

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Propuesta de mejora para el sistema de gestión de inventarios para el material de producción de cervezas envasadas en una empresa cervecera en Guatemala.

Trabajo de graduación presentado por

José Javier Pérez Gutiérrez

para optar por al grado académico de Licenciado de Ingeniería Química Industrial

Guatemala

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Propuesta de mejora para el sistema de gestión de inventarios para el material de producción de cervezas envasadas en una empresa cervecera en Guatemala.

Trabajo de graduación presentado por

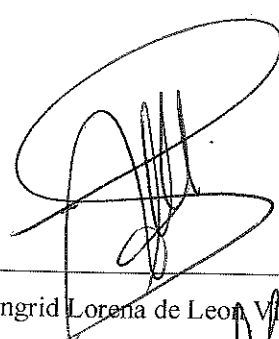
José Javier Pérez Gutiérrez

para optar por al grado académico de Licenciado de Ingeniería Química Industrial

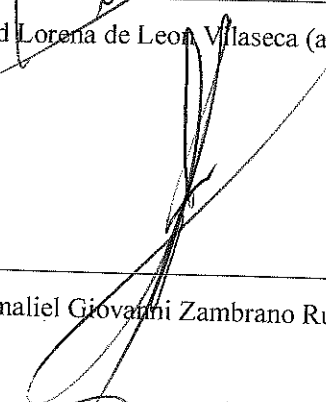
Guatemala

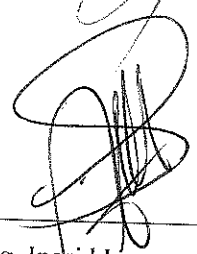
2022

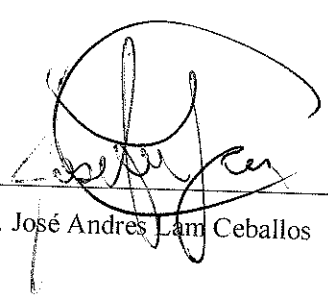
Vo. Bo.

(f) 
Ing. Ingrid Lorena de Leon Vilaseca (asesora)

Tribunal Examinador

(f) 
Ing. Gamaliel Giovanni Zambrano Ruano

(f) 
Ing. Ingrid Lorena de Leon Vilaseca

(f) 
Ing. José Andrés Lam Ceballos

Fecha de Aprobación.

26/10/2022

Prefacio

En los años de la Universidad del Valle de Guatemala ha mostrado ser una gran parte de mi vida la cual está culminando con el presente trabajo. En los años de la Universidad conocí a mucha gente ha impactado positivamente en mi vida. Espero que este trabajo pueda aportar algo a futuras generaciones para poder culminar sus carreras y poder seguir adelante.

En el presente trabajo se refleja gran parte de todos los temas aprendidos en la carrera durante todos los años de esta. En esta tesis se utilizaron conocimientos básicos de primer año hasta el último año de la Universidad. Gracias a dichos conocimientos se ilustra lo que es un balance de masa y energía básico del proceso de la cerveza y la gestión de inventarios, importante en toda empresa.

La elaboración de este trabajo no se pudo haber hecho sin todas las personas que estuvieron apoyándome en todo el proceso desde Guillermo Callen e Ingrid, Luis Gabriel Chico, Alejandro Ordoñez, la empatía José Eduardo Chajón, Gerardo Loza, Guillermo Carranza, Mónica Castellanos, Jovan Serovic, Andrea Reyes y Crista Gavarrete. También no puede faltar todas las personas de laborales como, EL CHEPE, Fernando Meneses, Moisés Ixquiac, Eva Barrera, Laura Estrada, Adanilin de León y al coordinador de operaciones DON MIKE que estuvieron en todo momento apoyándome en este proceso ya sea con información o palabras de aliento.

A todas las amistades del Colegio, TECHO, Fabrica de Sonrisas y a muchas personas que conocí en el camino. Gracias a todos los que siempre estuvieron impulsándome a terminar esta parte de mi vida. Gracias a Juanan, Rafael Eduardo Ramírez Jiménez, Michi Luna, Caleb, Moxha, Extremo, Lulu. Gracias jovencillos, corderitos del señor por hacer este tiempo de la universidad más ameno en todas las adversidades que se han presentado.

Por último y más importante gracias a mi familia por siempre estar presionándome y aguantar todos los tropiezos que he tenido en el camino, pero quiero indicar que... se puedo, después de mucho tiempo se estará terminando esta parte de mi vida.

Solamente quisiera que toda persona que este leyendo esto no se dé por vencida, ya que el que está escribiendo que el amor a las explosiones controladas está terminando esta carrera. *“En todos nosotros hay una mente que utilizamos para todos nuestros actos conscientes, pero también hay otra mente, una mente dormida. Es tan poderosa la mente dormida, de un niño de ocho años puede lograr en un segundo lo que las mentes despiertas de siete miembros sabios no han logrado en 15 minutos”*
Patrick Rothfuss

Índice

Lista de ilustraciones.....	viii
Lista de tablas.....	xii
Resumen.....	xiv
1 Introducción.....	1
2 Justificación.....	3
3 Objetivos.....	5
3.1 Objetivo general.....	5
3.2 Objetivos específicos.....	5
4 Marco teórico.....	6
4.1 Herramienta estadística.....	6
4.2 Diagrama de operaciones de proceso.....	7
4.3 Gestión de inventario (PEPS, comparativos).....	9
4.4 Modelo EOQ (Economic Order Quantity).....	10
4.5 Costo de material y pedido óptimo EOQ simple.....	10
4.6 Inventarios y stock de seguridad.....	13
4.7 Herramienta Pareto.....	14
4.8 Rotación de inventario.....	15
4.9 Simuladores.....	16
5 Metodología.....	17
5.1 Desarrollo de DOP para los procesos de pedido de la empresa evaluada.....	17
5.1.1 Pedido de material local/nacional.....	17
5.1.2 Pedido de material importación/exterior.....	17
5.2 Creación de simulador de inventario.....	17
5.2.1 Clasificación de material.....	17
5.2.2 Explosión de materiales.....	18
5.2.3 Definición de lote óptimo de pedido.....	18
5.2.4 Cálculo de stock de seguridad.....	18
5.2.5 Cálculo de impacto económico.....	18
6 Resultados.....	19
6.1 Resultado 1: DOP proceso de compra.....	19
6.2 Resultado 2: Simulador para clasificación de material de forma ABC relacionando facturación anual respecto BOM y su respectivo comportamiento en el período 2019-2021.....	22
6.3 Resultado 3: Simulador de gestión de inventario para punto de reorden, EOQ simple, EOQ variable, clasificación, desviación/promedio de la demanda y tiempo de entrega..	24

6.4	Resultado 4: Rotación de inventario 2020 vs proyectado 2022	28
7	Discusión	29
8	Conclusiones	33
9	Recomendaciones.....	34
10	Bibliografía	35
11	Anexos	38
	11.1 Datos originales	38
	11.2 Cálculo de muestra.....	54
	11.2.1 Cálculo de estudio económico de gestión de inventario	54
	11.2.2 Cálculo de balance de masa en etapa de maceración en diagrama de Flujo ..	58
	11.2.3 Cálculo de balance de masa en etapa de filtro cuba o Lauter.....	59
	11.2.4 Cálculo de balance de masa en etapa de cocción	61
	11.2.5 Cálculo de balance de filtro Whirpool.....	62
	11.2.6 Cálculo de balance de masa y energía para sistemas de enfriamiento por amoníaco.	
	11.2.7 Cálculo de balance de masa y energía para dióxido de carbono	64
	11.2.8 Cálculo de tiempos en realizar un pedido.	64
	11.3 Datos calculados	67
	11.4 Diagrama de flujo maceraciones	124
	11.5 Diagrama de flujo filtro Lauter/cuba y cocción	126
	11.6 Diagrama de flujo fermentador	128
	11.7 Diagrama de flujo clarificador	130
	11.8 Manual de uso simulador de gestión de inventario para una industria cervecera de Guatemala.....	133
	11.9 Dashboard resumen de gestión de inventario	141
	11.10 Análisis de Error	142
	11.10.1 Cálculo 33: Desviación estándar de producto terminado.....	142
	11.10.2 Cálculo 34: Promedio	142
	11.10.3 Cálculo 35: Análisis de error para resultado de sumatoria.....	142
	11.10.4 Cálculo 36: Análisis de error para producto por un factor de conversión...143	
12	Glosario	144

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Campana de Gauss o Distribución normal	7
Ilustración 2: Figuras y representaciones de acciones en un Diagrama de Operaciones y Procesos ..	8
Ilustración 3: EOQ con demanda conocida	10
Ilustración 4: Costo total anual de pedido de material	11
Ilustración 5: Comportamiento de stock con faltante.....	12
Ilustración 6: Comportamiento de nivel de servicio versus valor Z	13
Ilustración 7: Comportamiento ideal para análisis de Pareto	15
Ilustración 8: Comportamiento no ideal para análisis de Pareto.....	15
Ilustración 9: Proceso de compra actual parte1	19
Ilustración 10: DOP Proceso de compra actual parte 2.....	20
Ilustración 11: DOP Proceso de compra propuesto	21
Ilustración 12: Comportamiento de precios de fletes hasta abril 2021	39
Ilustración 13: Índice mundial de gestor de compras 2008-mayo 2020.....	39
Ilustración 14: Transacción CS13 SAP.....	55
Ilustración 15: Relación de extracto fermentable y no fermentable en maceración	58
Ilustración 16: Diagrama de flujo maceraciones	124
Ilustración 17: Diagrama de flujo filtro Lauter/cuba y cocción.....	126
Ilustración 18: Diagrama de flujo fermentador.....	128
Ilustración 19: Diagrama de flujo clarificador.....	130
Ilustración 20:Manual de uso simulador de gestión de inventario para una industria cervecera de Guatemala.....	133
Ilustración 21: Dashboard resumen de gestión de inventario	141

Lista de tablas

Tabla 1: Cuadro resumen de tiempo para proceso de pedido/compra actual y propuesto	22
Tabla 2: Pestaña de pareto en simulador propuesto	23
Tabla 3: Estadística descriptiva de venta 2019-junio 2021, venta promedio en caja reducida, % de variación entre desviación y promedio, porcentaje acumulado y clasificación de material	23
Tabla 4: BOM de materiales.....	24
Tabla 5: Simulador pestaña "Gestión" parte 1.....	25
Tabla 6: Simulador pestaña "Gestión" parte 2.....	25
Tabla 7: Simulador pestaña "Gestión" parte 3.....	26
Tabla 8: Simulador pestaña "Gestión" parte 4.....	27
Tabla 9: Resumen Pareto material	27
Tabla 10: Resumen de Pareto para histórico de ventas.....	28
Tabla 11: Cuadro resumen comparativo de monto monetario en stock vs stock calculado en modelo propuesto.....	28
Tabla 12: Cuadro de tiempos para un pedido de forma propuesta.....	38
Tabla 13: Tiempos pedido actual.....	38
Tabla 14: Datos de venta de cerveza en cajas físicas año 2019.....	40
Tabla 15: Datos de venta de cerveza en cajas físicas año 2020.....	45
Tabla 16: Datos de venta de cerveza en cajas físicas año 2021	51
Tabla 17: Tiempo pedido propuesta.....	67
Tabla 18: Tiempo de actual.....	67
Tabla 19: Cálculos de gestión de inventarios y clasificación de materiales	68
Tabla 20: BOM para 24,000 unidades por Sku	72
Tabla 21: Coeficiente de variación entre demanda y desviación estándar	85
Tabla 22: Promedio de variación, coeficiente de variación, nivel de servicio, consumo año 2022, valor Z, tiempo de tránsito (meses), desviación estándar de tiempo de entrega, desviación de la demanda, tipo de demanda.....	94
Tabla 23: Tipo de planificación, stock de seguridad con leadtime variable, stock de seguridad leadtime y demanda variable, punto de reorden, precio, monto, costo de pedido, costo de almacenamiento mensual	103
Tabla 24: Costo total de material indirecto, costo unitario de almacenamiento, rendimiento (UMB/UN producto), pérdida monetaria por faltante, EOQ simple, EOQ variable, frecuencia anual.	109
Tabla 25: Características de flujo másico para maceración arroz.....	115
Tabla 26: Características de flujo másico para maceración total.....	115
Tabla 27: Flujo másico de purga de filtro Lauter/Cuba	116
Tabla 28: Flujo másico de producto filtro Lauter	116
Tabla 29: Flujo másico salida de cocción	117
Tabla 30: Flujo másico de purgado de vapor de cocción	117
Tabla 31: Flujo másico de purga filtro Lauter	117
Tabla 32: Flujo másico de producto filtro Whirlpool	118
Tabla 33: Flujo másico de producto filtro Whirlpool frío.....	118
Tabla 34: Flujo másico de cerveza turbia.....	118
Tabla 35: Flujo másico de purga de clarificación	119
Tabla 36: Flujo másico de CO2 purgado.....	119
Tabla 37: Flujo másico de producto final.....	119
Tabla 38: Flujo másico de producto final.....	120

Tabla 39: Balance de masa y energía para maceración total	120
Tabla 40: Balance de masa y energía para filtro Lauter	121
Tabla 41: Balance de masa y energía para sala de cocción	121
Tabla 42: Balance de masa y energía para calentar agua de riego	122
Tabla 43: Balance de masa y energía para salida casa cocción	122
Tabla 44: Balance de masa y energía para producto Whirlpool	122
Tabla 45: Balance de masa y energía para etapa de fermentación.....	123
Tabla 46: Balance de masa y energía para etapa de clarificación.....	123
Tabla 47: Listado equipos para proceso de maceración.....	125
Tabla 48: Listado equipo de filtro Lauter y cocción	127
Tabla 49: Listado de equipos para fermentador.....	129
Tabla 50: Listado de equipos para clarificación	131
Tabla 51: Diagrama de proceso detallado	132
Tabla 52: Vista "datos originales de venta".....	134
Tabla 53: Vista factor de conversión	134
Tabla 54: Vista pareto (porcentaje acumulativo y clasificación).....	135
Tabla 55: Vista de pestaña BOM.....	136
Tabla 56: Clasificación de materiales según BOM (Vista "BOM")	136
Tabla 57: Rendimiento de materiales según BOM (Vista "BOOM")	137
Tabla 58: Desviación estándar de productos terminado según BOM (Vista "BOOM")	137
Tabla 59: Promedio de producto terminado según BOM (Vista "BOOM").....	138
Tabla 60: Promedio de materiales según BOM (Vista "BOOM")	138
Tabla 61: Desviación estándar según BOM (Vista "BOOM")	139
Tabla 62: Fórmulas Excel en pestaña de Gestión	140

Resumen

El objetivo del siguiente estudio es elaborar un simulador para la mejora de sistema de gestión inventarios en área de Suministros para una industria de cerveza en Guatemala a partir del segundo semestre del 2021, definiendo el tratamiento de los materiales de manufactura según su clasificación ABC según las ventas del 2019, reduciendo los gastos de almacenamiento en 10%. Para realizar la gestión de inventario se utilizó el software de Microsoft Excel como programa básico para el análisis y elaboración del simulador.

