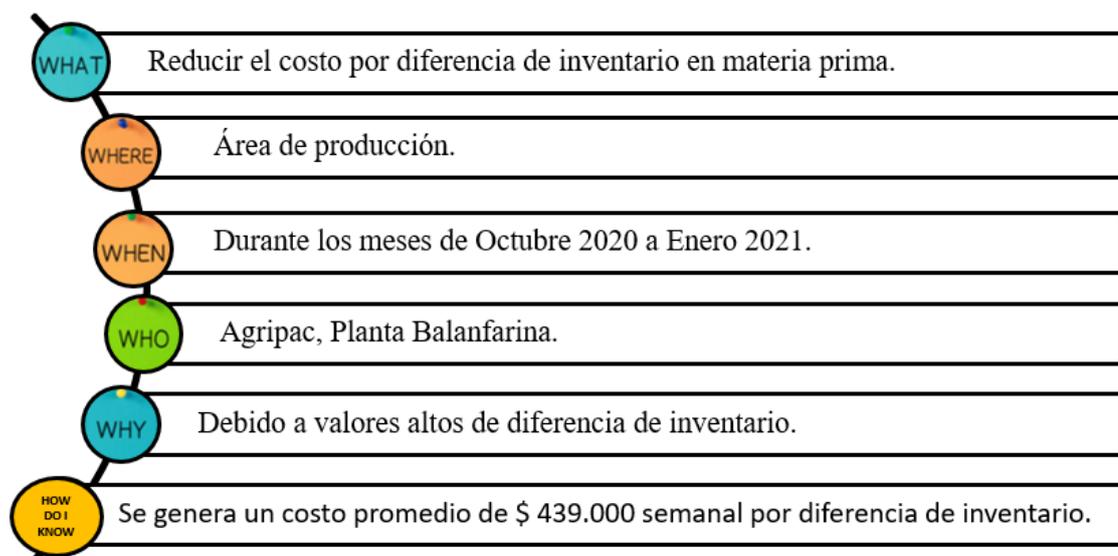


Figura 2.3 Herramienta 5 W+1 H

Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Restricciones

El área de producción de esta empresa productora de balanceado cuenta con ciertas restricciones, las mismas que se las consideran para el desarrollo del proyecto, estas son:

Data histórica: El área no cuenta con algunos registros de datos de sus procesos, los mismos que pueden servir como indicadores y como data para futuros proyectos.

Espacio: En el área de producción no se cuenta con el suficiente espacio para el almacenamiento y manipuleo de los distintos productos de materia primas tales como: macros, aditivos, remezclas y semi-elaborados.

2.1.5 Triple línea base de sostenibilidad

Para el desarrollo de este proyecto y lograr medir el desempeño de los resultados, se define 3 indicadores de sostenibilidad los mismos que se detallan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Indicadores de sostenibilidad

Elaboración: Fuente propia

Económico	Costos generados por la diferencia de inventario.
Ambiental	Cantidad de residuos generados por la caducidad de los materiales.
Social	Flujo de información confiable.

En caso de alcanzar el objetivo general del proyecto el cual es el de reducir un 32.63% la diferencia de inventario promedio como puede observarse en la Figura 2.4.



Figura 2.4 Materiales usados en la planta

Fuente: Elaboración propia

Se logrará dar a la empresa un ahorro de \$160 mil dólares semanales por motivos de costos de diferencia de inventario.

2.2 Medición de la situación actual

En la etapa de medición se recopiló la data histórica de las variables relacionadas con el indicador de mejora planteado.

2.2.1 Plan de recolección de datos

En la Tabla 2.2 se muestra el plan de recolección de datos el cual responde a las preguntas de: ¿Quién registra?, ¿Qué es lo que se registra?, ¿Cuándo se registra?, ¿Dónde se registra?, ¿Cómo se registra?, y ¿Para qué se registra?

Tabla 2.2 Plan de recolección de datos

Elaboración: Fuente propia

	¿Qué?			¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?		¿Por qué?
¿Quién registra?	¿Qué?	Unidad	Tipo de dato	¿Cuándo se registra?	¿Dónde se registra?	¿Cómo medir?	Método de recolección de datos	¿Por qué se registra?
Francisco Arellano/Luis García	Cantidad de materiales por división	N/A	Cuantitativo	Durante la fase de medición	Formato Excel	Revisar los materiales que se utilizan en cada división	Entrevista/Registros históricos	Para poder clasificar los materiales
Francisco Arellano/Luis García	Costos de los materiales	Dólares	Cuantitativo	Durante la fase de medición	Formato Excel	Revisar los registros de compras de materiales	Registros históricos	Permite definir el valor de cada material
Francisco Arellano/Luis García	Diferencia de inventario CO	Kg	Cuantitativo - Continuo	Durante la fase de medición	Formato Excel	Sumar la cantidad de diferencia inventario CO	Registros históricos	Afecta directamente al indicador

A continuación, se detalla la descripción de los datos recolectados:

Cantidad de materiales por división: Es el número de materiales diferentes con lo que se trabaja en cada división, no confundir con cantidad de inventario, por ejemplo: Se tiene 10kg de material A y 6kg de material B la cantidad de materiales serian 2 (A y B) y la cantidad de inventario serian 16Kg.

Costos de los materiales: Es el costo unitario por Kg de material a excepción del material de empaque, ya que el material de empaque se maneja por unidades.

Frecuencia de uso de los materiales: Es la frecuencia con la que los materiales son usados.

Diferencia de inventario: Es la diferencia existente entre la cantidad real poseída de inventario con la registrada en el sistema.

Diferencia de inventario total: Es la suma del valor absoluto de todas las diferencias registradas de un material o producto.

Diferencia de inventario total de la división CO: Es la suma de la diferencia de inventario registrado en todos los productos pertenecientes a la división CO.

2.2.2 Confiabilidad de los datos

Para verificar la confiabilidad de los datos, se realizaron comparaciones entre las listas de diferencias de inventarios, registros, kardex, y datos registrados en SAP. Para esto se toma una muestra de tamaño M de la variable y se definieron los parámetros de confiabilidad y precisión deseada como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Confiabilidad de datos

Elaboración: Fuente propia

Datos a recolectar	¿Cómo se validó?	¿Dónde está la información?	Muestreo	Confiabilidad	Margen de error
Cantidad de materiales por división	Verificación visual (Gemba)	Kardex, Listas de diferencias de inventarios	N/A	N/A	N/A
Costos de los materiales	Se comparó los precios encontrados en SAP con los registrados en las tomas de inventario.	SAP, Listas de diferencia de inventarios	142	95%	5%
Frecuencia de uso de los materiales	Se comparó los registros de inventario, con el plan de producción.	Kardex, Listas de diferencias de inventarios, plan de producción	65	90%	10%
Diferencia de inventario total de la división CO	Se realizó un análisis de diferencia de medias comparando las muestras tomadas con los registros históricos	Kardex, Listas de diferencias de inventarios	13	95%	5%

Verificación de la cantidad de materiales por división

Para verificar la cantidad de materiales por división se visitó la planta y se realizó una observación directa a los mismos para comprobar que estos realmente sean utilizados en las divisiones correspondientes. En la figura 2.5 se muestra una imagen de los materiales vistos en la división de consumo (CO).



Figura 2.5 Materiales usados en la planta

Fuente: Elaboración propia

Verificación de los costos de los materiales

Se comprobó que los costos de los materiales de diferentes registros sean iguales. En la figura 2.6 se muestra uno de los registros revisados donde se encuentran los costos de los materiales.

Material	Texto breve de material	SAP			Unidad medida base	Costo Unitario
		Almacen 0010	Almacen 9000	Bloqueado		
2004432	PREMIX GANADERIA AGR	7,900	0	0	KG	3,03
2004474	ROVABIO EXCEL T-FLEX 10%	116,300	0	0	KG	4,08
2003146	ABIQUIM 25 KG	6,327	0	0,100	UN	56,00
2003920	ADINOX P 2551	74,585	0	0	KG	2,20
2003160	ADINOX-L	9	0	0	KG	6,95
2002781	ADOXINE 25KG	3,382	0	0	UN	38,75
2003442	ADVANTAGE TERMINACION	7,300	0	0	KG	16,70
2000112	AGLUTINANTE 25 KG	1.049,650	0	0	KG	1,36
2002049	AGRILECHE 20KG	8	0	0	UN	42,80
2000132	ALLSYME.SSF	92,800	0	0	KG	13,40
2004049	AQUA - LYSO	71	0	0	KG	6,02
2002515	AQUAFORM	1,800	0	0	UN	70,07
2003759	AQUAVI MET-MET (DL-METIONIL/METI	225,817	0	15	KG	5,68
2004026	AVIAX PLUS	40,500	0	0	KG	11,75
2003965	AVIAX PREMIX 5%	43,710	0	0	KG	11,50
2003691	BETAINE HCL	193,050	0	0	KG	2,70
2002811	BIOTRONIC SE	4,633	0	0	UN	100,00
2003639	BIOTRONIC TOP-3	12	0	0	KG	5,60
2003990	BUTIRATO DE SODIO	28,790	0	0	KG	5,47

Figura 2.6 Registro de costos de materiales

Fuente: Elaboración propia

Diferencia de inventario total de la división CO

Para poder verificar la diferencia de inventario total de la división CO se realizó prueba de diferencias de medias comparando las muestras tomadas con los datos históricos. La figura 2.7 muestra como el valor promedio de los datos de la muestra se ubica dentro de los límites de equivalencia.

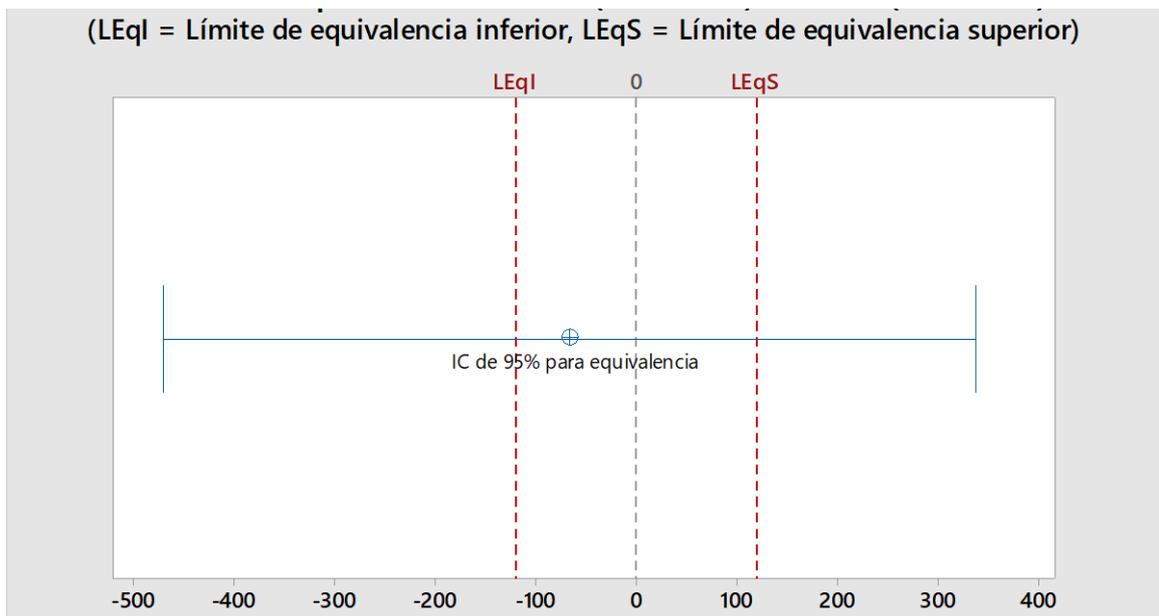


Figura 2.7 Prueba de equivalencia

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.8 se puede observar como el valor P de ambos límites (superior e inferior) es mayor al margen de error 0.05 demostrando que se puede rechazar la hipótesis nula, motivo por el cual se concluye que los dos valores pueden ser equivalentes.