El simulador se basaba en la información de ventas durante el periodo 2019 - junio 2021 para el análisis de gestión de inventarios según la naturaleza del material (determinista y variable). Para el uso de dicho simulador se usaron las herramientas de: Pareto, desviación estándar, valores promedio, varianzas, regresión lineal, boom de materiales, base de datos de SAP entre otro para la propuesta de una gestión de inventarios.

Los resultados esperados para la gestión de inventarios era el poder determinar el pedido óptimo a pedir según su naturaleza, su punto de reorden con base a sus desviaciones estándar de la demanda, la frecuencia de los pedidos dependiendo del costo de material, nivel de servicio entre otros aspectos específicos por cada insumo analizado. Según los datos antes expuestos, se determina el costo de inventario de seguridad y costo total de material para realizar un análisis de la rotación de inventario según el sistema de gestión propuesto.

Los costos indirectos que son necesarios para calcular la gestión de inventario fueron incluidos en el simulador. Entre los costos indirectos se encuentran principalmente costo de almacenamiento, flete de material, pedido y de escases. En el caso de costo de almacenamiento y flete de material se unificó y se aplicó un factor brindado por la empresa del 3% adicional al costo principal. Respecto al costo de escases es calculado por el simulador utilizando el rendimiento del material y el costo de este. Por último, el costo del pedido depende del tiempo requerido para calcular la cantidad necesaria a pedir. Para calcular el tiempo necesario de pedido se realizó un diagrama DOP para realizar un análisis de la situación actual donde se encontró puntos de mejora en tiempos de pedido que optimizan la gestión de inventarios y rotación de inventario.

Al finalizar el estudio, aplicando el simulador propuesto se mejoró la rotación de inventario de 4.06 ± 1.03 a 4.14 ± 0.53 los cuales representan un ahorro de $Q13,697,172.17 \pm 1,756,278.51$ representando una reducción de inventario del $13.16\% \pm 2\%$.

1 Introducción

Uno de los temas más importantes para tener una óptima operación en toda industria es tener bienes en todo momento para ser transformados (en caso de materia prima) o vendidos (caso de producto terminado). Estos bienes pueden generar un inconveniente denominado problema de inventarios. El mayor problema de inventarios es el espacio que puede ocupar tanto el material, como producto terminado, vencimiento de material, pérdida por accidentes, paro de producciones e incrementos de producción por mencionar algunos.

Los inventarios son todos los bienes que se tienen como amortiguadores ante cualquier circunstancia en la cual no se pueda satisfacer una demanda. Estos pueden tener alta varianza dependiendo de la naturaleza del giro de negocio. Los inventarios dependen principalmente de dos factores Demanda y el tiempo de entrega del proveedor.

El manejo de los inventarios es crucial para toda la industria ya que puede ocasionar pérdidas por falta de material, provocar gastos cuando el material cumple su tiempo de vida sin ser utilizado e incluso es uno de los mayores pasivos en la industria. Por dicho motivo, la gestión de inventarios es una de las herramientas más importantes para toda industria ya que esto produce efectos beneficiosos a la empresa. Controlando de mejor manera todos los insumos que se utilicen en la industria.

La gestión de inventarios depende en gran porcentaje de herramientas secundarias, por ejemplo: Pareto, Estadística, Simulaciones y ecuaciones para definir el pedido óptimo, punto de reorden e inventario de seguridad. Todas estas herramientas son necesarias para realizar análisis en las líneas de producción y determinar puntos de mejora en todo el proceso de transformación de materia.

Una operación normal siempre cuenta con un inventario para mantener un flujo de trabajo constante. Existe otro inventario denominado stock de seguridad, el cual es importante definir como el inventario que se utiliza ante cualquier circunstancia externa que no se pueda controlar y no dejar desabastecido al cliente.

El punto de reorden es el límite de inventario con el cual se puede mantener las producciones durante el tiempo de entrega, estándar, de un proveedor antes de usar el stock de seguridad. Este último parámetro es de suma importancia para la reducción de riesgos en los inventarios derivado a que, un mal punto de reorden conlleva a stock sin movimiento, influyendo en el índice de rotación de inventarios. El stock de seguridad se puede definir como la cantidad de inventario suficiente para poder soportar cualquier cambio en la demanda o atrasos en el tiempo de entrega de producción.

En la actualidad, se maneja el término “Producción Esbelta” para toda producción en la cual no haya desperdicios. Los desperdicios que se buscan reducir con esta metodología son: Tiempos, Inventarios, Movimientos, Esperas, Reprocesos, Horas extras, defectos y espacios. Al elaborar una gestión de inventario óptima, se puede reducir los desperdicios e inventarios, aumentando el índice de rotación y reduciendo los paros en producción por falta de material.

En la actualidad se está optando por utilizar mayor cantidad de simuladores en la industria para una buena gestión de inventarios. Algunos simuladores y/o herramientas que se conocen hoy en día: AS400, ARGOSS, PRISMA, SAP4HANA, ORACLE y POWER BI por mencionar algunos, la selección de cada herramienta depende de la magnitud de operación. Estas herramientas pueden capturar la venta histórica, proyectan a futuro si es necesario y simulan las producciones tomando en cuenta los inventarios que se tiene para determinar en qué punto hay quiebre de inventarios.

En el presente trabajo se aborda una propuesta de mejora de gestión de inventario en una industria cervecera. El objetivo principal de dicho trabajo es proponer un sistema de gestión de inventarios a partir de datos históricos de enero 2019 -junio 2021, definiendo el tratamiento de los materiales de manufactura según su clasificación ABC, basado en las ventas históricas, reduciendo los gastos de almacenamiento para la reducción de costos en operación de materiales y gestiones en el proceso del área de suministro.

2 Justificación

En la actualidad se busca la implementación de la metodología “Producción Esbelta” en la industria cervecera. El propósito de usar esta metodología es la reducción de desperdicios como: tiempo, inventario, movimiento, tiempos de espera, horas extras, reproceso, defectos y espacio. El presente trabajo busca enfocar dicha filosofía en los parámetros de espacio, espera, Inventarios y horas extras (El-Kateb, 2015).

El enfoque de espacio espera e inventarios se puede aplicar en la gestión de inventario en la industria revaluando el stock de seguridad para los materiales, determinando los pedidos óptimos y mejorando los procesos de pedidos. Los cambios del stock de seguridad y el pedido óptimo repercute específicamente en el área de almacén al ocupar espacios que pueden no ser utilizados de una forma óptima.

El análisis del proceso del pedido recae en compras para reducción de tiempos en el proceso de pedido del material. Esto, ya que en la actualidad los tiempos de pedidos son muy longevos. Este tiempo se puede optimizar para un mejor provecho de los ejecutivos de compras en realizar otras actividades que puedan agregar mayor valor a la empresa. La elaboración de pedidos mensuales aun contiene mucha labor de digitación, la cual involucra mayor tiempo en el trabajo y el riesgo de una mala digitación es elevado, afectando los inventarios.

Los pedidos se hacen de forma mensual teniendo un gasto por parte de planificación y previniendo el poder enfocar el tiempo en busca de proyectos de ahorro aumentando la rentabilidad de negocio. Frente a los puntos descritos se propone una gestión de inventarios que, utilizando las variaciones de la demanda, variaciones del tiempo de entrega y nivel de servicio se busca la elaboración de un simulador utilizando la herramienta Excel para la definición de un stock de seguridad y pedidos de materiales óptimos para la reducción de costos de la empresa.

Al inicio de la evaluación en 2019, para todos los materiales que se usaban en producción, se contaba con niveles de servicio¹ superior al 99% sobre todos los materiales. Este nivel de servicio ocasiona un exceso de inventario para materiales de producción, el cual es factible reducir. El valor de servicio se relaciona con un valor Z que sirve de buffer para cualquier variación en la demanda y/o tiempo de entrega. Este valor se define como la inversa de una distribución normal según la probabilidad deseada.

La política de inventario que se gestiona actualmente genera un exceso de inventario evaluado en 104.11 millones de quetzales. El stock mencionado genera un inventario de seguridad equivalente a 1 a 3 meses de alcance todos los materiales, sin importar la naturaleza del material o el comportamiento de los proveedores por este. Los alcances mencionados ocasionan, en la empresa evaluada, una rotación de inventario anual de 4.06 ± 1.03 .

Los altos niveles de stock se deben a la gestión de inventario que se utiliza actualmente; la cual se basa, en su mayoría, en meses de cobertura utilizando como único parámetro consumo promedio de un año. El uso de consumo promedio anual para la mayoría de los insumos es perjudicial ya que no detecta los cambios de producción de forma inmediata generando riesgo de quiebre de inventario o sobre stock. El uso de simuladores, utilizando las proyecciones de producción y ventas

¹ El nivel de servicio se relaciona con el valor Z en estadística, el cual sirve como buffer para cualquier variación en la demanda o en el tiempo de entrega del material y numéricamente es igual a la inversa de la probabilidad deseada en una distribución normal.

realizando un boom de materiales (basados en un balance de masa según la formulación de cada cerveza producida) genera un dato más exacto de uso de materiales provocando que los materiales solicitados sean los necesarios, reduciendo el inventario en piso. En la actualidad usando herramientas estadísticas y simuladores se puede tener un ahorro de 10-30%. (Willems, 2011)

El presente trabajo plantea un modelo para la gestión de inventario, el cual mejora los índices de rotación de inventario para los materiales en fabricación de cerveza, reducción de espacios en almacén y disminución de costos por material. Derivado a que el estudio en cuestión es para materiales de producción, se delimita hasta la entrega de materiales a producción.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

- Propuesta de un sistema de gestión inventarios en área de Suministros para una industria de cerveza en Guatemala a partir del segundo semestre del 2021, definiendo el tratamiento de los materiales de manufactura según su clasificación ABC según las ventas del 2019-junio 2021, reduciendo los gastos de almacenamiento en 10%

3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar DOP del proceso de compras para materiales locales y del exterior, midiendo el tiempo de cada etapa para este proceso, para identificar los puntos en donde los tiempos se pueden reducir.
- Desarrollar un simulador para la clasificación compuesta de los materiales de manufactura clasificándolos según facturación anual y el comportamiento de éste, utilizando la herramienta de Pareto y el coeficiente entre la desviación estándar y la demanda promedio mensual, para definir el tratamiento de cada material basado en la clasificación asignada
- Proponer la mejora del sistema de Gestión de inventarios a través del uso de un simulador para el cálculo de stock de seguridad, punto de reorden, costo de inventario y lote óptimo para todo material de manufactura según: su clasificación y subclasificación, la desviación/promedio de la demanda y tiempo de entrega, para la actualización de datos de forma semestral/anual aumentando el índice de rotación.
- Determinar el impacto teórico de la propuesta dada, comparando la rotación de inventario actual vs propuesta y el monto monetario actual vs el propuesto, para determinar la factibilidad del estudio.

4 Marco teórico

4.1 Herramienta estadística

La estadística se puede definir como el conjunto de técnicas dirigidas a la ordenación y análisis de datos obtenidos de una muestra para realizar una inferencia sobre una población. La estadística se puede dividir en dos formas de análisis: descriptivo y/o inferencial. La estadística descriptiva representa el fenómeno de forma gráfica para indicar el estatus del tema en análisis. La utilidad de la estadística inferencial es estimar valores del fenómeno de estudio. (Joan Guàrdia Olmos, Maribel Peró, 2001).

Existen tres tipos de análisis de estadística descriptiva las cuales son: medición de frecuencia, (frecuencia y porcentajes), medición de tendencia central (media, mediana y moda) y variación de dispersión (desviación estándar, varianza, cuartil y percentil). El primero de estos, se utiliza normalmente para categorizar los datos recopilados; las otras dos mediciones sirven de forma cuantitativa.