Prueba

Hipótesis nula: Diferencia \leq -120 o Diferencia \geq 120
Hipótesis alterna: -120 < Diferencia < 120
Nivel de significancia: 0,05

Hipótesis nula	GL	Valor T	Valor p
Diferencia \leq -120	5	0,26982	0,399
Diferencia \geq 120	5	-0,92474	0,199

Figura 2.8 Captura de los resultados obtenidos

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Estratificación del problema

Para la estratificación del problema definido en la etapa de “definición”, se consideran diferentes factores para lograr un problema mucho mejor enfocado, estos factores de estratificación son:

- Costos de diferencia de inventario
- Tipo de división por producto

Estratificación por costos de diferencia de inventario:

Mediante este factor de estratificación se pudo definir que los productos que generan mayor costo de diferencia de inventario, representando el 89 % del total de los costos, son los productos de tipo Macro, PSE y remezcla tal como se observa en la Figura 2.9.

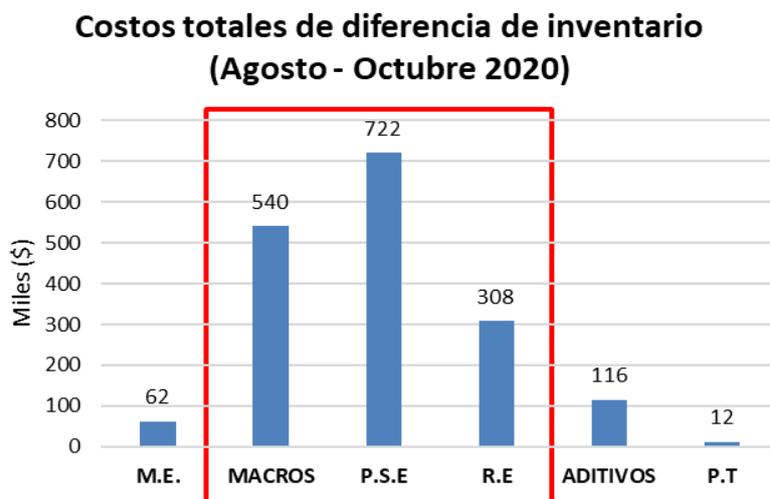


Figura 2.9 Costos de diferencia de Inventario

Fuente: Elaboración propia

Estratificación por división por producto:

Una vez definido que los productos que generan mayor costo son los Macros, PSE y remezclas en la estratificación anterior se procede a estratificar a los insumos que pertenecen a esos tipos de productos mencionados (Macros, PSE y RE) por el tipo de división a que pertenecen versus los costos de estos, y así poder obtener en que división está la mayor cantidad insumos con diferencias, considerando las tres divisiones que posee la empresa, las cuales son Salud animal (SA), Acuicultura (AC), y Consumo (CO) tal como lo muestra la Figura 2.10, 2.11 y 2.12.

Porcentaje de los costos mensuales promedio de Macros (agosto - octubre 2020)

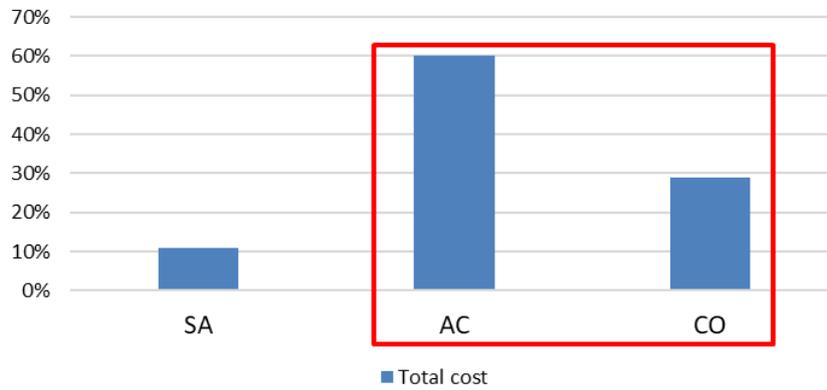


Figura 2.10 Porcentaje de costos de diferencias de inventario de Macros

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de costos mensuales promedio PSE (Agosto - Octubre 2020)

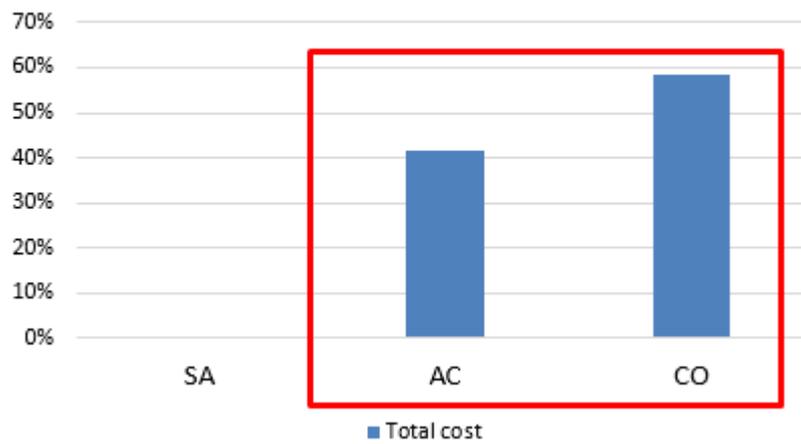


Figura 2.11 Porcentaje de costos de diferencias de inventario PSE

Fuente: Elaboración propia

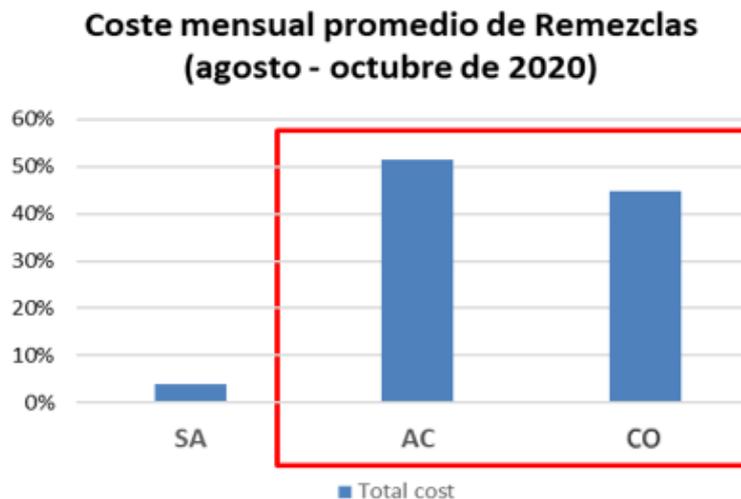


Figura 2.12 Costos de diferencias de inventario por división de RE

Fuente: Elaboración propia

Problema enfocado:

Luego de realizar la estratificación se puede definir el problema con un mejor enfoque, el mismo que queda establecido “En el área de producción de la planta productora de alimentos balanceados durante los meses de agosto a octubre de 2020, un promedio de 76,66% de los insumos presentan diferencia de inventario. Por tanto, aproximadamente el 89% de los costos generados específicamente en las divisiones de consumo y acuacultura por los productos de Macros, PSE y RE”.

2.3 Análisis de causas

Terminada la estratificación del problema en la fase anterior, en esta etapa se procede a determinar las causas que originan el problema y así establecer las causas raíz de este.

2.3.1 Mapeo de proceso

Para conocer más las etapas del proceso, se hace uso de la herramienta de diagrama de flujo funcional, el mismo que se encuentra en el Apéndice A. Con este diagrama se identifica las fabricas ocultas dentro del proceso, y así como también las actividades que agregan y no agregan valor.

2.3.2 Identificación de causas potenciales

En esta parte, se realiza una lluvia de ideas junto con las personas involucradas en el proceso con el fin de abarcar la mayor cantidad de causas por el cual se generan las diferencias de inventario, haciendo uso también de la herramienta de diagramas de Ishikawa por tipo de producto (Macros, PSE y RE) para con ello definir de una manera precisa y clara las causas por el cual se genera el problema en estudio.

Estos diagramas se encuentran en el Apéndice B.

En base a la información recopilada, se procede a realizar una matriz de causas con su efecto correspondiente, tal como se observa en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Matriz causa efecto

Elaboración: Fuente propia

No.	Causas	Efecto
1	Errores en dosificación por sistema	Descuadre de inventario
2	Errores en dosificación manual	Descuadre de inventario
3	Medición no precisa de tolvas	Reportes con errores
4	Toma de inventario diario no precisa	Reportes con errores
5	Falta de registros de remezclas generadas por el proceso	No se lleva registro de las cantidades de remezclas generadas en el proceso
6	Atraso en los traspasos de MP	No permite realizar la respectiva liquidación en el sistema
7	Falta de registro de remezcla generada por material en stock	No se lleva registro de las cantidades de productos no conformes
8	Derrame de líquidos	Pérdida del material, Descuadre de inventario
9	Sistema no amigable para control de barridos	No se lleva registro de las cantidades de barrido generadas

2.3.3 Ponderación de causas

Una vez definidas las causas potenciales se procede a la valoración del impacto que tienen respecto al problema y de la viabilidad que existe de poder atacar a cada una de las causas. En la Tabla 2.5 se muestra las escalas utilizadas para la ponderación de las causas y en la Tabla 2.6 se muestra a las personas que realizaron evaluación.

Tabla 2.5 Escala de ponderación

Elaboración: Fuente propia

IMPACTO		VIABILIDAD	
9	ALTO	9	ALTA
3	MEDIO	3	MEDIA
1	BAJO	1	BAJA
0	NO AFECTA	0	NO VIABLE

Tabla 2.6 Evaluadores

Elaboración: Fuente propia

Evaluadores	
1	Jefe de Producción
1	Asistente de Producción
2	Supervisores
1	Auxiliar

En la Tabla 2.7 se muestra el resumen de la ponderación de causas, para esto se tomó la moda de los valores de cada una de las causas.

Tabla 2.7 Resultados de las evaluaciones

Elaboración: Fuente propia

No	Causas	Impacto	Viabilidad
1	Errores en dosificación por sistema	3	9
2	Errores en dosificación manual	3	9
3	Medición no precisa de tolvas	9	9
4	Toma de inventario diario no precisa	9	9
5	Falta de registros de remezclas generadas por el proceso	9	9
6	Atraso en los trasposos de materia prima	3	9
7	Falta de registro de remezcla generada por material en stock	1	9
8	Derrame de líquidos	3	3
9	Sistema no amigable para control de barridos	3	1

Las causas que obtuvieron una mayor valoración son las causas 3, 4 y 5, las mismas que pasan a un posterior análisis para ser verificadas.