La funcionalidad de las mediciones de tendencia central es el poder representar la muestra de estudio bajo un valor (media, mediana y moda). Dicho valor puede ser afectado por valores extremos, que pueden ser eliminados o evaluados por algunas técnicas específicas de estudio, por ejemplo, la prueba Q.

Dentro de las medidas de tendencia central, la media se puede definir como el promedio de los valores que se están estudiando, mientras que la moda es el valor con mayor frecuencia. Por último, se encuentra la mediana el cual representa el valor medio entre todos los valores sujetos a análisis. Mientras que la media es afectada por todos los valores extremos² el valor de la mediana es único para la población de datos.

Como se mencionó anteriormente, las medidas de tendencia central son afectadas y deben ser evaluadas por técnicas de análisis. Una de ellas es la varianza y la desviación estándar. Ambos análisis son ampliamente usados en conjunto con la media.

La varianza se puede definir como la diferencia promedio de la media vs el valor real.

$$S^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x)^2}{n - 1}$$

Ecuación 1: Varianza

Donde x se refiere a la media y n es la cantidad de muestras.

Mientras que la desviación estándar, representada por sigma “ σ ” indica qué tan disperso/alejado se encuentra la media del valor real en dicho estudio. Matemáticamente, la desviación estándar se puede definir como la raíz cuadrada de la varianza. (Prabhaker Mishra, Chandra M Pandey, Uttam Singh, Anshul Gupta, Chinmoy Sahu, Amit Keshri, 2019). El

² Los datos extremos pueden estar dados por estacionalidades. Una estacionalidad se puede definir como: La estacionalidad es una variación en los datos que se tiene de forma periódica en un lapso de tiempo. (Armando Aguirre Jaime, 1994)

comportamiento de los datos obtenidos, que ha sido caracterizado por medio de la varianza y de la desviación, puede representarse a través de una distribución logarítmica, normal, entre otras.

Para determinar si un fenómeno se puede modelar como distribución normal el histograma debe tener la forma de una campana de Gauss. Un histograma se puede definir como una serie de rectángulos cuyo eje x representa el rango del elemento de estudio mientras que el eje y representa la frecuencia acumulada en el eje x. (Richard I. Levin, David S. Rubin, 2004)

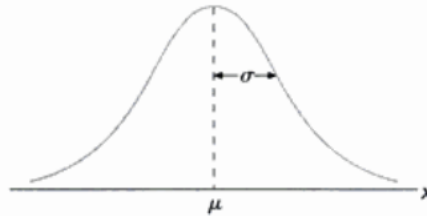


Ilustración 1: Campana de Gauss o Distribución normal

(Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers, 1999)

A pesar de que varios fenómenos son representados por el comportamiento normal, se debe de determinar que la lista de valores que se está estudiando tenga un comportamiento como tal. Para que un fenómeno tenga un comportamiento normal se pueden hacer varias pruebas, no obstante, el 68.2%, 95.4%, 99.7% de los datos, se pueden representar bajo la media $\pm 1, 2, 3$ veces la desviación estándar respectivamente. (Prabhaker Mishra, Chandra M Pandey, Uttam Singh, Anshul Gupta, Chinmoy Sahu, Amit Keshri, 2019)

Existen varias pruebas para determinar la normalidad de los datos. Entre las pruebas puede ser de forma gráfica como se explicó anteriormente o también de forma numérica. Las pruebas de forma numérica pueden ser: Prueba de Lilliefors K-S corregido, Prueba de Shapiro Wilk, Prueba de Anderson-Darling, Cramer-von Mises, entre otros. Generalmente, cuando la cantidad de datos es menor a 50, es recomendado usar Shapiro Wilk ya que su correlación es más robusta que otras. (Asghar Ghasemi, Saleh Zahediasl, 2011)

4.2 Diagrama de operaciones de proceso

El Diagrama de Operación de Procesos denominado DOP (por sus siglas) es útil en la industria ya que puede representar cada etapa del proceso utilizando figuras estándares. Identifica también, todos los procesos no productivos como: distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, los cuales, posteriormente, se pueden reducir mejorando con ello, el costo de operación. (Benjamin W. Niebel, Andris Freivalds, 2009)

La simbología de diagrama es: círculo, cuadrado y cuadrado con círculo; cada uno representa una acción distinta del operario. El círculo representa una transformación de un material ya sea digital, físicamente o de forma intangible. El cuadrado se utiliza para análisis en el cual se verifica el producto de pasos anteriores y el cuadrado con círculo interno se utiliza cuando hay una acción combinada. (Arevalillo, 2010) dicha simbología se puede observar en la Ilustración No.2.




















Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Ilustración 2: Figuras y representaciones de acciones en un Diagrama de Operaciones y Procesos (DOP)

(Benjamin W. Niebel, Andris Freivalds, 2009)

En la representación estándar de un DOP es necesario que cada etapa del proceso lleve consigo una descripción del lado derecho, y del lado izquierdo del símbolo, se necesitan añadir los tiempos necesarios para realizar cada acción. Por último, para realizar una cuantificación del tiempo es necesario el multiplicar el tiempo teórico por dos factores. Dichos factores son: factor por eficiencia del operario y factor por demora y fatiga. (Castillo, 2011)

El cálculo del factor de eficiencia del operario es subjetivo y se basa del 1 al 100% que tan eficiente es el operario mientras que el factor de demora y fatiga es la sumatoria de varios porcentajes al 100% de un operador. Entre los factores añadidos en demora y fatiga se les denominan suplementos. Según Castillo (2011), el valor de los suplementos depende por la naturaleza de cada persona entre estas se encuentran:

- 7% por necesidades básicas
- 4% por fatiga
- 4% Suplemento variable por trabajar de pie.
- 4% Suplemento por carga pesada
- 2% Concentración y trabajo preciso

- 2% Suplemento por ruido intermitente y Fuerte
- 4% Suplemento por atención en trabajo complejo.
- 4% Suplemento por trabajo monótono. (Castillo, 2011)

4.3 Gestión de inventario (PEPS, comparativos)

La gestión de inventario se define como el manejo de los inventarios de materiales en la industria, determinando el flujo de salida de estos y las entradas de estos, logrando responder las preguntas de cuando realizar una compra y que cantidad ejecutar dicha acción. (Gallardo, 2016).

Para una buena gestión de inventarios es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos en consideración:

- Minimizar el costo de inventario.
 - Costo de reabastecimiento.
 - Costo del tiempo de poner el pedido y el costo del material.
 - Costo de carga.
 - Costo del referente al incoterm³ utilizado.
 - Costo de faltante.
 - Costo de control de inventario.
 - Costo de uso de la tecnología, incluyendo, incluso, errores de digitación.
- Maximizar las ganancias.
- Maximizar el índice de rotación de inventario.
- Determinar soluciones factibles a problemas en la cadena de suministros.
- Mantener un esfuerzo aceptable en el personal.
- Asegurar flexibilidad ante cualquier situación en un futuro.
- Minimizar conflictos políticos en la empresa.
 - NOTA: La mayoría de las empresas solo se fijan en el primer punto mencionado. (Silver, 2008)

También hay que mencionar las restricciones que deben considerarse, las cuales son:

- Restricción por planificador: Orden mínimo de pedido, se restringe al mínimo empaque que se puede despachar, el máximo de pedido y el tiempo de entrega por parte del proveedor.
- Restricción comercial: El nivel de servicio que requiere el cliente.
- Restricción interna: Espacio, presupuesto en un periodo de tiempo, frecuencia de reabastecimiento, personal involucrado. (Silver, 2008)

Dependiendo del comportamiento de las ventas/materiales de producción, la gestión de inventarios indica como tratar estos materiales. El manejo de dichos comportamientos se realiza a través de modelos determinísticos o probabilísticos. Las clasificaciones que se usa con mayor frecuencia son: determinista según demanda, determinista con demanda variable, entre otras clasificaciones. (Silver, 2008) Para determinar si un material es determinístico se puede definir por el

³ Concepto según la Real Academia Española (RAE) se refiere a cada uno de los términos, de tres letras, elaborados por la cámara de comercio internacional, que reflejan las normas de aceptación voluntaria por las partes del contrato de compraventa acerca de las condiciones, entre otras, de entrega, transporte, exportación e importación de las mercancías vendidas.

coeficiente entre la desviación en la demanda y el promedio cuando este valor no supere un % definido (este puede ser menor al 10%).

A continuación, se mencionan los métodos de tipo determinísticos usados en la industria para el presente trabajo:

- EOQ SIMPLE (ECONOMIC ORDER QUANTITY)
- EOQ CON FALTANTE

4.4 Modelo EOQ (Economic Order Quantity)

El modelo de EOQ depende que la demanda no tenga una variación considerable en el tiempo y que no haya pedidos pendientes de entrega es un modelo sólido para el análisis de cantidad a pedir. Este modelo busca el optimizar los costos de pedidos los cuales involucran desde, materiales, cantidad a pedir, pago de fletes entre otros gastos. Con dicho modelo se puede generar modelos de pedido mucho más complejos para la operación de la industria dependiendo de las condiciones en las que se encuentre (Gallardo, 2016) La siguiente gráfica representa el comportamiento de este modelo:

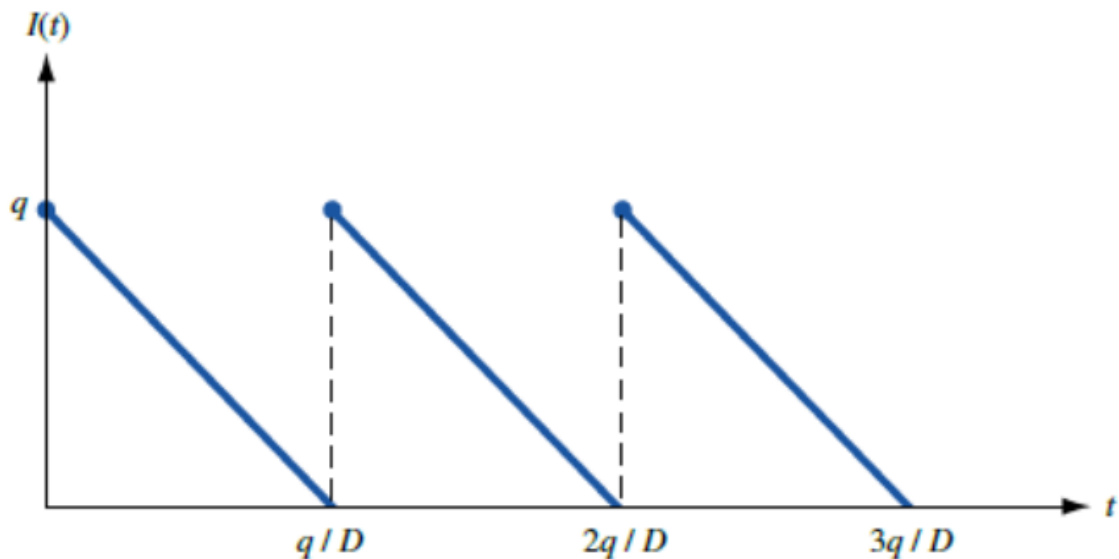


Ilustración 3: EOQ con demanda conocida

4.5 Costo de material y pedido óptimo EOQ simple

En la industria se cuenta con varios costos que influyen en un material dichos costos son: Costo de material, costo de almacenamiento y costo de pedido.

$$\text{Costo Total de material} = C_o * \frac{D_{\text{promedio anual}}}{q} + C_c * D_{\text{promedio anual}} + C_H * \frac{q}{2}$$

Ecuación 2: Costo total de material

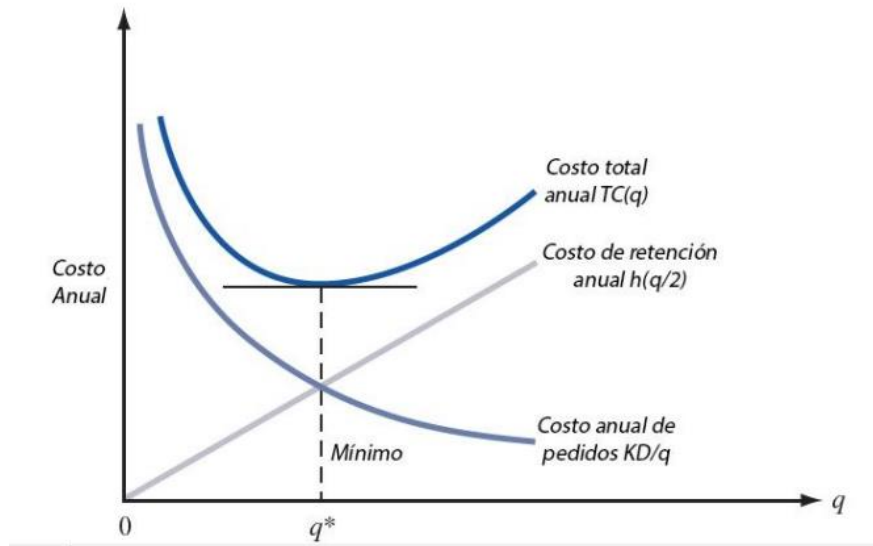


Ilustración 4: Costo total anual de pedido de material

(Gallardo, 2016)

Al derivar la Ecuación 1 e igual a cero el costo total se obtiene el lote óptimo a pedir el cual se representa con la siguiente ecuación.

$$q^* = \sqrt{2 * C_0 * \frac{D}{C_h}}$$

Ecuación 3: Pedido óptimo EOQ simple

CC = Costo por unidad del material

CO = Costo de pedido + Costo de material

CH = Costo de almacenamiento por unidad de medida.

CS = Costo de escasez

Para determinar el punto de reorden en este modelo es el resultado de la multiplicación del tiempo de entrega por la demanda promedio.

$$r = \text{tiempo de entrega} * \text{Demanda}$$

Si se desea realizar el mismo análisis en el caso que se tenga un faltante en la materia prima se hace el siguiente planteamiento según la ilustración que se presenta a continuación.

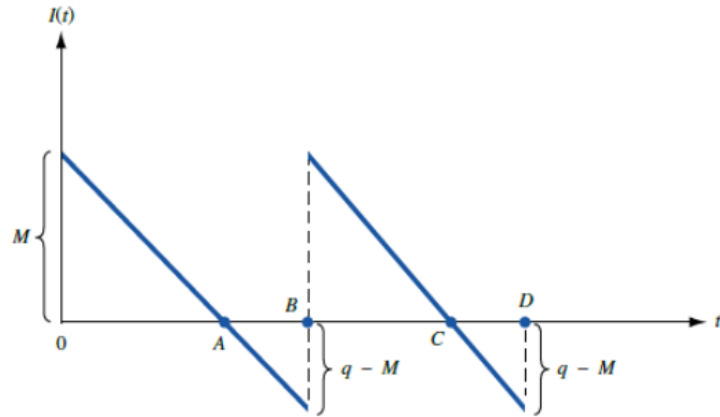


Ilustración 5: Comportamiento de stock con faltante

Este comportamiento se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$\text{Costo total} = C_o * \frac{D_{\text{promedio}}}{q} + C_c * D_{\text{promedio}} + C_H * \frac{M^2}{2 * q} + C_s * \frac{(q - M)^2}{2 * q}$$

Ecuación 4: EOQ con stock faltante

Derivando parcialmente respecto q y respecto M e igualando a cero dichas derivadas se encuentran los valores óptimos para dichas variables.

$$q^* = EOQ_{\text{simple}} * \sqrt{\frac{C_h + C_s}{C_s}}$$

Ecuación 5: Pedido óptimo con faltante de stock

$$M^* = EOQ_{\text{simple}} * \sqrt{\frac{C_s}{C_h + C_s}}$$

Ecuación 6: Stock de seguridad óptimo con faltante de stock (Gallardo, 2016)

CC = Costo por unidad del material

CO = Costo de importación y costo de correos.

CH = Costo de almacenamiento

CS = Costo de escasez

M = Stock de seguridad

En el caso donde la demanda es altamente variable es recomendable usar el enfoque en donde se busca cubrir periodos o frecuencia con la que se utilizará ese material. Para esto se usa la siguiente ecuación

$$TEOQ = \frac{EOQ}{D} = \sqrt{\frac{2 * C_0}{C_h * D}}$$

Ecuación 7: EOQ Expresado en frecuencia de uso

Esta ecuación se redondea siempre a la unidad más cercana superior. (Gallardo, 2016)

4.6 Inventarios y stock de seguridad

Los inventarios es una de las partes más importantes de toda empresa ya que es el material que se mantiene en stock con el fin de poder cubrir cualquier variación en la demanda que pueda suceder en el futuro. (Nazar Sohail, 2018)

Otro aspecto para cubrir en los inventarios es la variación en el tiempo de entrega que puede tener un proveedor esto pudiera afectar significativamente el inventario de seguridad que se maneja. Hasta ahorita hay cinco factores que sirven para definir inventarios óptimos en una empresa los cuales son: Demanda, tiempo de entrega, variación en la demanda y variación en el tiempo de entrega y nivel de servicio. (Peter L. King, 2011)

El nivel de servicio es un factor buffer que depende de la naturaleza y/o la criticidad de cada producto. Este factor se puede denominar como “valor Z”. Este valor Z es un valor estadístico el cual tiene un comportamiento exponencial relacionado con el nivel de servicio. Esto es representado en la siguiente figura.

Desired cycle service level	Z-score
84	1
85	1.04
90	1.28
95	1.65
97	1.88
98	2.05
99	2.33
99.9	3.09

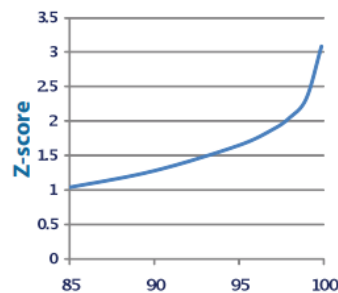


Ilustración 6: Comportamiento de nivel de servicio versus valor Z

(Peter L. King, 2011)

A partir de la Ilustración 5 y los factores mencionados con anterioridad, se pueden definir un stock de seguridad y punto de reorden con base estadística. Las ecuaciones que surgen varían y

dependen de la naturaleza de cada material, de su demanda y de su tiempo de entrega⁴ estas ecuaciones se pueden resumir en:

$$\text{Punto de Reorden} = D_{\text{promedio}} * (T_{\text{Fabricacion}} + T_{\text{Entrega}}) + \text{Stock de seguridad}$$

Ecuación 8: Punto de reorden contra demanda.

(Tejero, 2017)

$$\text{Stock de seguridad} = Z * \sqrt{\left(\frac{PC}{T}\right) * \sigma_d}$$

Ecuación 9: Stock de Seguridad con tiempo de entrega constante y demanda variable

(Peter L. King, 2011)

T = Tiempo de respuesta del proveedor.

PC = Tiempo de entrega

$$\text{Stock de seguridad} = Z * \sigma_t * D_{\text{promedio}}$$

Ecuación 10: Stock de Seguridad con tiempo de entrega variable y demanda constante

(Peter L. King, 2011)

$$\text{Stock de seguridad} = Z * \sqrt{\left(\frac{PC}{T_1} * \sigma_d\right)^2 + (D_{\text{promedio}} * \sigma_{Lt})^2}$$

Ecuación 11: Stock de seguridad con tiempo de entrega y demanda variable

(Peter L. King, 2011)

4.7 Herramienta Pareto

El exceso de información hoy en día obliga a las personas a usar herramientas para poder clasificar la información para tener una mejor toma de decisiones. Por ello, se han creado herramientas como puntos críticos, controles de calidad, Pareto, entre otros. El análisis de Pareto indica que el 20% de los objetos representan, la mayoría de las veces, el 80% de los efectos que estamos analizando.

La herramienta de Pareto es necesario que cumpla con un comportamiento ya que no todos los escenarios son óptimos para utilizar Pareto. Esto es que una de las mayores virtudes que nos provee el análisis de Pareto es la clasificación de los materiales. Por lo tanto, si el comportamiento de todos los objetos es igual se puede decir que, todos los objetos tienen la misma importancia. Esto se puede representar en las siguientes ilustraciones (Abraham Grosfeld-Nir, Boaz Ronen y Nir Kozlovsk, 2006)

⁴ Tiempo de entrega: El tiempo total en que el proveedor puede reaccionar ante el pedido realizado.

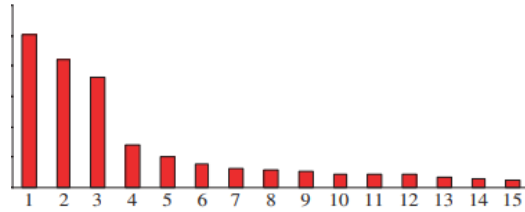


Ilustración 7: Comportamiento ideal para análisis de Pareto

(Abraham Grosfeld-Nir, Boaz Ronen y Nir Kozlovsk, 2006)

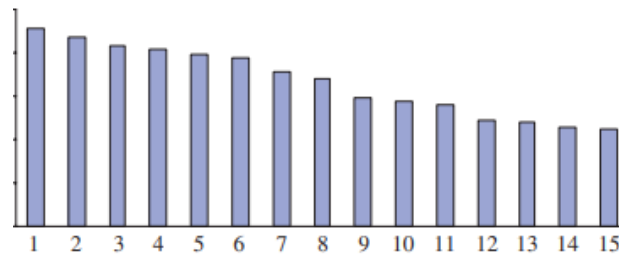


Ilustración 8: Comportamiento no ideal para análisis de Pareto

(Abraham Grosfeld-Nir, Boaz Ronen y Nir Kozlovsk, 2006)

4.8 Rotación de inventario

La rotación de inventario es una razón financiera utilizada por la bolsa para analizar la gestión de almacenamiento de la industria. Es una prueba de liquidez basándose solamente en activos circulantes. La rotación de inventario se puede definir como el coeficiente de costo del material utilizado versus el costo de inventario, dando un parámetro de cuantas veces sale el producto que se tiene. (Cuevas, 2004)

Para poder determinar la rotación de inventario es necesario determinar el intervalo de tiempo que se desea analizar. Tanto el numerador como el denominador deben de ser analizados en el mismo lapso. Hay que tomar en cuenta que, para calcular dicho indicador, es necesario que tanto numerador y denominador estén relacionados en material e intervalo de tiempo

Algunas ventajas de tener un índice de rotación de inventario alto son:

- Limitan la inversión de inventario.
- Se reducen los gastos de mantenimiento.
- Menos espacio ocupado.
- Material más fresco.

(Guerrero, 2005)

Se ha demostrado que existen rotaciones de inventarios para industria de bebidas mínimas como 2.06 hasta 118.12 en caso de países como Corea del Sur, (Kwak, 2019)

4.9 Simuladores

En la ingeniería hay ciertos escenarios los cuales son complicados de interpretar por lo que se emplean lo que son diagramas para visualizar el proceso de mejor manera en conjunto con simuladores. Los simuladores son algoritmos realizados para facilitar la operación y determinar numéricamente el desempeño del sistema propuesto.

Los simuladores constan de variables y fórmulas para realizar de forma automática las operaciones necesarias para el análisis respectivo. Hay escenarios cuya naturaleza no es factible una solución determinada por lo que se incurre a simuladores probabilísticos. Junto con la estadística se pueden operar una gama amplia de escenarios. Los escenarios que se pueden operar con simuladores pueden ser operaciones básicas de matemáticas, observar la propagación de un virus en una población y también para determinar mejoras en la configuración de inventarios para reducción de costos en las operaciones de una industria. (Raymond J. Madachy, Daniel Houston, 2017)

5 Metodología

5.1 Desarrollo de DOP para los procesos de pedido de la empresa evaluada

5.1.1 Pedido de material local/nacional

1. Analizar el proceso de compra/planificación para los materiales de empaque que son locales donde la producción es en Guatemala.
2. Determinar en el proceso de compra/planificación local los pasos a seguir.
3. Representar cada paso en el DOP como se realiza actualmente y de forma propuesta midiendo los tiempos respectivamente.
4. Calcular el tiempo de pedido de forma local con la metodología utilizada al inicio del estudio y con el nuevo proceso de pedido.

5.1.2 Pedido de material importación/exterior

1. Analizar el proceso de compra/planificación para los materiales de empaques y concentrados que requieren una importación
2. Determinar en el proceso de compra/planificación del exterior los pasos a seguir.
3. Representar cada paso en el DOP como se realizaba actualmente y de la forma propuesta midiendo los tiempos respectivamente.
4. Calcular el tiempo total de un pedido del exterior con la metodología utilizada al inicio del estudio y con el nuevo proceso de pedido.

5.2 Creación de simulador de inventario

5.2.1 Clasificación de material

1. Extraer en una base de datos la venta total por producto que ha tenido la industria de cerveza durante el periodo de tiempo 2019-2021 junio.
2. Calcular las cajas reducidas por SKU en el histórico de ventas en la base de datos descargada.
3. Realizar un cuadro de cajas reducidas de forma descendente de mayor venta a menor venta de cajas reducidas.
4. Estimar la facturación enero-junio 2021 de la empresa con un precio de venta de Q120.00 por caja reducida utilizando el cuadro de cajas reducidas ordenado de mayor a menor.
5. Abrir una hoja Excel y agregar en está, el cuadro realizado anteriormente en cajas reducida
6. Utilizar el precio de venta por SKU el precio estándar de Q120.00/Caja reducida en el acumulado de ventas de enero 2021 a 2022.
7. Añadir al simulador, la función de asignar la categoría A, a todo producto cuya suma acumulada porcentual represente el 80% de la venta total facturada durante enero a junio del 2021 de forma acumulada. Dicho cálculo se realiza como se presenta en la sección Cálculo 2: Porcentaje acumulado.
8. Determinar los productos que representan el 0-80% de la venta total facturada acumulada en el periodo enero 2021-junio 2021, asignándole la categoría A
9. Determinar los productos que representan el 81-95% de la venta total facturada acumulada en el periodo enero 2021-junio2021, asignándole la categoría B
10. Definir los productos que representan el 95-100% de la venta total facturada acumulada en el periodo enero2021-junio2021, asignándole la categoría C

5.2.2 Explosión de materiales.

1. Elaborar un cuadro con todos los productos con los que se cuenta en la cartera actualmente y su respectiva explosión de forma adyacente para 24,000un por producto.
2. Desarrollar un complemento en el simulador de la sección 6.2.1 que correlacione la venta estimada promedio para el siguiente ciclo con la explosión de materiales antes trabajado con su respectiva desviación estándar utilizando regresión lineal
3. A través del Boom de materiales y balance de masa y energía se le clasifican los materiales explosionados según la asignación del SKU.