2.3.4 Plan de verificación de causas

Obtenidas las causas que resultaron con mayor ponderación se procede a verificarlas, para lo cual se realizó un plan de verificación de causas como se muestra en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8 Plan de verificación de causas

Elaboración: Fuente propia

Causa Potencial	Descripción	Método de verificación	Estado
Medición de tolvas no es precisa	Para conocer la cantidad de material que contiene la tolva es solo basado en la observación del operador	Datos históricos Análisis de diferencia de media.	Completo
Falta de registros de remezclas generadas por el proceso	En todas las líneas el proceso productivo genera remezclas en diferentes puntos los mismos que están siendo registrados	GEMBA (verificando los reportes de ensaque y seguimiento las remezclas generadas por el proceso)	Completo
Toma de inventario diario no precisa	En la toma física de inventario al auxiliar se le dificulta el conteo de los materiales	GEMBA (seguimiento al auxiliar durante sus actividades)	Completo

Se procede a realizar la verificación de cada una de las causas potenciales:

Medición de tolvas no es precisa

Para la verificación de esta causa, se realiza un ejercicio observando la cantidad exacta abastecida, para luego hacer que el operador elabore el reporte que siempre realiza marcando el nivel al que observa en que se encuentra la tolva. Cabe mencionar que para este ejercicio se lo realiza con tolvas que arrancaban el proceso completamente vacías, los resultados se muestran en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9 Verificación de contenido de las tolvas

Elaboración: Fuente propia

Valor Real kg	Valor Medido kg
5268,94	3684,26
4791,88	2059,25
5776,06	3564,00
3748,76	5407,96
3845,67	4750,54
3468,58	5104,81

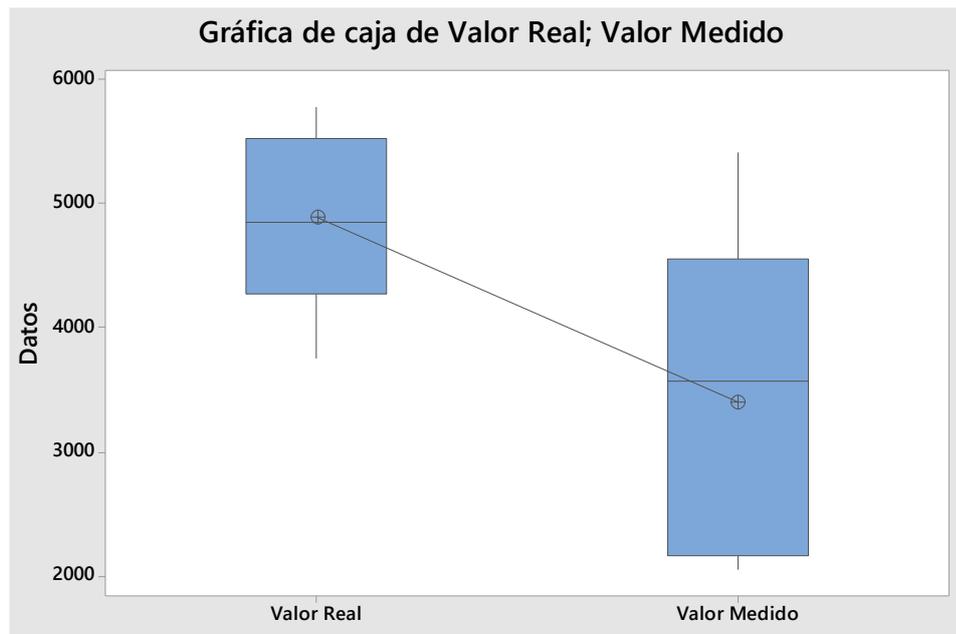


Figura 2.13 Diagrama de cajas de diferencia de medias

Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó un análisis de diferencias de medias para determinar si la media del valor real es igual a la del valor medido tal como se aprecia en la Figura 2.13. En donde el resultado de la estimación de la diferencia de media es aproximadamente 1486 kilogramos de material.

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
4,10	5	0,009

Figura 2.14 Resultado de la prueba de diferencia de medias

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 2.14 el valor p es inferior a 0.05 motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las medias si son diferentes entre sí.

Falta de registro de remezclas generadas por el proceso

En este caso la verificación se aplica GEMBA y consiste en darle seguimiento a los reportes de ensaque que elaboran diariamente los operadores de cada línea de producción, lo cual se pudo verificar que no existe registro alguno de esa información tal como se puede observar en el Apéndice C.

Toma de inventario diario no precisa

Para esa causa al igual que en la anterior la verificación se la realizada mediante GEMBA, dando acompañamiento al auxiliar encargado de realizar la toma física de inventario en donde se obtuvo varios hallazgos, por ejemplo, el desorden presente en los sacos que están en stock lo cual dificulta al auxiliar el conteo de los mismos, la ausencia de identificación correcta de ciertos materiales y la forma ambigua de medir la cantidad de líquido presente en los diferentes recipientes. Se adjuntan fotos de estos hallazgos en el Apéndice D.

2.3.5 Análisis de cinco porqués

Luego de la verificación de las causas potenciales, se procede a realizar el análisis de los cinco porqués para llegar a las causas raíz de cada una de las causas potenciales, tal como se muestra en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10 Análisis de 5 porqués

Elaboración: Fuente propia

Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Causa raíz
Medición de tolvas no es precisa	Reporte de tolvas es muy ambiguo y sin precisión	No se utiliza ningún instrumento de medición	Actualmente es acorde a lo que observa el operador	La medición actual del contenido de las tolvas es subjetiva y queda a perspectiva del operador
		Solo se marca el nivel aproximado en que se encuentra la tolva	El software actual solo requiere de una marcación aproximada	El software actual genera un margen de error del 20% al 40%
			Desconocen las medidas de las tolvas	Las medidas del cubicaje actual no están actualizadas
Toma de inventario diario no precisa	El conteo del material se dificulta	Porque los sacos se encuentran desordenados	Picking de forma desordenada	Picking de forma desordenada
	El método de medición de los líquidos es muy ambiguo	No existe un método estándar para la medición de líquidos		No existe un método estándar para la medición de líquidos
Falta de registros de remezclas generadas por el proceso	No se ha definido responsables para recolectar la información	No se conoce los puntos donde se genera remezcla		Se desconoce los puntos de pérdidas del proceso
	Se desconoce la importancia de esta información	Históricamente no se ha usado este dato en la planta		Históricamente no se ha usado este dato en la planta

2.4 Mejora

Después de la etapa de análisis, identificadas las causas raíz del problema se procede conversar con los involucrados en el proceso, teniendo varias reuniones y así realizar lluvia de ideas para obtener opciones de las posibles soluciones el problema.

2.4.1 Propuesta de soluciones

Dada la lluvia de ideas y diferentes reuniones con involucrados al proceso, se establecieron varias soluciones que se ajustan a las causas raíz, las mismas que se muestran en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11 Lluvia de soluciones

Elaboración: Fuente propia

Causa potencial	Causa Raíz	Solución
Medición de tolvas no es precisa	La medición actual del contenido de las tolvas es subjetiva y queda a perspectiva del operador	Implementar el uso de una herramienta de medición, para obtener la cantidad de vacío
	El software actual genera un margen de error del 20% al 40%	Desarrollar un software de mayor precisión y adaptable al sistema de medición
	Las medidas del cubicaje actual no están actualizadas	Actualizar el cubicaje de las tolvas
Falta de registros de remezclas generadas por el proceso	Se desconoce los puntos de pérdidas del proceso	Aplicar registro de remezclas generadas en las líneas de producción
	Históricamente no se ha usado este dato en la planta	Implementación de un reporte compilado de la información de los reportes de ensaque
Toma de inventario diario no precisa	Picking de forma desordenada	Instruir al personal de mantener un orden en su lugar de trabajo
	No existe un método estándar para la medición de líquidos	Emplear el uso de herramientas de medición para algunos materiales

2.4.2 Evaluación de soluciones

Una vez definidas las soluciones se procede a la valoración de estas respecto al impacto que tendrían y a la viabilidad para poder implementar cada una de estas soluciones. En la Tabla 2.12 se muestra las escalas utilizadas para la valoración y en la Tabla 2.13 se muestra a las personas que realizaron evaluación.

Tabla 2.12 Escala de Valoración

Elaboración: Fuente propia

IMPACTO		VIABILIDAD	
9	ALTO	9	ALTA
3	MEDIO	3	MEDIA
1	BAJO	1	BAJA
0	NO AFECTA	0	NO VIABLE

Tabla 2.13 Evaluadores

Elaboración: Fuente propia

EVALUADORES	
1	Jefe de Producción
1	Asistente de Producción
2	Supervisores
1	Auxiliar

En la Tabla 2.14 se muestra el resumen de la valoración de soluciones, para esto se tomó la moda de los valores de cada una de las soluciones luego se realiza la matriz de impacto y esfuerzo para las soluciones con mayor puntaje como se observa en la Figura 2.15.

Tabla 2.14 Evaluación de soluciones

Elaboración: Fuente propia

No	Soluciones	Impacto	Viabilidad
1	Implementar el uso de una herramienta de medición, para obtener la cantidad de vacío	9	9
2	Desarrollar un software de mayor precisión y adaptable al sistema de medición	9	9
3	Actualizar el cubicaje de las tolvas	9	1
4	Aplicar registro de remezclas generadas en las líneas de producción	9	9
5	Implementación de un reporte compilado de la información de los reportes de ensaque	9	9
6	Instruir al personal de mantener un orden en su lugar de trabajo	3	3
7	Emplear el uso de herramientas de medición para algunos materiales	3	9

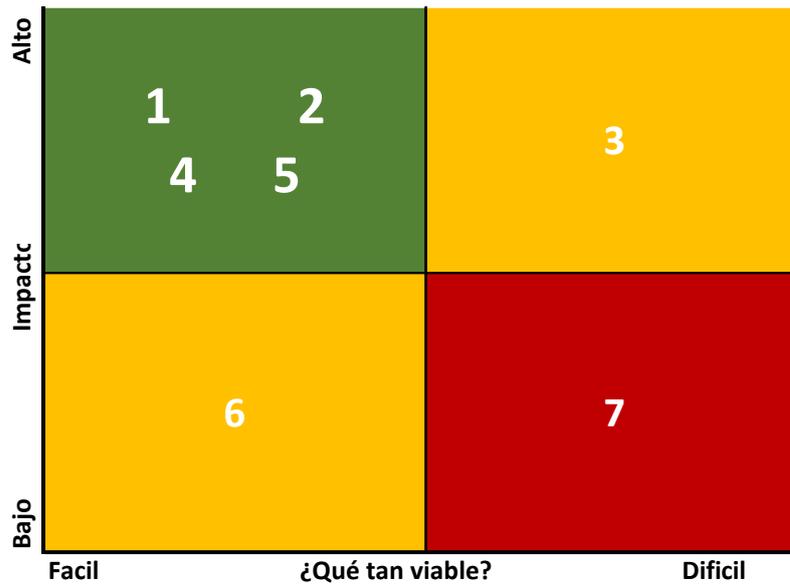


Figura 2.15 Matriz de impacto y viabilidad

Fuente: Elaboración propia

Las soluciones que obtuvieron una mayor valoración son las causas 1, 2, 4 y 5, pero debido a que las soluciones 1 y 2 van de la mano la una con la otra, se procede a unirlas y a dejarla como una sola solución. La Tabla 2.15 muestra las soluciones a ser implementadas.