5.2.3 Definición de lote óptimo de pedido

1. Extraer en una base de datos los costos totales por material, para determinar el costo del material por unidad de medida.
2. Calcular el costo de la elaboración de una orden de compra tomando en cuenta los tiempos los cuales los compradores se pueden tardar en hacer una orden de compra tomando en cuenta todos los recursos y servicios (electricidad, hojas e internet).
3. Se determina el costo de almacenaje mediante un factor proporcionado por la empresa.
4. Definir el costo de venta pérdida a todos los materiales probabilísticos.
5. En base al tipo de material si es probabilístico o determinista, costos del material y la demanda anual, se procede a añadir al simulador el cálculo de lote óptimo de pedido por material.

5.2.4 Cálculo de stock de seguridad

1. Añadir al simulador el cálculo de stock de seguridad por material según el servicio asignado y desviación estándar de venta, utilizando como desviación estándar para el tiempo de entrega del proveedor el 50% del tiempo de entrega estándar del mismo.

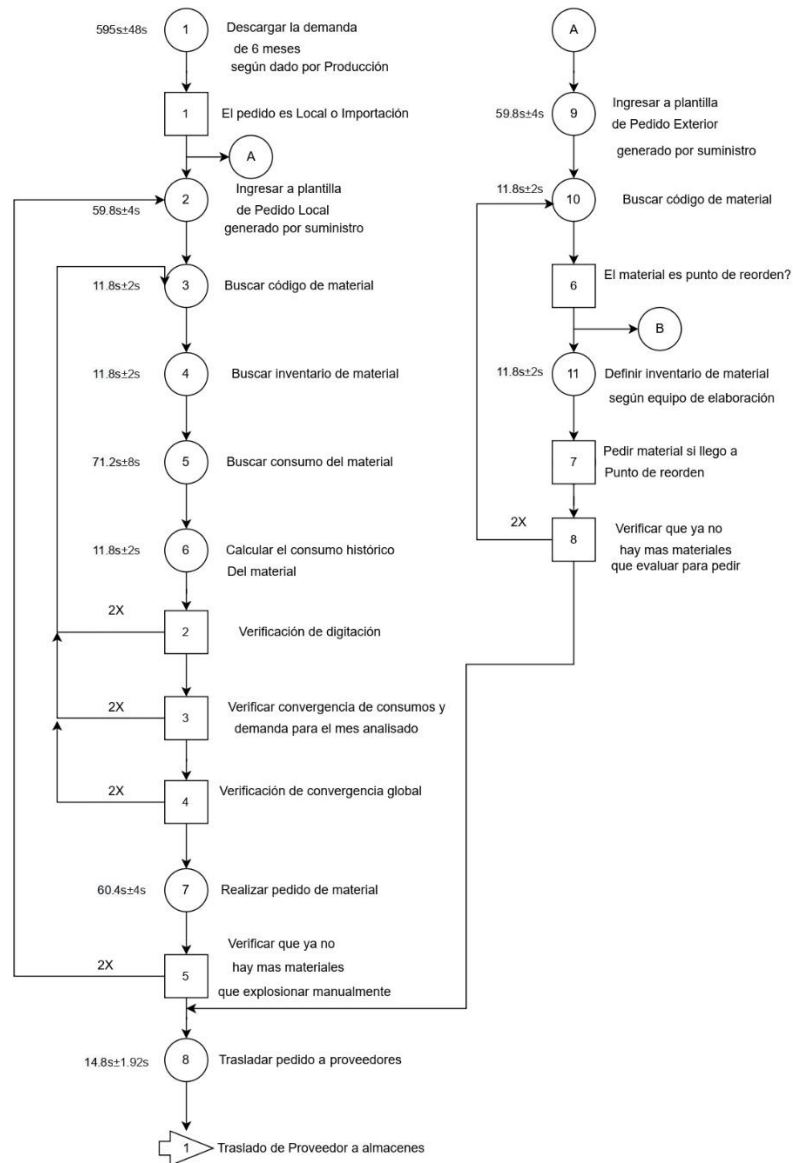
5.2.5 Cálculo de impacto económico

1. Agregar al simulador el cálculo de la diferencia entre monto monetario de stock actual y propuesto, la rotación de inventario actual vs el teórico propuesto y el coeficiente de inventario propuesto vs inventario actual.

6 Resultados

6.1 Resultado⁵ 1: DOP proceso de compra

Ilustración 9: Proceso de compra actual parte I



⁵ Tiempos obtenidos de Sección 12.1 TablaNo.13, utilizando cálculos de segmento 12.2.9

Ilustración⁶ 10: DOP Proceso de compra actual parte 2

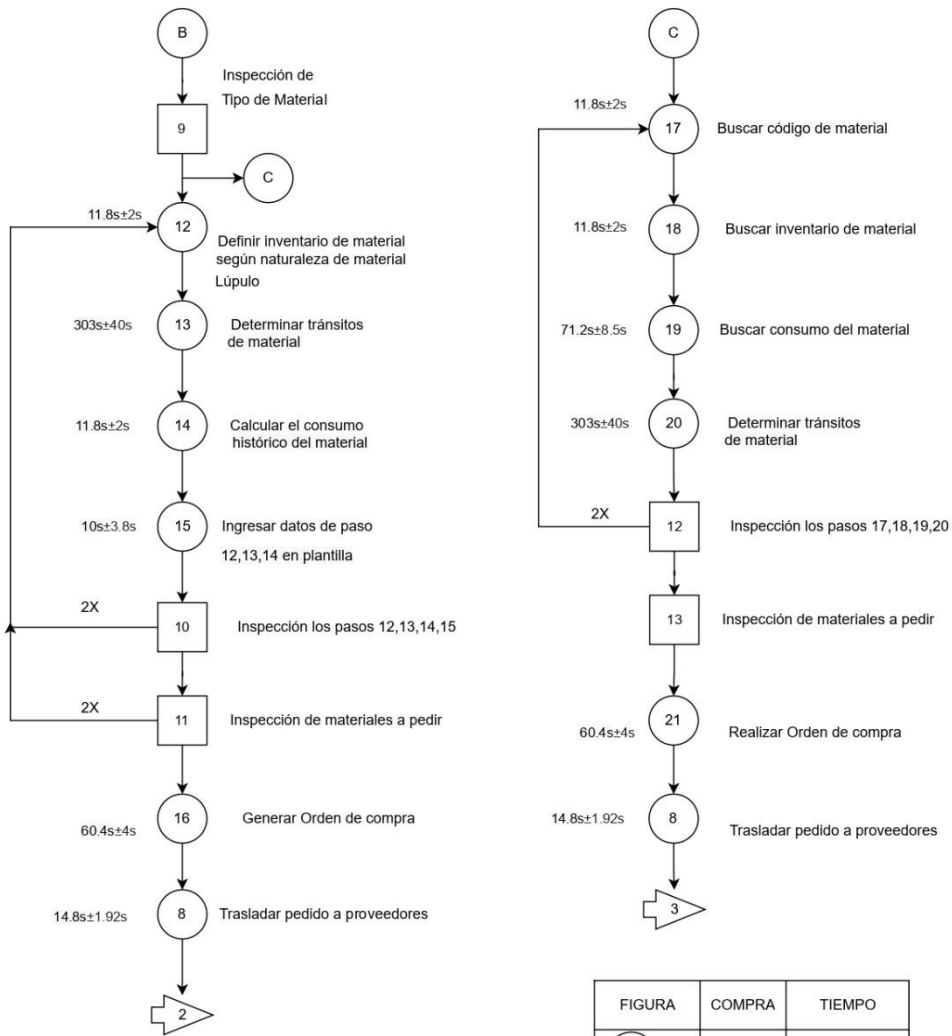


FIGURA	COMPRA	TIEMPO
○	21	242, 522.54s
□	13	0
▶	3	x
TOTAL	35	242,552s+593 (67h)

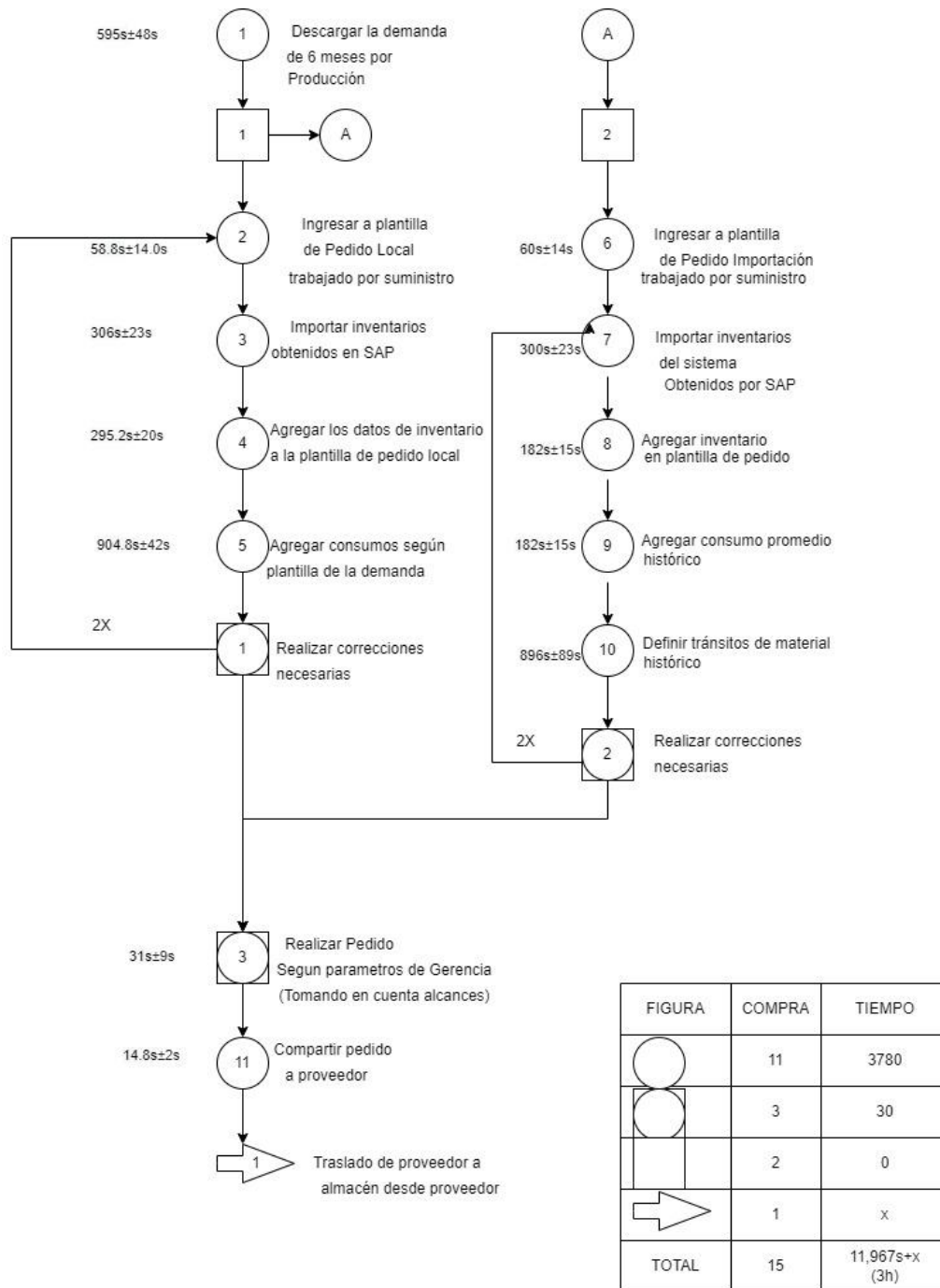
Los cuadros de inspección son de "Si" o "No" por lo que no es necesario tomar en cuenta el tiempo

⁶ Simbología 2X significa que se necesita de una iteración adicional en el bloque que abarca dicho regreso en la operación

⁷ Tiempos obtenidos de Sección 12.1 TablaNo.13, utilizando cálculos de segmento 12.2 Cálculo de Tiempos en Realizar un pedido.

Los procesos de traslado de material de bodega de proveedor a almacén de la empresa dependen de cada insumo planificado.

Ilustración⁸ 11: DOP Proceso de compra propuesto



⁸ Tiempos obtenidos de Sección 12.1 TablaNo.12, utilizando cálculos de segmento 12.2.9

Los procesos de traslado de material de bodega de proveedor a almacén de la empresa dependen de cada insumo planificado.