Tabla 2.15 Soluciones

Elaboración: Fuente propia

Soluciones	
1	Implementar un nuevo sistema de medición de tolvas de mejor precisión
2	Aplicar registro de remezclas generadas en las líneas de producción
3	Implementación de un reporte compilado de la información de los reportes de ensaque

2.4.3 Plan de implementación de soluciones

Obtenidas las soluciones que resultaron con mayor valoración se procede a realizar un plan de implementación de soluciones como se muestra en la Tabla 2.16

Tabla 2.16 Plan de implementación de soluciones

Elaboración: Fuente propia

Soluciones	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Quién?
Implementar un sistema de medición de tolvas con mejor precisión	El método actual está de acuerdo con la perspectiva del operador.	Uso de una cinta métrica para medir la altura del material.	En las tolvas de materia prima para consumo y acuicultura	Prototipo	Operadores
	El software actual genera un margen de error de 20% a 40%	Establecer una ecuación para el cálculo del contenido de la tolva.			Auxiliar de producción
Aplicar un registro de las remezclas generadas durante el proceso en todas las líneas	Actualmente las remezclas generadas no se registran.	Delegar a los operadores para completar dicha información en los reportes de ensaque	Líneas de acuicultura consumo	De 04/01/2021 a 25/01/2021	Operadores
Implementación de un informe compilado de información de reportes de empaque	La información sobre las pérdidas del proceso nunca se había utilizado.	Creación de una hoja de cálculo en Excel, en la que la información requerida por el asistente de producción está vinculada	Líneas de acuicultura y consumo	De 04/01/2021 a 25/01/2021	Supervisores

2.4.4 Implementación de soluciones

Una vez elaborado el plan de implementación de soluciones se procede a implementar o simular las mismas, para lo cual a continuación se procede a explicar la manera de implementación o simulación de las soluciones.

Implementar un sistema de medición de tolvas con mejor precisión

Para la correcta implementación de esta solución requiere de una serie de pasos a seguir, los mismos que se detallan a continuación en la Figura 2.16

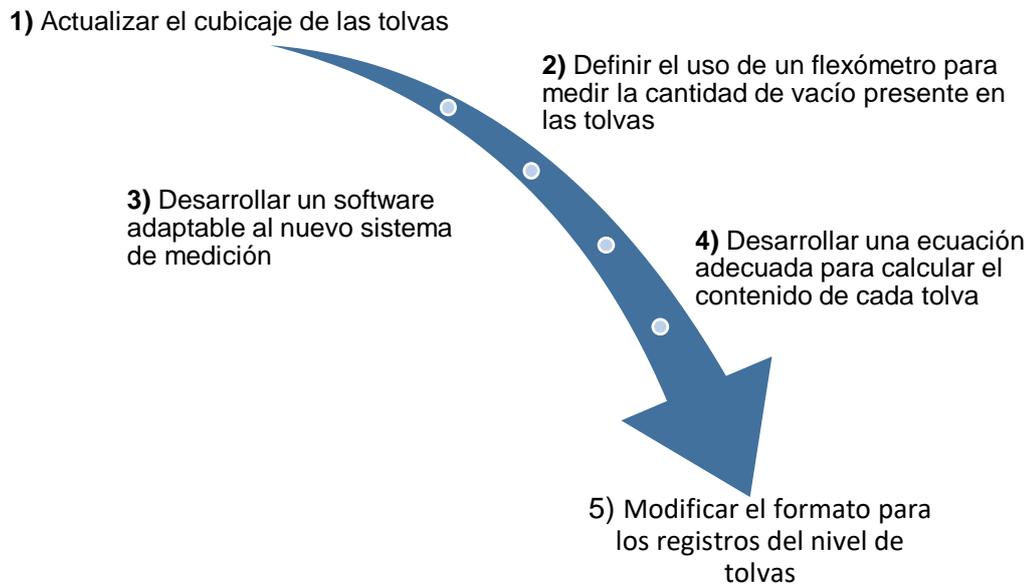


Figura 2.16 Implementar un sistema de medición de tolvas

Fuente: Elaboración propia

Para el paso 1, la actualización del cubicaje de las tolvas, la compañía procede a realizar las respectivas cotizaciones.

Para el uso del flexómetro, en conjunto con el gerente de planta se determinó las líneas de producción que lo necesitan para de esa manera conocer la cantidad flexómetros que se pedirían al almacén, para este paso no se necesita capacitación debido a que los operadores ya están capacitados para el uso de esta herramienta, debido a que existen otros procedimientos que hacen uso de la misma como son la medición de tanques de los líquidos.

Para el desarrollo de la ecuación, se plantea una relación entre el cambio de la superficie mayor, con respecto a la altura de la tolva, luego se usa como base la ecuación para el cálculo del volumen de las figuras geométricas que se manifiestan en la tolva como son: los conos truncados, las pirámides truncadas, los cubos y los cilindros, se lo puede observar en el Apéndice E.

Para el paso 5 se modificó un formato ya existente de la empresa y se agregó a cada tolva del formato un espacio para que pueda registrarse la altura del vacío que será medida por el operador Apéndice F.

Aplicar un registro de los remezclas generadas durante el proceso en todas las líneas.

Al igual que la solución anterior, para la implementación de esta solución se requiere de una serie de pasos tal como se muestra en la Figura 2.17

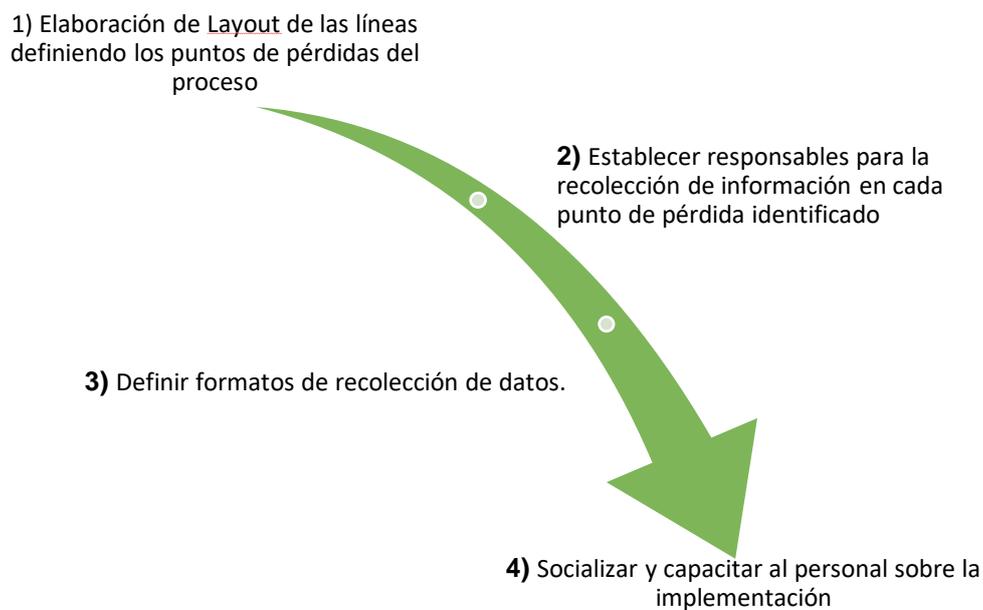


Figura 2.17 Aplicar un registro de las remezclas generadas en el proceso

Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo el paso 1, la elaboración de los layout de las líneas de consumo y acuicultura, se hizo el levantamiento de la información junto con supervisores y operadores definiendo también los puntos de pérdidas correspondientes a las líneas, tal como se observa en el Apéndice G y Apéndice H.

Una vez terminado el primer paso, se procede a asignar a los operadores responsables de recolectar los respectivos puntos de pérdida. Para luego establecer los respectivos formatos que serán empleados para la recolecta de la información, dichos formatos se muestran en el Apéndice I y Apéndice J.

Para finalizar se procede a la difusión de la implementación socializándola con todos los involucrados al proceso y con su respectiva capacitación al personal, como puede observarse en la figura 2.18



Figura 2.18 Fotos de la capacitación a los operadores

Fuente: Elaboración propia

Implementación de un informe compilado de información de reportes de empaque

En Excel se desarrolla una hoja de cálculo que compila automáticamente la información necesaria desde el reporte de producción, el mismo que se alimenta con los reportes de ensaque que se menciona en la solución anterior. Para el desarrollo del software se usó la herramienta macros de Excel y su código VBA. En el Apéndice K se puede observar el formato y su código de programación del informe compilador.

2.5 Control

Para la etapa de control de cada mejora implementada se realizó el plan de control, como se puede observar en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17 Plan de control de las soluciones

Elaboración: Fuente propia

¿Qué puede fallar?	¿Por qué puede fallar?	¿Cómo controlarlo?	¿Quién lo controla?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Con qué frecuencia?
El software de medición de tolvas	Porque es un sistema de código simple cuya precisión depende del usuario.	Realización de una inspección del sistema con una lista de verificación	Auxiliar de producción	Sábados por la tarde	Área de producción	Semanalmente
Registros de material de reproceso	Porque es un trabajo tedioso y los operadores pueden cometer errores al registrar información.	Realización de inspecciones sorpresa	Supervisor	A mitad del turno	Área de producción	Semanalmente
El programa de recopilación de informes	Porque el formato de los informes compilados difiere del formato estándar.	Cuando el programa da un mensaje de error	Auxiliar de producción	Martes y jueves	Área de producción	2 veces por semana

2.5.1 Control Visual

Para realizar el control visual se establecieron diferentes métodos:

Para el control del software de medición de tolvas, se contará con un check list con el cual se realizará la inspección del sistema de cada uno de los puntos listados, como se muestra en la Tabla 2.18.

Tabla 2.18 Control del software de medición de tolvas

Elaboración: Fuente propia

Control del software de medición de tolvas	Revisado
La tabla de densidades de materiales.	x
Dimensiones de la tolva	x
Código de programa	x
Ecuación de cálculo de contenido	x

Para el control de los registros de material de reproceso se desarrolló un diagrama de flujo el cual indica los pasos para realizar correctamente el control respectivo, tal como se muestra en la figura 2.19.

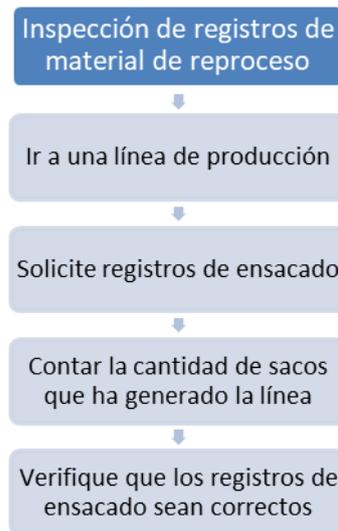


Figura 2.19 Proceso de Inspección de registros de material de reproceso

Fuente: Elaboración propia

Para el control del programa de recopilación se desarrolló un diagrama de flujo el cual indica los pasos para inspeccionar el programa y encontrar errores, tal como se muestra en la figura 2.20.

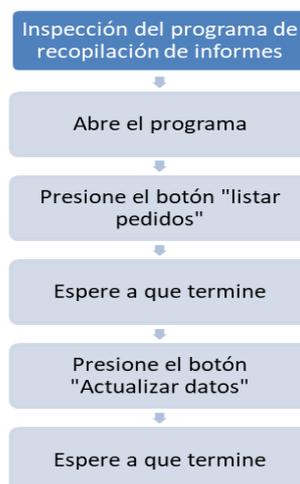


Figura 2.20 Proceso de Inspección del programa recopilador de informes

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Plan de reacción

En los diferentes controles que se realizarán se pueden manifestar fallos, por ese motivo se desarrolló un plan de reacción que permitirá saber responder a los diferentes problemas de manera oportuna, el plan se muestra en la Tabla 2.19.

Tabla 2.19 Plan de reacción a los fallos encontrados

Elaboración: Fuente propia

¿Qué puede fallar?	¿En qué fallo?	¿Por qué fallo?	Respuesta	¿Quién?
El software de medición de tolvas	La cantidad calculada por el programa	La densidad del material es incorrecta.	Copie la densidad de los materiales de la base de datos al programa	Auxiliar de producción
		La ecuación ha sido alterada	Reemplace la ecuación con la ecuación existente en el programa de respaldo	Auxiliar de producción
		Se han cambiado las dimensiones de la tolva	Copie las dimensiones de la tolva de la base de datos.	Auxiliar de producción
Registros de material de reproceso	La cantidad registrada	El operador no registró el número correcto de maletas	Registre la cantidad correcta, advierta al operador que se equivocó.	Supervisores
El programa de recopilación de informes	Recopilación de órdenes de producción o datos de los pedidos	Los formatos son diferentes al estándar	Cambiar el formato al estándar	Auxiliar de producción
		Se modificó el código de Excel VBA	Copie el código del archivo de respaldo	

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 Resultados de la simulación

Para la implementación de las tolvas se realizó una simulación comparando el sistema de medición actual con el sistema de medición propuesto, los resultados de esta comparación se pueden observar en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Datos de la simulación Método actual vs Método propuesto

Elaboración: Fuente propia

Valor real kg	Medición		Diferencia generada	
	Método actual	Método propuesto	Método actual	Método propuesto
10484,08	11645,00	10589,98	1160,92	105,90
6167,47	4775,60	6293,34	1391,87	125,87
7506,51	7417,70	7582,33	88,81	75,82
4904,26	4775,60	5004,35	128,66	100,09
10058,71	11645,00	10160,31	1586,29	101,60
3848,35	2133,60	3887,22	1714,75	38,87
4693,73	4775,60	4789,52	81,87	95,79
9641,30	10060,00	9838,06	418,70	196,76
2912,54	2133,60	2941,96	778,94	29,42
5719,96	4775,60	5777,74	944,36	57,78
229,26	533,39	257,60	304,13	28,34
1146,07	1600,20	1157,65	454,13	11,58
3430,52	2133,60	3500,53	1296,92	70,01

Esta simulación dio como resultado el margen de error que posee el método actual comparado con el método propuesto, mismo que se puede observar en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Margen de error de los métodos simulados

Elaboración: Fuente propia

Límites	Método Actual	Método propuesto
Mínimo	376,788	44,486
Máximo	1215,573	115,179
% Error promedio	27,5%	2,3%
Desviación estándar	653,54	38,01

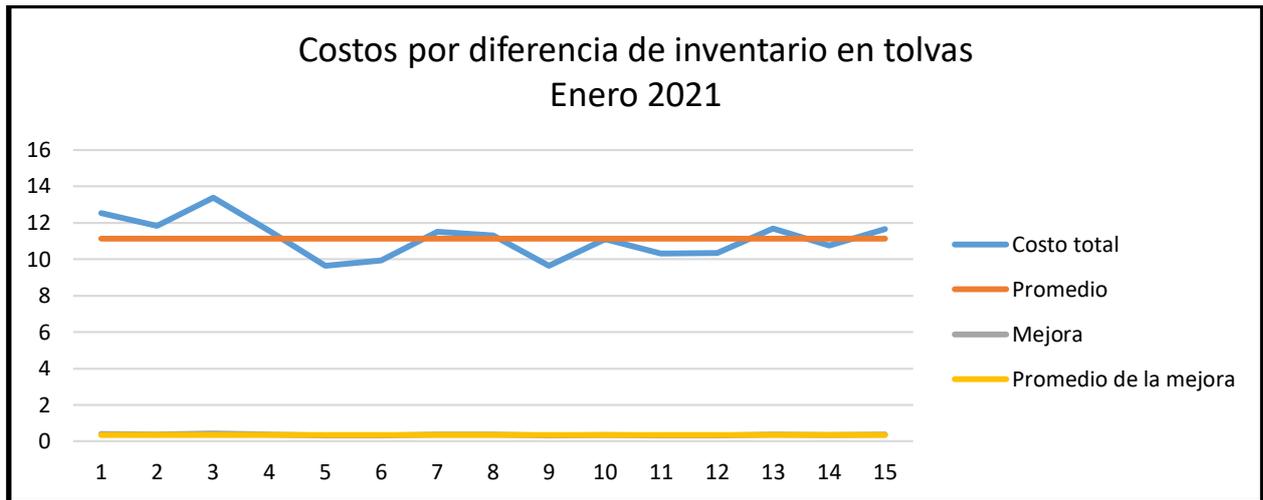


Figura 3.1 Costos por diferencia de inventario en tolvas

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.1 la línea azul muestra los costos generados por utilizar el método actual de medición de tolvas, mientras que la línea amarilla muestra el promedio de los costos generados por el método propuesto, como se puede notar los costos son notablemente inferiores a los generados por el método que actualmente están usando en la empresa. Luego de estos resultados se simula la reducción de costos por diferencias de inventario total en los materiales macros, que se presentaría en la empresa en caso de utilizar el método propuesto, dichos resultados se pueden observar en la Figura 3.2.

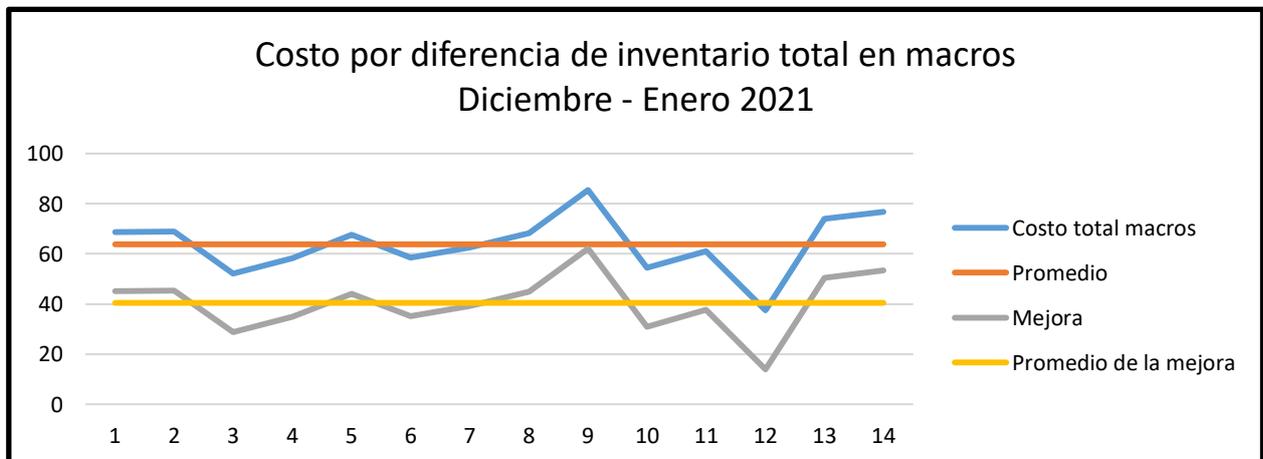


Figura 3.2 Costo por diferencia de inventario en macros

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados se demuestra que la reducción promedio de los costos por diferencia de inventario en los materiales macros de la empresa en caso de utilizar el método propuesto es de un 36,73%.

Luego se procede a realizar el mismo tipo de análisis, para los productos semi-elaborados, los resultados se pueden observar en la figura 3.3.

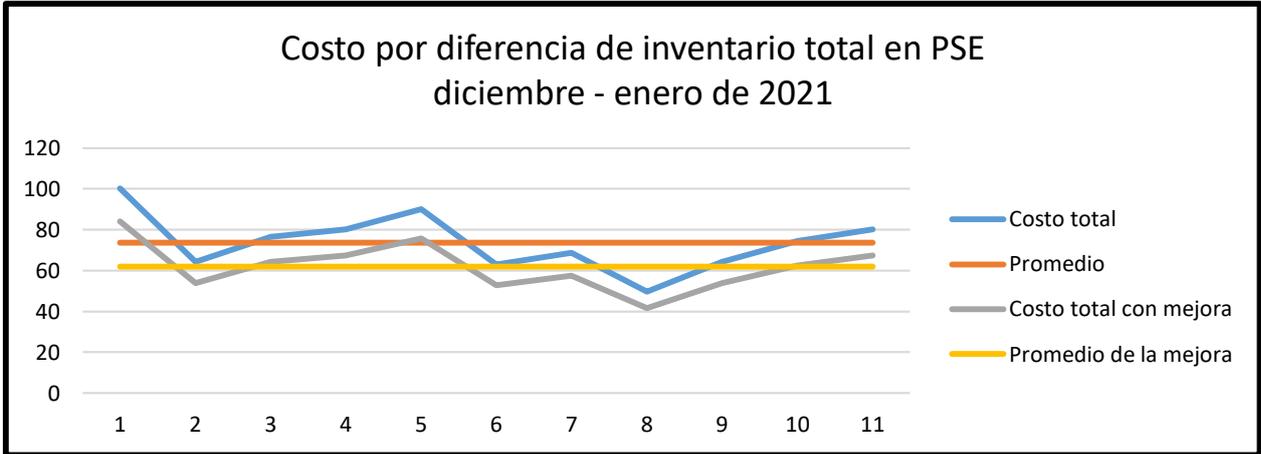


Figura 3.3 Costos por diferencia de inventario en semi-elaborados

Fuente: Elaboración propia

Para este caso los resultados observados de la figura 3.3 demuestran que la reducción promedio de los costos por diferencia de inventario en los productos semi-elaborados de la empresa es de un 15.97%.

3.2 Resultados de aplicar los registros de materiales para re-trabajo.

Luego de la implementación de los registros de materiales para re-trabajo generadas y el informe compilado, se obtuvo la cantidad de remezcla que se generaban en los procesos, la misma que antes se desconocía y generaba costos por diferencia de inventario.

Se realizó un análisis de resultados y se comparó los costos que se podrían haber generado en caso de no haber registrado el remezcla que se generan durante el proceso.

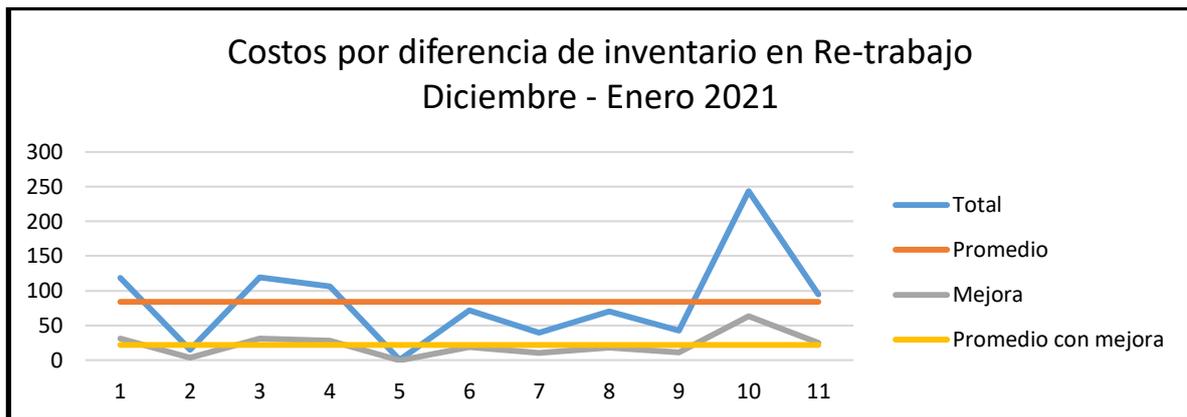


Figura 3.4 Costos por diferencia de inventario en re-trabajo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.4 la línea azul representa la cantidad de costos que se habrían generado en caso de no realizar los registros, mientras que la línea gris representa los costos en caso de realizarlos.