Tabla 1: Cuadro resumen de tiempo para proceso de pedido/compra actual y propuesto

	Actual		Propuesto	
	Tiempo (s)	Incertidumbre (s)	Tiempo (s)	Incertidumbre (s)
Pedido de material Local	216,360.44	442.58	7,744.03	442.45
Pedido material de empaque importación	614.26	74.95	3,609.28	348.13
Pedido de aditivos	24,933.58	380.18	-	-
Pedido punto de reorden	614.26	74.95	614.26	74.95
Total	242,522.54 (67h)	593.00	11,967.56 (3.32h)	567.96

Valores calculados en según como se muestra en Sección Cálculo de Muestra 12.2

6.2 Resultado 2: Simulador para clasificación de material de forma ABC relacionando facturación anual respecto BOM y su respectivo comportamiento en el período 2019-2021

Una vez ordenado de mayor a menor la facturación anual por SKU se introducen en el simulador como se presenta:

Tabla 2: Pestaña de Pareto en simulador propuesto⁹

NÚMERO DE SKU	FACTOR UNIDADES	ML por presentación	Clasificación	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19
SKU10	24	350	A	367,230	449,700	497,564	548,658	478,146	468,878	539,524	509,201	487,231
SKU49	24	472	A	149,814	186,945	228,826	262,813	221,360	216,005	253,776	248,943	238,794
SKU18	24	350	A	366,191	525,647	568,928	666,372	540,964	512,793	555,907	559,070	534,319
SKU21	15	350	A	243,403	308,398	387,536	456,971	363,911	354,310	420,124	393,163	399,852
SKU19	12	1000	A	149,022	178,238	193,714	199,976	193,994	177,701	207,119	188,833	178,731
SKU93	24	472	A	53,053	73,475	85,361	96,543	85,750	84,629	99,673	94,956	95,679
SKU13	12	1000	B	71,862	84,781	95,610	96,639	89,140	87,555	104,277	95,538	91,112
SKU25	24	350	B	132,647	159,616	204,356	208,361	182,445	174,288	189,205	178,149	152,295
SKU128	24	350	B	50,655	53,432	56,961	68,163	57,951	58,766	57,542	57,165	50,973
SKU22	24	350	B	23,338	20,829	26,894	35,367	23,532	20,675	26,172	25,438	22,449
SKU100	24	472	B	3,973	5,341	5,872	6,806	6,259	6,507	7,265	7,857	7,749
SKU110	12	472	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU68	12	710	B	22,660	21,030	32,289	64,836	35,696	24,085	27,511	26,627	26,412
SKU62	24	350	B	10,829	16,688	20,053	24,847	15,279	16,788	21,275	19,938	23,639
SKU39	24	350	B	35,274	38,874	43,481	56,504	39,305	38,540	45,384	40,581	37,392
SKU30	24	350	B	4,745	6,485	8,399	9,546	8,848	9,002	11,183	11,123	10,587
SKU69	24	350	B	14,544	18,142	21,991	23,351	20,572	19,640	22,775	21,244	18,803
SKU44	24	350	B	30,738	36,163	37,337	39,156	34,934	31,534	39,101	33,601	31,844
SKU108	24	250	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU15	24	350	C	8,124	9,483	10,620	11,382	10,268	10,293	12,692	12,209	9,974
SKU17	24	350	C	11,877	13,755	15,018	18,328	15,287	15,040	17,187	16,669	14,864
SKU40	24	355	C	11,110	13,535	14,672	16,683	12,371	12,064	15,473	13,789	12,353
SKU38	1	50000	C	2,372	2,591	3,082	3,395	3,265	2,912	3,567	3,366	3,222

En la primera etapa del simulador, se puede ingresar hasta un total de 30 meses de comportamiento en el simulador. Esto explosionara el promedio, desviación estándar, variación respecto la desviación Estándar, la venta de cajas reducidas, Porcentaje acumulado por SKU y Clasificación de material.

Tabla¹⁰ 3: Estadística descriptiva de venta 2019-junio 2021, venta promedio en caja reducida, porcentaje de variación entre desviación y promedio, porcentaje acumulado y clasificación de material

NÚMERO DE SKU	Promedio	Desviacion estandar	% Variación	Ventas caja reducidas	%Acumulado	Clasificación
SKU10	681,747.50	89,377.57	13%	4,090,485.00	22%	A
SKU49	403,620.33	64,977.62	16%	3,265,865.10	39%	A
SKU18	526,116.67	83,078.27	16%	3,156,700.00	56%	A
SKU21	536,330.33	136,349.48	25%	2,011,238.75	67%	A
SKU19	153,703.67	17,143.40	11%	1,317,460.00	74%	A
SKU93	115,776.67	23,648.18	20%	936,798.63	79%	A
SKU13	77,061.50	8,112.19	11%	660,527.14	83%	B
SKU25	75,279.33	10,655.36	14%	451,676.00	85%	B
SKU128	55,460.83	8,580.85	15%	332,765.00	87%	B
SKU22	38,208.00	8,519.71	22%	229,248.00	88%	B
SKU100	25,518.83	4,534.41	18%	206,483.82	89%	B
SKU110	48,840.50	58,302.56	119%	197,594.71	90%	B
SKU68	28,751.67	7,719.22	27%	174,974.43	91%	B
SKU62	27,935.67	8,196.18	29%	167,614.00	92%	B
SKU39	23,072.83	5,175.49	22%	138,437.00	93%	B
SKU30	22,833.50	3,663.32	16%	137,001.00	93%	B
SKU69	21,106.00	5,447.44	26%	126,636.00	94%	B
SKU44	19,038.50	2,427.29	13%	114,231.00	95%	B

⁹ Datos obtenidos en Sección Datos Originales 12.1 TablaNo.14-16

¹⁰ Datos obtenidos usando los datos de Datos de venta durante el periodo 2019-2021 representados en segmento 12.1 TablaNo.14-16 utilizando los cálculos de muestra 12.2.1.1, 12.2.1.2, 12.2.1.5 y 12.2.1.6 y análisis estadístico representado 12.4.1, 12.4.2

6.3 Resultado¹¹ 3: Simulador de gestión de inventario para punto de reorden, EOQ simple, EOQ variable, clasificación, desviación/promedio de la demanda y tiempo de entrega.

En la segunda pestaña del simulador se contempla lo que sería el BOM¹² para todos los SKU's tomando en cuenta la media de producto terminado en presentación física, La materia prima necesaria para el SKU y sus respectivas desviaciones.

Tabla 4: BOM de materiales¹³

PRODUCTO	SKU		MATERIAL	INSUMOS	CANTIDAD	UMB	MEDIA PT 2021	MEDIA MP 2021	DESVIACION MP 2021	VARIANZA MP 2021
28000000	SKU10	3	10000000	INSUMO 1	932.085	KG	16361940	635446.6185	83307.4914	6940138124
28000000	SKU10	3	10000001	INSUMO 2	238.968	KG	16361940	162915.8366	21358.37891	456180349.6
28000000	SKU10	3	10000007	INSUMO 3	0.102	KG	16361940	69.538245	9.116512038	83.11079174
28000000	SKU10	3	10000008	INSUMO 4	0.126	KG	16361940	85.900185	11.26157369	126.8230421
28000000	SKU10	3	10000018	INSUMO 5	1.917	KG	16361940	1306.909958	171.3367998	29356.29896
28000000	SKU10	3	10000025	INSUMO 6	0.01	KG	16361940	6.817475	0.89377569	0.798834984
28000000	SKU10	3	10000059	INSUMO 7	0.041	KG	16361940	27.9516475	3.664480329	13.42841608
28000000	SKU10	3	10000128	INSUMO 8	0	KG	16361940	0	0	0
28000000	SKU10	3	10000167	INSUMO 9	2.368	KG	16361940	1614.37808	211.6460834	44794.06462
28000000	SKU10	3	10000173	INSUMO 10	1.522	KG	16361940	1037.619695	136.03266	18504.88459
28000000	SKU10	3	10000238	INSUMO 11	2	UN	16361940	1363.495	178.755138	31953.39936
28000000	SKU10	3	11000001	INSUMO 12	0.096	KG	16361940	65.44776	8.580246624	73.62063213
28000000	SKU10	3	11000002	INSUMO 13	0.287	KG	16361940	195.6615325	25.6513623	657.992388
28000000	SKU10	3	11000003	INSUMO 14	0.382	KG	16361940	260.427545	34.14223136	1165.691962

Por último, en la tercera etapa del simulador se puede observar distintos parámetros según la columna de la tercera pestaña según como se presenta en las siguientes tablas:

¹¹ Datos obtenidos utilizando Resultado en sección 7.4 combinado con Calculo de Muestra 12.2.1.10-12.2.1.13

¹² Explosión de materiales.

¹³ Datos obtenidos de la explosión de Materiales brindado por el software SAP 4/HANA en la transacción (Modulo/vista de Sap 4/Hana) CS15 según Muestra de cálculo 12.2.1.3, 12.2.1.6 en combinación con el uso del segmento 12.4.1, 12.4.2 siendo rendimiento=24,000/Columna "Cantidad"

Tabla 5: INSUMO, UMB, CATEGORÍA, CONSUMO 2019-2021, DESVIACIÓN ESTÁNDAR 2019-2021, VARIACIÓN 2019-2021 ¹⁴

Tabla 5: Simulador pestaña "Gestión" parte 1.

INSUMO		Código de material	UMB	Valor de categoría	Categoría	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	Desviación 2019	Desviación 2020	Desviación 2021	% Variación 2019	% Variación 2020	% Variación 2021
INSUMO 1	IMPORTACION	10000000	KG	3	A	2,704,866.59	2,719,139.87	2,914,153.00	188,105.98	281,805.81	175,116.67	7%	10%	6.01%
INSUMO 2	NACIONAL	10000001	KG	3	A	688,793.14	692,904.29	743,256.66	47,887.20	71,904.48	44,689.87	7%	10%	6%
INSUMO 3	IMPORTACION	10000007	KG	3	A	280.54	283.00	305.91	19.41	29.64	18.44	7%	10%	6%
INSUMO 4	NACIONAL	10000008	KG	3	A	400.82	399.45	425.69	27.31	40.07	24.88	7%	10%	6%
INSUMO 5	IMPORTACION	10000018	KG	3	A	5,287.40	5,332.87	5,765.40	365.20	557.73	347.04	7%	10%	6%
INSUMO 6	IMPORTACION	10000025	KG	3	A	26.11	26.43	28.54	1.86	2.85	1.77	7%	11%	6%
INSUMO 7	IMPORTACION	10000059	KG	3	A	127.77	124.34	136.97	8.00	12.26	7.60	6%	10%	6%
INSUMO 9	NACIONAL	10000167	KG	3	A	7,312.61	7,317.74	7,770.59	512.92	752.01	466.58	7%	10%	6%
INSUMO 10	IMPORTACION	10000173	KG	3	A	4,200.34	4,236.33	4,580.02	290.02	442.90	275.59	7%	10%	6%
INSUMO 11	IMPORTACION	10000238	UN	3	A	2,463.43	2,660.59	3,233.66	257.78	443.62	280.87	10%	17%	9%
INSUMO 12	NACIONAL	11000001	KG	3	A	260.34	262.66	284.61	17.97	27.59	17.17	7%	11%	6%
INSUMO 13	NACIONAL	11000002	KG	3	A	778.40	785.55	851.18	53.72	82.51	51.36	7%	11%	6%
INSUMO 14	NACIONAL	11000003	KG	3	A	1,036.69	1,046.37	1,133.78	71.54	109.89	68.40	7%	11%	6%

¹⁵Tabla 6: COEFICIENTE DE VARIACIÓN (2019 y 2021), NIVEL DE SERVICIO, CONSUMO DE AÑO 2022, VALOR Z, TIEMPO DE TRÁNSITO, TIEMPO DE REACCIÓN, DESVIACIÓN DE LA DEMANDA, DESVIACIÓN DEL LEAD TIME AL 50%, TIPO DE PLANIFICACIÓN, STOCK DE SEGURIDAD CON LEADTIME VARIABLE.

Tabla 6: Simulador pestaña "Gestión" parte 2

INSUMO		Código de material	Promedio de variación	Coefficiente de variación	Nivel de Servicio	Consumo año 2022	Valor z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Leadtime al 25%	Tipo de material	Tipo de planificación	Stock de seguridad leadtime variable
INSUMO 1	IMPORTACION	10000000	8%	6%	99%	2,988,672.90	2.326	2	6	193,718.79	1.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	10,429,039.26
INSUMO 2	NACIONAL	10000001	8%	6%	99%	762,781.55	2.326	0.5	2	49,447.48	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	887,247.62
INSUMO 3	IMPORTACION	10000007	8%	6%	99%	315.18	2.326	2	2	20.40	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	366.61
INSUMO 4	NACIONAL	10000008	8%	6%	99%	433.53	2.326	2	2	27.44	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	504.27
INSUMO 5	IMPORTACION	10000018	8%	6%	99%	5,939.90	2.326	2	2	383.90	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	6,909.13
INSUMO 6	IMPORTACION	10000025	8%	7%	99%	29.45	2.326	2	2	1.96	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	34.26
INSUMO 7	IMPORTACION	10000059	7%	6%	99%	138.88	2.326	2	2	8.20	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	161.55
INSUMO 9	NACIONAL	10000167	8%	7%	99%	7,924.96	2.326	0.25	3	515.86	0.75	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	13,827.16
INSUMO 10	IMPORTACION	10000173	8%	6%	99%	4,718.58	2.326	2	2	304.87	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	5,488.53
INSUMO 11	IMPORTACION	10000238	12%	10%	99%	3,556.13	2.326	2	2	340.51	0.5	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	4,136.39
INSUMO 12	NACIONAL	11000001	8%	6%	99%	293.47	2.326	1	0.5	18.98	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	85.34
INSUMO 13	NACIONAL	11000002	8%	6%	99%	877.83	2.326	1	0.5	56.77	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	255.27
INSUMO 14	NACIONAL	11000003	8%	6%	99%	1,169.36	2.326	1	0.5	75.62	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	340.04
INSUMO 15	NACIONAL	11000004	8%	6%	99%	291.53	2.326	1	0.5	18.85	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	84.78
INSUMO 16	NACIONAL	11000006	8%	6%	99%	293.47	2.326	1	0.5	18.98	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	85.34
INSUMO 17	NACIONAL	11000007	8%	6%	99%	877.83	2.326	1	0.5	56.77	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	255.27
INSUMO 18	NACIONAL	11000008	8%	6%	99%	291.53	2.326	1	0.5	18.85	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	84.78
INSUMO 19	NACIONAL	11000009	8%	6%	99%	1,169.36	2.326	1	0.5	75.62	0.125	DEMANDA CONSTANTE	DETERMINISTA	340.04

¹⁴ Datos obtenidos utilizando Ilustración 12 en combinación con segmento 12.4 y 12.2.1.6.