Como se puede observar en la Figura 3.4 la reducción promedio de los costos es de 75.6% lo cual representa un gran impacto a nivel económico de la empresa.

3.3 Impacto de soluciones en CTQ

En la Tabla 3.3 se muestran los CTQ encontrados en el proyecto.

Tabla 3.3 Soluciones implementadas

Elaboración: Fuente propia

Número	CTQ
1	Costo de diferencia de inventario
2	Cantidad óptima de pedido
3	Capacidad de almacenamiento

3.3.1 Impacto de implementar un sistema de medición de tolvas

Al implementar esta solución se generará un impacto en:

El costo de diferencia de inventario, debido a que al contar con un sistema de medición de tolvas más preciso se evitará errores en los registros de inventario, estos errores generan grandes costos puesto que provocan que la empresa cuente con un material que no tiene o pida materiales que ya posee.

Cantidad óptima de pedido, debido a que al conocer con exactitud el material que se posee, podrán calcular la cantidad óptima de material necesario al realizar el pedido.

Capacidad de almacenamiento, el impacto es indirecto, debido a que al conocer la cantidad de material que se posee, y al poder calcular la cantidad óptima de pedido, no sobrará material lo que disminuirá el espacio ocupado por material innecesario.

3.3.2 Impacto de aplicar un registro de material para reproceso

Esta solución impactará en:

El costo por diferencia de inventario, debido a que se conocerá la cantidad real de remezclas generadas por el proceso, reduciendo así la diferencia de inventario que genera su desconocimiento, lo que trae como consecuencia una reducción de costos.

Cantidad óptima de pedido, debido a que al conocer con exactitud el material para reproceso que se posee, podrá considerar estas cantidades para un futura plan de producción y de esta forma utilizar estos materiales para fabricación de productos.

Capacidad de almacenamiento, al conocer la cantidad real de material que se posee y utilizarlo en la fabricación de productos, se disminuirá la cantidad de material para reproceso que se mantiene en el inventario, logrando así un aumento en la capacidad de almacenamiento.

3.3.3 Impacto de aplicar un informe compilado de información

El informe compilado sirve para facilitar el trabajo de recopilación de los registros de materiales para reproceso, y evitar errores en los mismo, por este motivo su impacto es directamente proporcional al impacto que generan estos registros.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo que se plantea en el proyecto, reducir la diferencia de inventario total en el área de producción de la planta productora de alimentos balanceados en al menos un 32,63 % hasta enero de 2021, el mismo que con las soluciones planteadas se logró cumplir a cabalidad, pese a que aún falta ciertas condiciones que se deben implementar en paralelo a lo propuesto, pero queda ya a consideración de la compañía.

4.1 Conclusiones

- Se logra reducir un 36,73% los costos por diferencia de inventario en Macros, aplicando el programa para el sistema de medición por tolvas.
- Se logra reducir un 75,6% los costos por diferencia de inventario en materiales para reproceso, aplicando un registro de pérdidas de proceso en los reportes de ensaque.
- Se logra reducir un 19,99% los costos por diferencia de inventario en productos semielaborados, aplicando el programa para el sistema de medición por tolvas.
- Se logra cumplir el objetivo general de reducir un 32,63% el costo por diferencia de inventario en el área de producción.

4.2 Recomendaciones

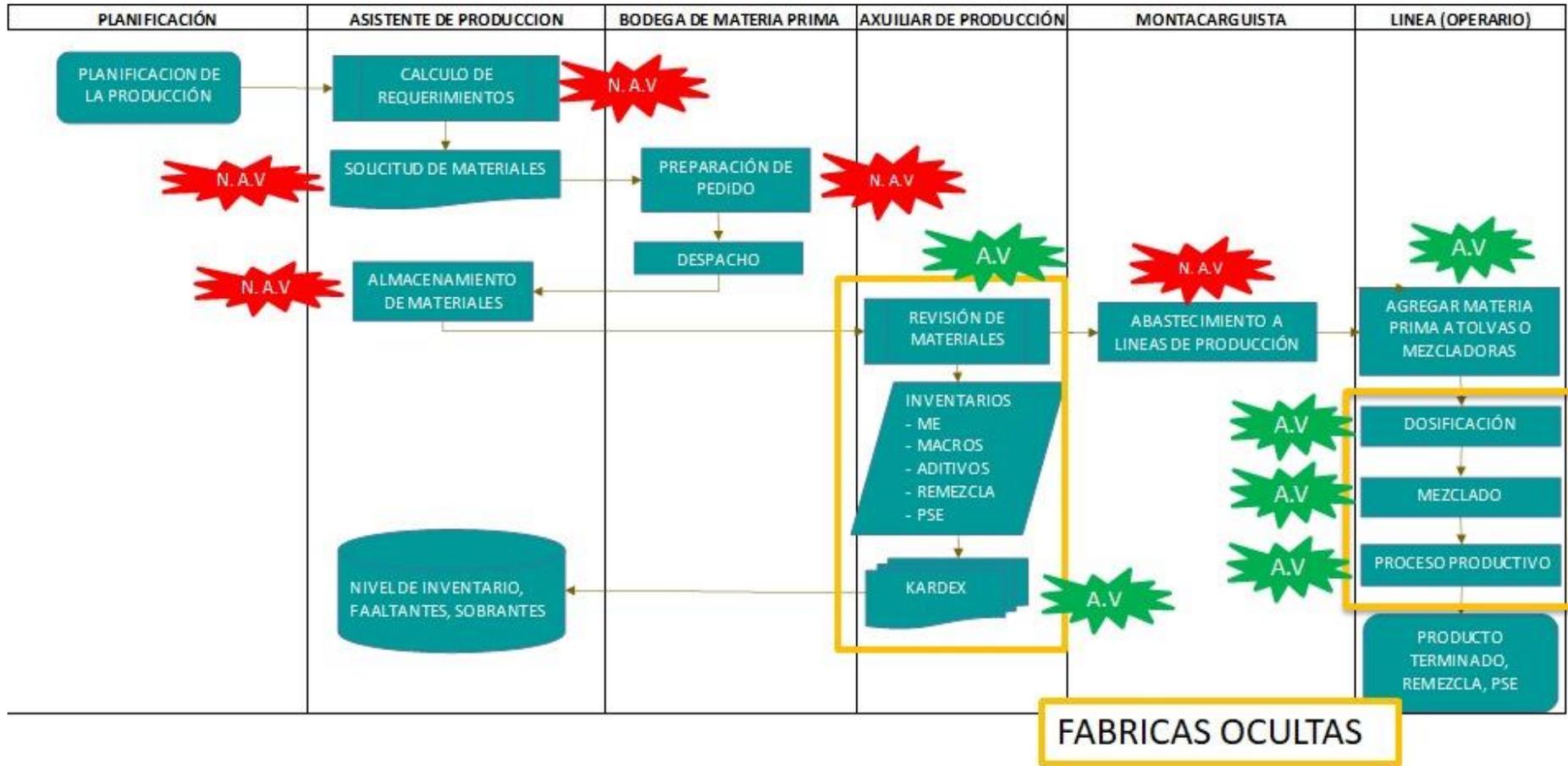
- Se recomienda actualizar las dimensiones de las tolvas para aumentar la precisión del programa.
- Se recomienda utilizar los reportes de líneas para complementar la información de la medición de tolvas.
- Se recomienda instalar visores de líquidos para facilitar la toma física de inventarios con una mejor medición.
- Se recomienda instruir al personal mediante una capacitación sobre el orden en su lugar de trabajo y la correcta identificación de los productos.

BIBLIOGRAFÍA

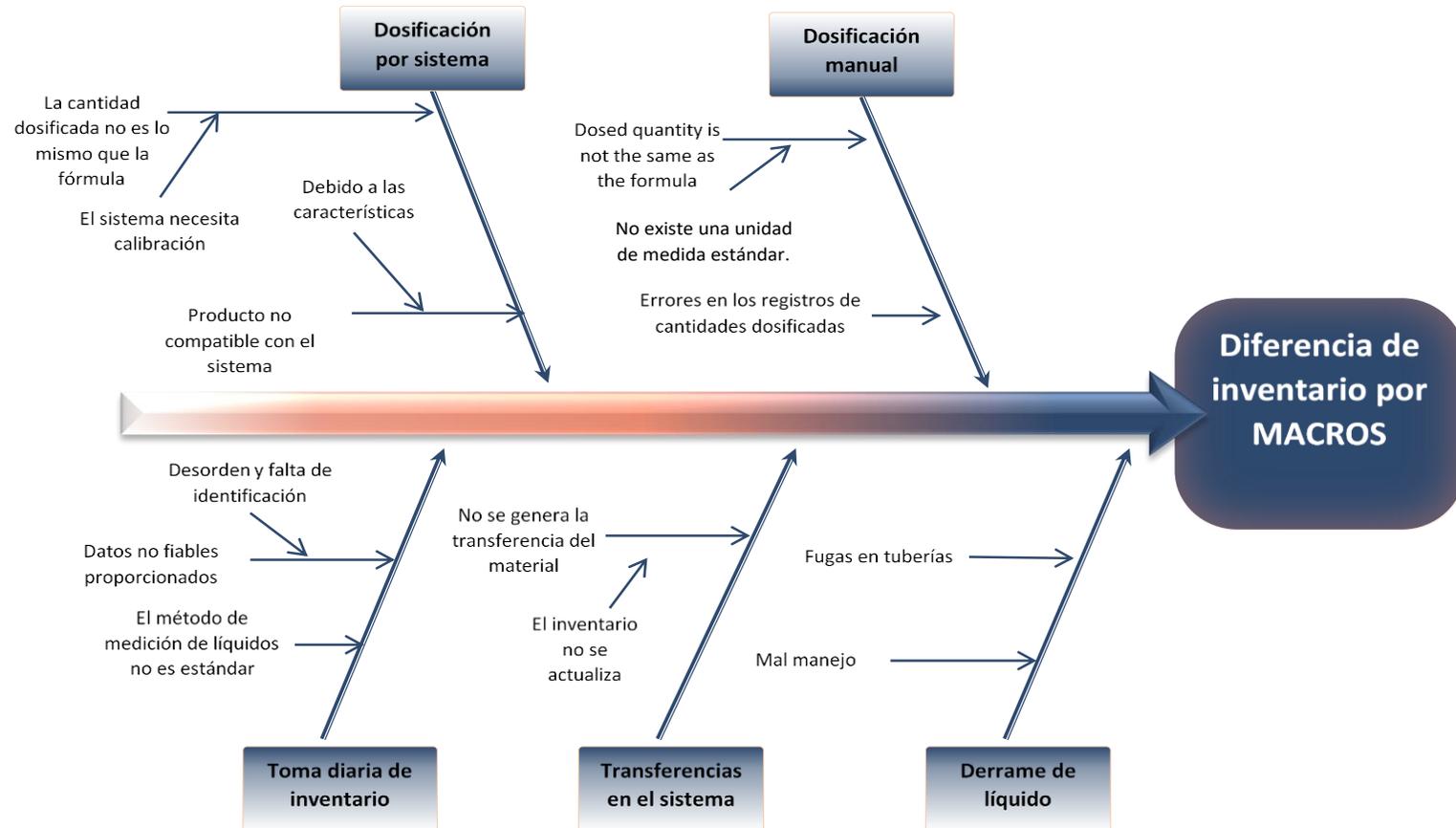
- Acosta, N., & Acosta, T. (2015). Introducción a la programación en excel con VBA.
- Griffin, A. a. (1991). The voice of the customer. U.S.A: John Wiley & Sons.
- Guerrero, H. (2017). Inventario manejo y control. Segunda Edición. ECOE.
- Humberto, G. (2010). Calidad total y productividad tercera edición. México D.F: Mc Graw.
- Lasswell, H. (1985). Estructura y función de la comunicación en la sociedad. Barcelona: Moragas Spá, Miquel.
- Navarro, F., Dolores, M., & Llobell, P. (2007). Tests de Equivalencia. Granada: Ediciones Sider S.C.
- Peñafort, L. R. (2017). Nueva "Triple Línea Base de la Sostenibilidad" Sostenibilidad Redefinida. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Pérez, E., & García, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. Costa Rica.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (1989). The Handbook of logistics & Distribution Management. Gran Bretaña: Kogan Page.
- Shaffie, S., & Shahbazi, S. (2012). Lean Six Sigma. United States: McGraw-Hill.
- Evaristo, M. F. (2020). Mejora de la gestión de almacenes para la reducción de las diferencias de inventario del almacén de suministros y repuestos de la empresa AGP PERÚ (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte.
- Ríos, M., Ferrer, J. & Solano, R. (2017). Diferencias de inventarios. El caso de una empresa de cosméticos del bajío. Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra. Posgrado en Administración. Instituto Tecnológico de Celaya.
- Cardona, J. Orejuela, J. Rojas, C. Revista EIA, ISSN 1794-1237 / Año XV / Volumen 15 / Edición N.30 / Julio-Diciembre 2018 / pp. 195-208 Publicación semestral de carácter técnico-científico / Universidad EIA, Envigado (Colombia)
- Espinoza, D. C. & Loarte, A. D. (2019). Las diferencias de inventarios y su incidencia en las fiscalizaciones tributarias en la empresa Isis Distribuciones SAC año 2016 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/22355>