¹⁵ Tabla obtenida usando sección 12.4, la función inv.norm del software Excel, sección 12.2.1.8 sobre ilustración 12.

¹⁶Tabla 7: STOCK DE SEGURIDAD CON LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE, PUNTO DE REORDEN, PRECIO ESTÁNDAR DE MATERIAL, MONTO MONETARIO DE STOCK DE SEGURIDAD, VARIANZA DE MONTO DE STOCK DE SEGURIDAD, COSTO DE PEDIDO, COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL, COSTO TOTAL INDIRECTO POR MATERIAL.

Tabla 7: Simulador pestaña "Gestión" parte 3

INSUMO		Código de material	Stock de seguridad leadtime y demanda variable	Punto de reorden	Precio	Monto	Varianza en monto de quetzales		Costo de pedido	Costo de almacenamiento mensual	Costo total de material indirecto
INSUMO 1	IMPORTACION	10000000	10,446,334.88	34,338,422.44	Q. 4.26	Q.44,427,707.26	Q. 131,656,496,159,077.00	UNICO	Q 0.50	Q 381,952.40	Q 381,952.90
INSUMO 2	NACIONAL	10000001	898,823.63	2,794,201.50	Q. 4.63	Q. 4,107,956.48	Q. 1,125,621,905,192.50	IPALTECO	Q 0.50	Q 105,950.36	Q 105,950.86
INSUMO 3	IMPORTACION	10000007	378.70	1,627.34	Q. 319.65	Q. 117,187.76	Q. 915,864,370.68	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 3,022.45	Q 3,022.95
INSUMO 4	NACIONAL	10000008	520.18	2,238.38	Q. 60.30	Q. 30,407.35	Q. 61,491,781.31	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 784.25	Q 784.75
INSUMO 5	IMPORTACION	10000018	7,136.29	30,668.71	Q. 17.67	Q. 122,084.36	Q. 993,796,990.97	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 3,148.74	Q 3,149.24
INSUMO 6	IMPORTACION	10000025	35.46	152.08	Q. 766.90	Q. 26,274.04	Q. 46,216,295.69	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 677.65	Q 678.15
INSUMO 7	IMPORTACION	10000059	165.99	717.09	Q. 70.05	Q. 11,316.43	Q. 8,450,550.48	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 291.87	Q 292.37
INSUMO 9	NACIONAL	10000167	13,888.14	39,583.28	Q. 9.61	Q. 132,879.00	Q. 1,178,366,184.74	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 2,284.77	Q 2,285.27
INSUMO 10	IMPORTACION	10000173	5,668.86	24,362.83	Q. 11.16	Q. 61,251.95	Q. 250,149,250.05	JANICKE	Q 0.50	Q 1,579.78	Q 1,580.28
INSUMO 11	IMPORTACION	10000238	4,429.41	18,360.90	Q. 340.90	Q. 1,410,096.58	Q. 142,503,505,685.84	STEINER	Q 0.50	Q 36,368.51	Q 36,369.01
INSUMO 12	NACIONAL	11000001	157.58	525.54	Q. 5.94	Q. 506.91	Q. 17,134.78	QUISERTEC	Q 0.50	Q 52.30	Q 52.80
INSUMO 13	NACIONAL	11000002	471.34	1,572.01	Q. 5.94	Q. 1,516.28	Q. 153,310.90	QUISERTEC	Q 0.50	Q 156.43	Q 156.93
INSUMO 14	NACIONAL	11000003	627.84	2,094.09	Q. 5.94	Q. 2,019.86	Q. 272,052.48	QUISERTEC	Q 0.50	Q 208.38	Q 208.88
INSUMO 15	NACIONAL	11000004	156.50	522.08	Q. 24.31	Q. 2,060.90	Q. 283,213.88	QUISERTEC	Q 0.50	Q 212.61	Q 213.11
INSUMO 16	NACIONAL	11000006	157.58	525.54	Q. 6.05	Q. 516.30	Q. 17,775.75	COMERRSA	Q 0.50	Q 53.26	Q 53.76
INSUMO 17	NACIONAL	11000007	471.34	1,572.01	Q. 6.07	Q. 1,549.48	Q. 160,097.53	COMERRSA	Q 0.50	Q 159.85	Q 160.35
INSUMO 18	NACIONAL	11000008	156.50	522.08	Q. 29.48	Q. 2,499.19	Q. 416,485.06	COMERRSA	Q 0.50	Q 257.83	Q 258.33
INSUMO 19	NACIONAL	11000009	627.84	2,094.09	Q. 5.77	Q. 1,962.05	Q. 256,703.60	COMERRSA	Q 0.50	Q 202.42	Q 202.92
INSUMO 20	NACIONAL	11000011	2,794.57	7,598.99	Q. 47.19	Q. 58,229.73	Q. 236,225,388.66	GMO	Q 0.50	Q 6,007.33	Q 6,007.83
INSUMO 21	NACIONAL	11000031	10.27	33.83	Q. 17.98	Q. 98.77	Q. 652.02	SEMESTRAL	Q 0.50	Q 10.19	Q 10.69

¹⁶ Tabla obtenida usando sección 12.4, sección 12.2.1.8, 12.2.1.9, Precio estándar de material (Dato de empresa), Monto Monetario de Stock de seguridad (STOCK*COSTO DE MATERIAL), Tiempo total de pedido*costo de hora/hombre, costo de material*3% y costo de pedido+costo de almacenamiento en combinación con Ilustración 12.

Tabla¹⁷ 8: Simulador pestaña "Gestión" parte 4

INSUMO		Código de material	EOQ Simple	EOQ Variable	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 1	IMPORTACION	10000000	14,641,456.80	14,641,456.80	2.45
INSUMO 2	NACIONAL	10000001	3,736,859.99	3,736,859.99	2.45
INSUMO 3	IMPORTACION	10000007	1,544.20	1,544.20	2.45
INSUMO 4	NACIONAL	10000008	2,124.52	2,124.52	2.45
INSUMO 5	IMPORTACION	10000018	29,101.73	29,101.73	2.45
INSUMO 6	IMPORTACION	10000025	144.35	144.35	2.45
INSUMO 7	IMPORTACION	10000059	680.98	680.98	2.45
INSUMO 9	NACIONAL	10000167	38,828.46	38,828.46	2.45
INSUMO 10	IMPORTACION	10000173	23,119.87	23,119.87	2.45
INSUMO 11	IMPORTACION	10000238	17,421.51	17,421.51	2.45
INSUMO 12	NACIONAL	11000001	1,444.55	1,444.55	2.44
INSUMO 13	NACIONAL	11000002	4,307.33	4,307.33	2.45
INSUMO 14	NACIONAL	11000003	5,735.56	5,735.56	2.45
INSUMO 15	NACIONAL	11000004	1,429.89	1,429.89	2.45
INSUMO 16	NACIONAL	11000006	1,444.42	1,444.42	2.44
INSUMO 17	NACIONAL	11000007	4,307.18	4,307.18	2.45
INSUMO 18	NACIONAL	11000008	1,429.60	1,429.60	2.45
INSUMO 19	NACIONAL	11000009	5,735.76	5,735.76	2.45
INSUMO 20	NACIONAL	11000011	20,789.01	20,789.01	2.45
INSUMO 21	NACIONAL	11000031	94.79	94.79	2.39
INSUMO 22	NACIONAL	11000035	1,206.18	1,206.18	2.44

Tabla¹⁸ 9: Resumen Pareto material

Clasificación	Número materiales
A	46
B	28
C	48

¹⁷ Datos de utilizar en combinación TablaNo.4 con costo de material*3%, rendimiento, rendimiento de producto*Q5.00 (costo de producto terminado) y sección 12.2.1.10-11

¹⁸ Recuento de Clasificación de materiales de resultados 7.3 TablaNo.4

Tabla¹⁹ 10: Resumen de Pareto para histórico de ventas.

CLASIFICACIÓN	SKU
A	6
B	13
C	112

Cuantificación de materiales clasificados como A, B y C según etapa 1 y 2 de simulador mencionado en resultadoNo.2.

6.4 Resultado 4: Rotación de inventario 2020 vs proyectado 2022

Tabla 11: Cuadro resumen comparativo de monto monetario en stock vs stock calculado en modelo propuesto.

	Actual	Modelo propuesto
Monto monetario en stock	Q104,110,000.00	Q90,412,827.83 ± Q11,594,938.10
Rotación	4.06 ± 1.03	4.146 ± 0.53
Espacio equivalente a monto monetario		13.16% ± 2%

Dato comparativo del status actual de la empresa vs datos de modelo propuesto representado en cálculo de muestraNo.12 en sección 12.2.

¹⁹ Recuento de Clasificación de materiales de Resultados 7.4 TablaNo.3

7 Discusión

En el presente trabajo se busca la mejora en la gestión de inventario en la industria cervecera por lo que se analizaron varios puntos para determinar los puntos a mejorar. Los diagramas de DOP generados se utilizaron para ilustrar de mejor forma el proceso de pedidos y recepción de materiales. Los diagramas de DOP demostraron varios puntos de mejora en el proceso de los pedidos para proveedores. En el procedimiento actual, reflejado en el resultado 7.1 Ilustración No.9-12, se observaron varios puntos iterativos que afectaban el proceso de pedido consumiendo más tiempo del necesario y mayor trabajo de extracción de datos manual con mayor riesgo de mala digitación. Derivado a esto se plantea un nuevo proceso según el resultado No.7.1 Ilustración 11.

En el nuevo proceso de pedido planteado, se puede observar la eliminación de procesos iterativos correlacionados a inspecciones. De 13 inspecciones que se encontraba en el proceso reflejado en resultado 7.1 Ilustración 9, se redujeron a 1 inspección y 3 acción/inspección. Por la naturaleza del proceso de inspección en dicha metodología no se pudo definir un tiempo por cada inspección realizada. La alternativa propuesta para definición del tiempo inspección en el proceso actual fue realizar una iteración en las etapas que se representan abarcando el tiempo de todo el proceso de dicha iteración. El mejor punto de mejora en el proceso es la reducción de inspecciones individuales en el proceso actual. Esta reducción de pasos y/o iteraciones provoca una reducción de tiempos en el proceso representados en Tabla No.1 Sección 7.1.

Actualmente el tiempo total, del proceso de pedido de materiales, es de $242,522.5s \pm 593s$ y con el método propuesto se reduce a $11,967.56 (s) \pm 567.96(s)$. Esta diferencia de tiempos se debe a que, con el nuevo sistema de manejo de datos, es posible el trabajar de forma masiva todos los requerimientos y extracción de inventarios de todos los insumos con los que se trabajan en la industria cervecera y no de forma manual. La metodología actual a diferencia de la propuesta depende mucho de digitación y trabajo manual, en ingreso de datos al sistema, generando un error potencial en la toma de decisiones de pedidos por una mala digitación. Otra ventaja al eliminar digitación manual y el error humano favorece a los reprocesos el cual es un parámetro de producción esbelta.

Al observar la sección 7.1 resultado 1 Tabla No.1 se puede observar que el tiempo de pedido de aditivo importados es igual a 0. El tiempo 0 en dicho resultado se debe a que se trata de la misma forma, masiva, que el material de empaque. Esto indica que se trabaja dos tipos de materiales en el mismo tiempo reduciendo los tiempos de pedido. El único segmento que no sufrió cambios es el punto de pedido; ya que dicho proceso es un método sencillo y depende mayoritariamente del área de elaboración de cerveza.

Cabe mencionar que el modelo propuesto para los pedidos tiene un valor intrínseco en la operación de suministros. El valor intrínseco en la operación que tiene el simulador es la reducción de tiempos en la elaboración de pedidos de materiales. Esta reducción de tiempo en materiales ocasiona un mayor aprovechamiento de tiempo para realizar actividades como: Licitaciones o subastas inversas para la reducción de costos de materia prima y agregar valor al producto y proceso.

El simulador para la mejora de gestión de inventarios, presentado en la Tabla No.9 sección 7.3 presentó la clasificación de los 131SKU's utilizados en la industria cervecera. Usando la herramienta de Pareto se obtuvo que 6SKU's representan el 80% de la facturación total en la empresa. Para la producción de los 6 SKU's que representan el 80% de los ingresos de la empresa son necesarios 46 materiales, los cuales se encuentran en Tabla No.10 Sección 7.3 y se clasifican como

categoría A. La asignación de nivel de servicio de materiales está en función al nivel de servicio del SKU.

Los SKU tipo B y C suman un total de 76 materiales entre los dos (28 Categoría B y 48 Categoría C). De esta forma, se puede enfocar los niveles de servicio para 46 materiales más críticos (Categoría A) en esta empresa. El valor monetario del inventario para los materiales tipo A es Q78,855,120.13 del valor total Q90,412,827.83 representando el 87% del inventario para la gestión propuesta. (Subtotales obtenidos realizando la suma por clasificación A, B, C de materiales según los inventarios de stock de seguridad representados en la columna MONTO de TablaNo.23 Sección 12.3)

De la TablaNo.23 de la sección 7.3 se definen que, de los 122 insumos totales para la fabricación de cerveza utilizados, el 38% tiene un comportamiento determinista o normal y el restante 62% tiene un comportamiento variable esto según Silver (Silver, 2008). No obstante, a pesar de tener un comportamiento variable, el costo de almacenamiento de material es significativamente menor que el costo de escases del producto final. Esta diferencia provoca que se pueda asumir que la mayoría de los materiales se pueda tratar como EOQ simple utilizando la ecuación 5.