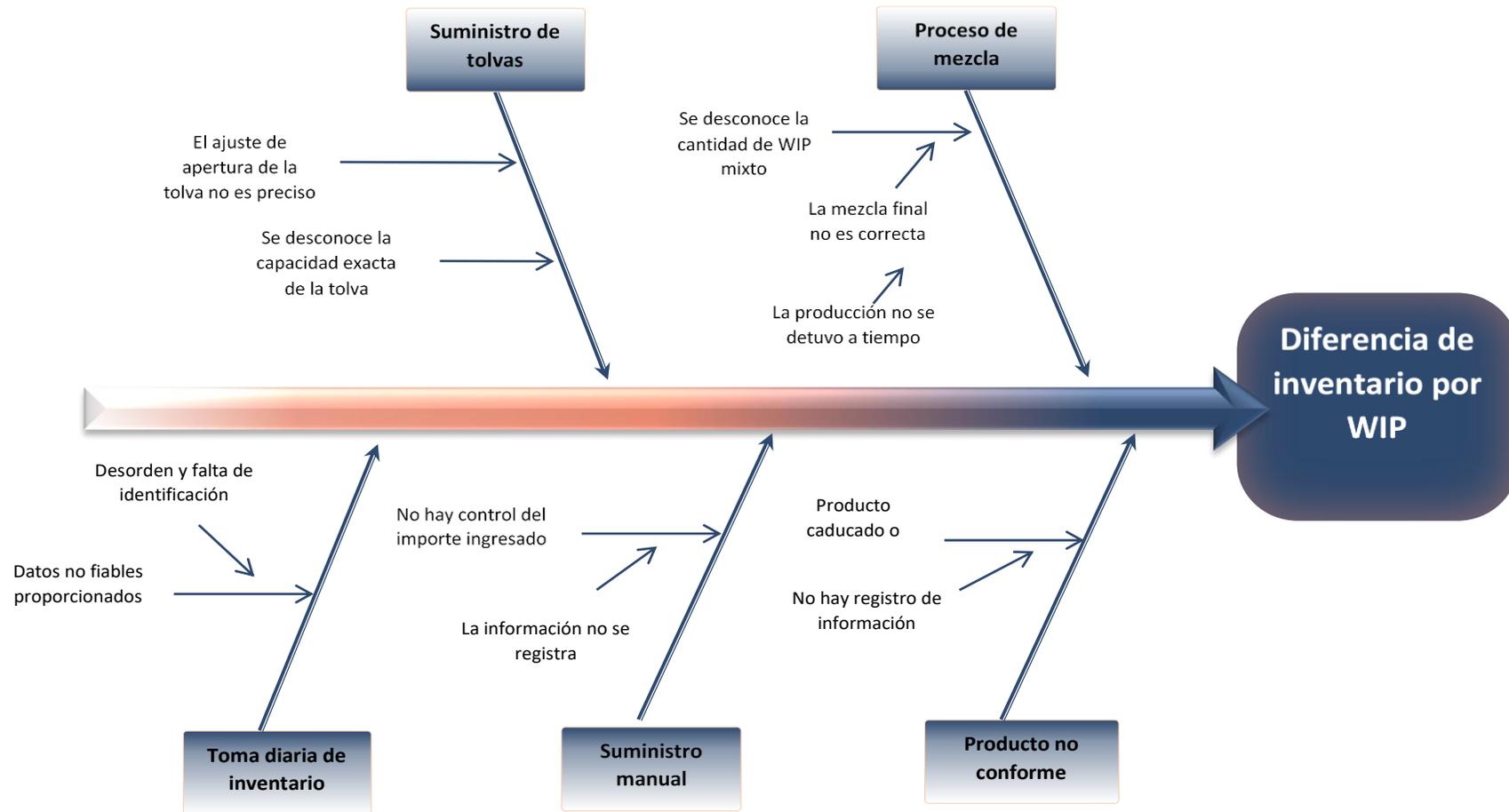
APÉNDICES

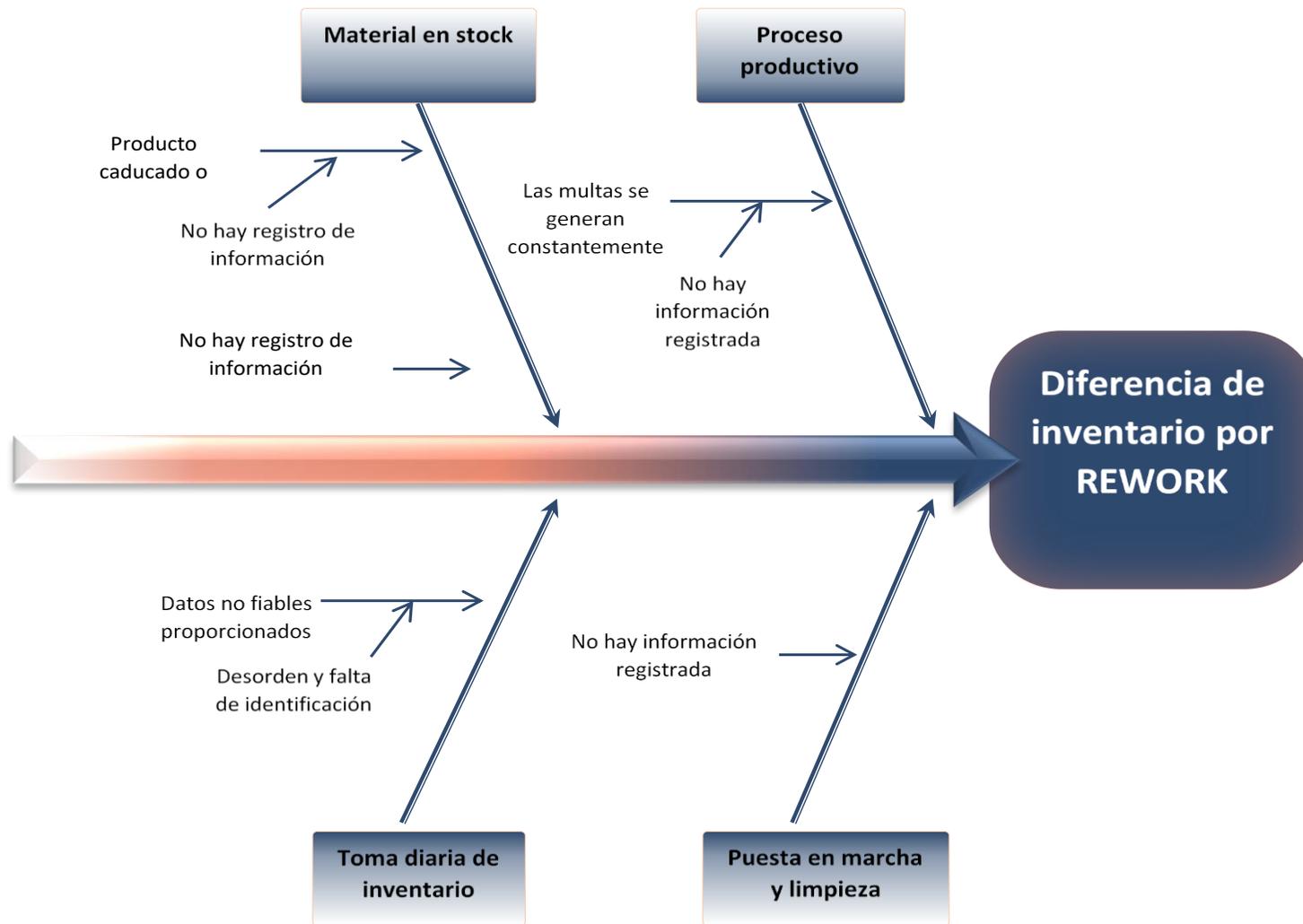
APÉNDICE A: Diagrama de flujo funcional del proceso.



APÉNDICE B: Diagramas de Ishikawa







APÉNDICE C: Reportes de ensaque

SACO CAMARON 28%-35% PREM. GREGARINA, 25 Kg			
PIOLA		2	
SACO FEEDPAC GROWTH 22% 40 Kg			
SACO FEEDPAC GROWTH 35% 40 Kg			
SACO FEEDPAC GROWTH 28% 40 Kg			
SACOS BARRIDOS			
SACOS REMEZCLA			
SACOS SEMI-ELABORADOS		120.	
PANCARTAS			

SACO ULTRA GREGARINA, 25 Kg			
SACO LAM.35% ULTRA GREGARINA, 25Kg			
SACO CAMARON 28%-35% PREM.AG.DULCE, 25 Kg	1050	2	B. P.T.
SACO CAMARON 28%-35% PREM.MICROP.AG.DULCE, 25 Kg			
SACO CAMARON 28%-35% PREM. PROFILACTICO, 25 Kg			
SACO CAMARON 28%-35% PREM. GREGARINA, 25 Kg			
PIOLA	.4		
SACO FEEDPAC GROWTH 22% 40 Kg			
SACO FEEDPAC GROWTH 35% 40 Kg			
SACO FEEDPAC GROWTH 28% 40 Kg			
SACOS BARRIDOS			
SACOS REMEZCLA			
SACOS SEMI-ELABORADOS			
PANCARTAS	.46		

SACO FEEDPAC GROWTH 22% 40 Kg			
SACO FEEDPAC GROWTH 35% 40 Kg		2	
SACO FEEDPAC GROWTH 28% 40 Kg			
SACOS BARRIDOS			
SACOS REMEZCLA			
SACOS SEMI-ELABORADOS			
PANCARTAS			
			1092

APÉNDICE D: Hallazgos en la toma física de inventario



APÉNDICE E: Ecuación del software para la medición del contenido de las tolvas

Volumen del cuerpo = V_c
 Altura del cuerpo = H_c
 Volumen de la cabeza = V_a
 Altura de la cabeza = H_a
 Altura del vacío = H_v
 Densidad del material = d

Superficie mayor de la cabeza = S_1
 Superficie menor de la cabeza = S_2

Considerando la relación

$$S_n = \left(S_1 - \left(\frac{S_1 - S_2}{H_a} * (H_v - H_c) \right) \right)$$

Pirámide truncada

Si $H_v < (H_c)$

$$\text{Contenido} = d * \left(\left(1 - \frac{H_v}{H_c} \right) V_c + V_a \right)$$

Si $H_v > (H_c)$

$$\text{Contenido} = d * \left(\frac{H_a - (H_v - H_c)}{3} * (S_n + S_2 + \sqrt{S_n * S_2}) \right)$$

Cono truncado

Si $H_v < (H_c)$

$$\text{Contenido} = d * \left(\left(1 - \frac{H_v}{H_c} \right) V_c + V_a \right)$$

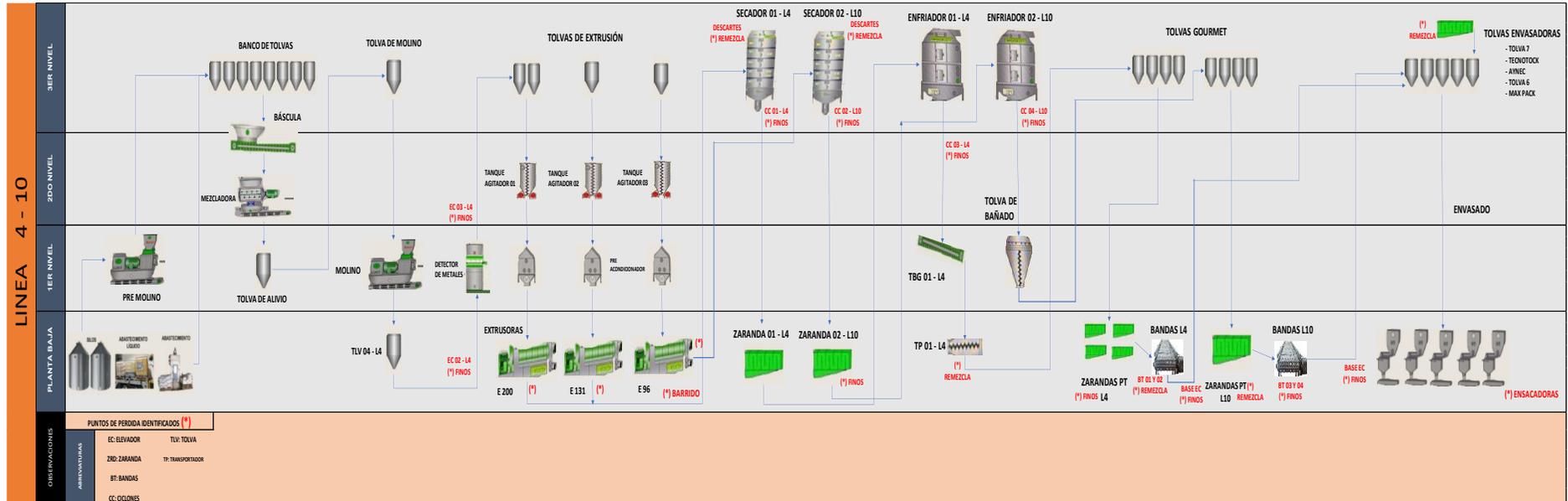
Si $H_v > (H_c)$

$$\text{Contenido} = d * \left(\frac{(H_a - (H_v - H_c)) * \pi}{3} * ((S_n)^2 + S_2^2 + S_n * S_2) \right)$$

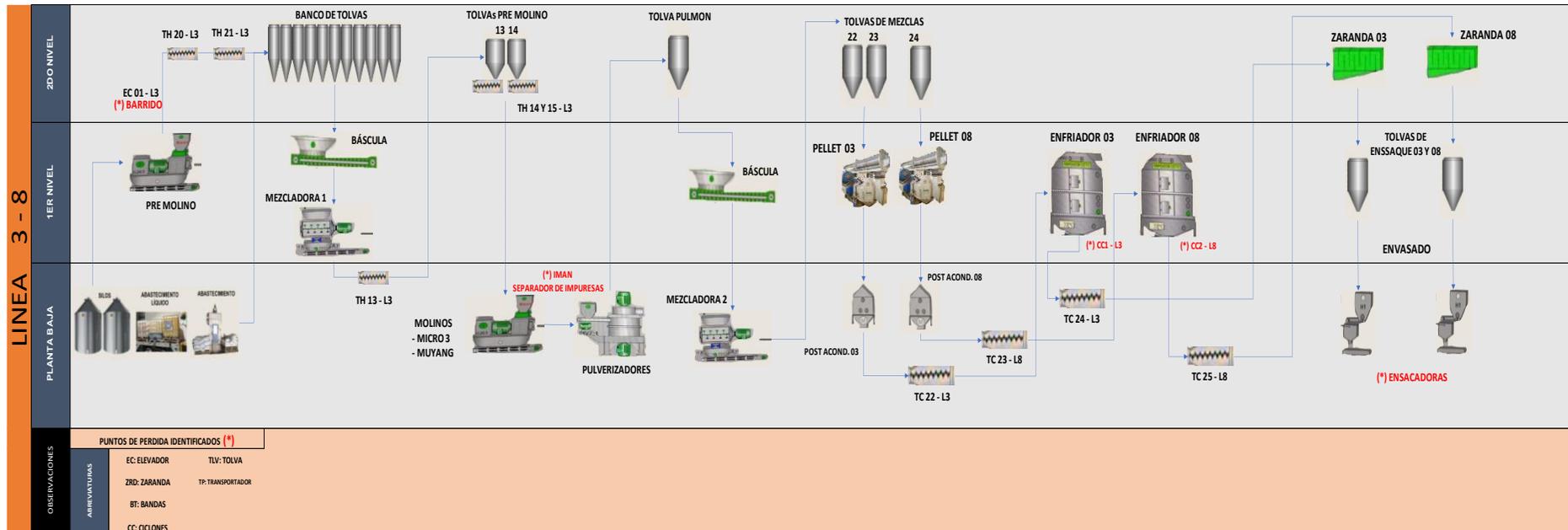
APÉNDICE F: Formato para el registro de la altura del vacío de la tolva

NIVEL DE BANCO DE TOLVAS									
TOLVA 1	TOLVA 2	TOLVA 3	TOLVA 4	TOLVA 5	TOLVA 6	TOLVA 7	TOLVA 8	TOLVA 9	TOLVA 10
	Full cubo		Full cubo		Full cubo		Full cubo		Full cubo
	3/4 cubo		3/4 cubo		3/4 cubo		3/4 cubo		3/4 cubo
	1/2 cubo		1/2 cubo		1/2 cubo		1/2 cubo		1/2 cubo
	1/4 cubo		1/4 cubo		1/4 cubo		1/4 cubo		1/4 cubo
	Full cono		Full cono		Full cono		Full cono		Full cono
	3/4 cono		3/4 cono		3/4 cono		3/4 cono		3/4 cono
	1/2 cono		1/2 cono		1/2 cono		1/2 cono		1/2 cono
	1/4 cono		1/4 cono		1/4 cono		1/4 cono		1/4 cono
Altura del vacío		Altura del vacío		Altura del vacío		Altura del vacío		Altura del vacío	
	Full cubo		Full cubo		Full cubo		Full cubo		Full cubo
	3/4 cubo		3/4 cubo		3/4 cubo		3/4 cubo		3/4 cubo
	1/2 cubo		1/2 cubo		1/2 cubo		1/2 cubo		1/2 cubo
	1/4 cubo		1/4 cubo		1/4 cubo		1/4 cubo		1/4 cubo
	Full cono		Full cono		Full cono		Full cono		Full cono
	3/4 cono		3/4 cono		3/4 cono		3/4 cono		3/4 cono
	1/2 cono		1/2 cono		1/2 cono		1/2 cono		1/2 cono
	1/4 cono		1/4 cono		1/4 cono		1/4 cono		1/4 cono
Altura del vacío		Altura del vacío		Altura del vacío		Altura del vacío		Altura del vacío	

APÉNDICE G: Layout línea de consumo 4 – 10



APÉNDICE H: Layout línea de acuicultura 3 – 18



APÉNDICE K: Reporte compilador de información

# de orden de producción	División	Código SAP	Producto	Finos (Funda / Sacos)	Producto no conforme (Funda / Sacos)
10112555	Salud Animal	4000101	ALCON CERDOS ACABADO 14% 40KG	0	0
10112556	Salud Animal	4000104	ALCON CERDOS LACTANCIA PLUS 40KG	0	0
10112557	Salud Animal	4000100	ALCON CERDAS GESTANTES 40KG	0	0
10112583	Acuicultura ENVASADO	4002409	FEEDPAC 35% GOLD 25 KG	0	0
AC-0121230	ENVASADO	4001793	FEEDPAC 42% ULTRA AR GRANULADO NO. 1	0	0
10112572	Salud Animal	4000110	ALCON BROILER INICIAL COSTA 21% GRJ.40KG	0	0
CO-1220027	Consumo	4002359	NUTRAPRO SNACK SUAVE PERRO POLLO 200GR	0	0
10112580	Acuicultura ENVASADO	4002192	FEEDPAC 28% 25KG	66	380
10112581	Acuicultura ENVASADO	4002196	FEEDPAC 35% PREMIUM AGUA DULCE 25KG	89	55
10112584	Acuicultura ENVASADO	4002111	FEEDPAC GROWTH 22% 40 KG	0	0
10112807	Acuicultura ENVASADO	4002243	35% PREMIUM 1.2MM 25 KG	0	0
AC-0121232	Acuicultura ENVASADO	4001794	FEEDPAC 42% ULTRA AR GRANULADO NO. 2	0	0
10112573	Salud Animal	4002114	GALPONERO INICIAL 40KG	0	0

```

For f = 9 To 44
    z = Worksheets(s).Cells(f, c).Value
    If Not IsEmpty(Worksheets(s).Cells(f, c).Value) Then
        Worksheets("Recopilado").Cells(x, 1) = z
        x = x + 1
    End If
Next
End If

If Worksheets(s).Cells(91, c).Value = "# de orden de producción" Then
    For f = 92 To 128
        z = Worksheets(s).Cells(f, c).Value
        If Not IsEmpty(Worksheets(s).Cells(f, c).Value) Then
            Worksheets("Recopilado").Cells(x, 1) = z
            x = x + 1
        End If
    Next
End If

Next
Next
'Recopila ordenes del segundo turno
'Borra duplicados
Range("A7").Select
Do While Not IsEmpty(ActiveCell)
    x = WorksheetFunction.CountIf(Range("A:A"), ActiveCell)
    If x > 1 Then
        ActiveCell.EntireRow.Delete
    Else
        ActiveCell.Offset(1, 0).Select
    End If
Loop
Range("A7").Select

```