Con el simulador propuesto se puede identificar fácilmente el comportamiento de todos los insumos a utilizar (venta promedio, consumo promedio, tendencia, variación, clasificación y explosión de materiales, el costo de mantenimiento, el stock de seguridad para materiales deterministas o demanda y lead time variable) y el costo de almacenamiento. Estas características son de vital importancia para definir los insumos más críticos y poder enfocarse en estos.

Al analizar la TablaNo.23 se puede determinar que el material más crítico en la operación es el insumo1 el cual equivale a Q44,474,707.26 del total de monto monetario de stock de seguridad manteniendo la categoría de material A. Este material representa el 49% de costo de stock de seguridad de la gestión recomendada por el simulador.

Uno de los parámetros que más afecta a toda la gestión de inventario durante el periodo 2021- a la actualidad (FEB 2022) es el costo de flete de materiales, el cual ha ido al alza. El flete es un costo indirecto afecta en la gestión de inventario con la frecuencia de pedidos. Derivado al alza de precios es necesario realizar la estrategia de incrementar los pedidos de insumos y reducir la frecuencia de pedidos de esto. Esta estrategia mitigará los impactos de fletes a nivel internacional ya que el costo de almacenaje es menor a esto. El comportamiento de fletes se puede observar en Ilustración No.12-13 Sección 12.1.

Durante el 2020, se sufrió una crisis financiera que afectó al mercado mundial, y esta empresa no fue la excepción. Dicha crisis provoca que la desviación estándar del 2020 respecto el 2021 y 2019 no se tomara en cuenta por ser dato atípico. Como se puede observar en la IlustraciónNo.13 sección 12.1 los índices de gestión de compras se han reducido drásticamente por lo que el año en cuestión representa un comportamiento anormal respecto los últimos años.

Para obtener una mejora en rotación de inventario a largo plazo, es necesario la proyección de materiales a utilizar. Un método para determinar una proyección de materiales es la regresión lineal, el cual hace uso el simulador determinando el consumo de los materiales en el año 2022. Estos consumos se pueden observar en la TablaNo.22 sección 12.3 para todos los materiales de la industria Cervecera. De igual forma el simulador determinó todos los cálculos necesarios para determinar el punto de reorden por material y el EOQ necesarios reflejados en TablaNo.23-24 en sección 12.3 no obstante también pueden existir lanzamientos de nuevos productos por lo que es necesario realizar un diagrama de flujo del proceso para determinar con mayor exactitud la cantidad de materiales a utilizar.

En toda industria es necesario el contar con un simulador que pueda explosionar los materiales de forma inmediata para cualquier cambio en el proceso. Los cambios en proceso pueden ser incrementos, bajas en los productos de línea e incluso pueden surgir nuevos SKU's. Para poder trabajar esto de mejor forma se realizó un diagrama de flujo básico de la elaboración de cerveza. Una vez realizado dicho diagrama flujo se procede a analizar el proceso y calcular de mejor forma el BOM de materiales requeridos en la industria. Por razones de confidencialidad el presente trabajo presenta un diagrama de flujo referencial.

Otra funcionalidad que proporciona la herramienta del Diagrama de Flujo Ilustración No.16-19 Sección 12.3 es el detectar la entrada y salida de materiales por cada operación unitaria del proceso. En la industria cervecera es de suma importancia analizar el proceso de maceración y cocimiento porque en conjunto son los procesos de mayor consumo energético siendo este hasta un 51% del consumo energético (Kunze, 2006). Con ayuda de la herramienta en cuestión, se puede definir la eficiencia de extracción de azúcares en la malta y mejorar el rendimiento del proceso, generando una mayor rotación de inventario.

Con el diagrama de flujo presentado se puede definir las capacidades de la planta y con ayuda del simulador de gestión de inventario se puede proyectar consumos que sobrepasen la capacidad de la planta y poder accionar a tiempo para las ampliaciones correspondientes o también para negociaciones a futuro como es el caso del lúpulo con alfa-ácidos. Por la naturaleza del lúpulo, es necesario determinar el consumo de este con más de 6 meses de anticipación especialmente durante el periodo de invierno ya que este puede cristalizarse siendo no apto para su uso. El uso de esta herramienta puede abarcar todo el proceso de la cerveza y por mencionar algunas etapas que pueden mejorar son: Fermentación y tratamiento de desechos.

La rotación de inventario propuesta tiene un valor de 4.14 ± 0.53 (\$facturación/\$operación) con un valor monetario de inventarios de $Q90,412,827.83 \pm 11,594,938.10$ de stock, los cuales se reflejan en Resultado No.4 sección 7.4. Al relacionar las rotaciones de inventario actual y propuesta demostrados en el Resultado No.4 mediante un coeficiente se obtiene la mejora del $2\% \pm 0.24\%$. Uno de los índices que está siendo afectado a nivel mundial es la rotación de inventarios. La rotación de inventarios que se ha mostrado en industria de bebidas en el país de Corea del Sur se encuentra en el rango de 2.06-118.2 en un estudio del 2019 (Kwak, 2019). No obstante, como se podrá observar en el presente trabajo, tomando en cuenta una desviación del tiempo de entrega del 25% de los proveedores y un factor de costo adicional (proporcionado por gerencia del 3%) sobre el costo del material, se obtuvo una mejora en la rotación de la industria. El monto monetario reflejado en Resultado No.4, de $Q90,412,827.83 \pm 11,594,938.10$ con la gestión propuesta marca una diferencia monetaria de $Q13,697,172.17$ respecto los $Q104,110,000$ que se manejan actualmente indicando un ahorro (Dicho ahorro representa una reducción del 13.16% del stock actual). Este resultado es acorde a lo indicado por Willems (Willems, 2011) el cual indica que, utilizando simuladores se puede mejorar hasta un 30% de monto de inventarios.

Hay ciertos insumos como lata que, por ocupar espacio considerable, se trabajan de forma JIT (*Just in Time*) o justo a tiempo. Por ende, la rotación de inventario actualmente está influenciada por este tema mientras que el propuesto mantiene un stock de lata en almacenes. Los valores de rotación de inventario se mantienen siempre y cuando los precios de la materia prima se mantengan estables.

Para finalizar, se obtuvo un índice de rotación de inventario de 4.14 ± 0.53 , demostrando que el simulador es funcional para determinar este parámetro, como también se puede utilizar para

mejorar la gestión de inventarios. Para mejorar la gestión de inventario el simulador puede calcular el EOQ, stock de seguridad y el punto de reorden para los materiales necesarios para la producción de los 131SKU's . El mayor valor que agrega esta herramienta en la operación en las definiciones de parámetros es la reducción de paros en producción por falta de insumos, el cual es uno de los factores de mayor problema en producción. El paro de producción puede pasar en cualquier etapa mostrado en la sección Diagrama de Flujo desde el tratamiento de agua, maceración, filtración, cocción, enfriamiento, fermentación y clarificación el cual puede ser de hasta 1380 cajas de cerveza dejadas de producir por hora en una sola línea.

8 Conclusiones

- Al realizar el diagrama DOP para el proceso de pedido de materiales locales y del exterior se redujo un 95% el tiempo de operación de 242,522.5(s) \pm 593(s) a 11,967.56 (s) \pm 567.96(s) (67h a 3h).
- El simulador analizó y logró clasificar los SKU elaborados clasificándolos mediante la categoría A, B, C según el porcentaje representativo de cada uno comparando la facturación anual dando como resultado la clasificación de SKU 6 categoría A, 13 categoría B y 112 categoría C respectivamente. De igual forma el simulador devolvió la misma categoría para cada materia prima el cual fue 46 categoría A, 28 Categoría B y 48 Categoría C.
- Utilizando los valores dados se obtuvo para el insumo 1 el EOQ (14TON/PEDIDO), stock de seguridad (10TON), frecuencia de pedido (2.45veces al año), costo de almacenamiento (381mil quetzales/anuales) estos resultados se obtuvieron para cada material que se utiliza en la industria estos están representados en el ResultadoNo.6 en Sección 7.5.
- Se mejoró la rotación de inventario de 4.06 \pm 1.03 a 4.14 \pm 0.53 los cuales representan un ahorro de Q13,697,172.17 el cual es una reducción de inventario del 13.16% \pm 2%.

9 Recomendaciones

- Realizar un simulador para el diseño de todos los equipos necesarios para una planta de cerveza según lo representado en los diagramas de flujo en la sección “Diagramas de proceso” y su respectivo costo el cual sea útil al realizar ampliaciones y/o diseños nuevos en los procesos.
- Estudio de organización de los materiales de almacén para la reducción de riesgos, accidentes y pérdida de materiales por lo mismo. Estudiar la factibilidad de tratar los residuos del Filtro Lauter para la reutilización de estos como material sólido para combustible, o incrementar el valor del subproducto realizando una operación de filtro prensa para ser más rentable la industria, aumentar la facturación y por ende la rotación de inventario.
- Realizar un estudio por material explosionado en el boom para determinar, utilizando la prueba Shapiro-Wilk para los materiales de producción confirmando la normalidad de su comportamiento para mejorar la gestión de inventario.

10 Bibliografía

- ABRAHAM GROSFELD-NIR, BOAZ RONEN and NIR KOZLOVSK. (2006). *The Pareto managerial principle: when does it apply?* Israel: Internation Journal of production Research.
- Arevalillo, A. R. (2010). *Plan de Mejora de la productividad de los procesos de una plataforma de cobranza de la compañía telefónica Gestión de Servicios Compartidos SA*. Peru: Universidad Ricardo Palma.
- Armando Aguirre Jaime. (1994). *Introducción al tratamiento de series temporales*. Madrid: Diaz de Santos.
- Asghar Ghasemi , Saleh Zahediasl . (2011). *Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians*. Teheran, Iran: Kowsar.
- Asun Iguaz, Cristina Arroqui. (2003). Thermophysical properties of medium grain rough rice (LIDO cultivar) at medium and low temperatures. *European Food Research and Technology* , 224-229.
- Benjamin W. Niebel, Andris Freivalds. (2009). *Ingeniería Industrial, Metodos estandares y diseño de trabajo*. MEXICO: McGraw Hill.
- C. H. Hwang, D. R. Heldman, R. R. Chao, and T. A. Taylor. (1999). Changes in Specific Heat of Corn Starch Due to Gelatinization. *Journal of Food Science*, 141-144.
- Castillo, N. S. (2011). *Area de Mejora en una PYME de Alimentos*. Mexico: Universidad Autonoma de Mexico.
- Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de Calor y Masa*. Mexico: McGraw-Hill.
- Commerce, U. S. (2021). *NIST*. Obtenido de <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C69794&Mask=2>
- Cuevas, F. (2004). *Control de Costos y Gastos en Los Restaurantes*. Colombia: LIMUSA.
- Daniel Atnafu,Assefa Balda. (2018). The impact of inventory management practice on firms' competitiveness and organizational performance: Empirical evidence from micro and small enterprises in Ethiopia. *COGENT OA*, 1-16.
- DAVID GONZÁLEZ TORRADO, GERMÁN SÁNCHEZ BARAJAS . (2010). *DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA LA EMPRESA IMPORTADORA DE VINOS Y LICORES GLOBAL WINE AND SPIRITS LTDA*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Stanley R. Crouch. (2005). *Química Analítica*. Mexico: Cenage Learning.
- Edwin H. Battley, Robert L. Putman, Juliana Boerio-Goates. (1997). Heat capacity measurements from 10 to 300K and derived thermodynamics functions of lyophilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* including the absolute entropy and the entropy of formation at 298.15K. *Elsevier*, 37-46.

- El-Kateb, S. N. (2015). Implementation of Lean Logistics in Apparel Manufacturing. *Journal American Science*, 226-231.
- Francy Ríos, A. M. (2008). Inventarios probabilísticos con demanda independiente de revisión continua, modelos con nuevos pedidos. *Ciencia Ergo Sum*, 251-258.
- Gallardo, A. A. (2016). *PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE SOCIEDAD REPUESTOS ESPAÑA LIMITADA*. Puerto Montt-Chile: Universidad Austral de Chile.
- Guarango, J. C. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa Ferampe Cia. LTDA*. Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana de Ecuador .
- Guerrero, F. P. (2005). *Gestión de stocks*. España: ESIC .
- Hamdy, A. T. (2012). *Investigacion de Operaciones*. Mexico: Pearson .
- J.M. SMith, H.C. Van Ness, M.M. Abott. (2007). *Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química*. Mexico: McGraw-Hill.
- Joan Guàrdia Olmos, Maribel Peró. (2001). *Esquemas de estadística: Aplicaciones en Intervención Ambiental*. España, Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Kunze, W. (2006). *Tecnología para Cerveceros y Malteros*. Berlin: VLB Berlin Seetrase.
- Kwak, J. K. (2019). *Analysis of Inventory Turnover as a Performance Measure in Manufacturing Industry*. Corea del Sur: Ewha School of Business, Ewha Womans University.
- Kwanruthai Malairuang, Morakot Krajang, Jatuporn Sukna, Krongchan Rattanapradit, Saethawat Chamsart. (2020). *High Cell Density Cultivation Of Saccharomyces Cerevisiae with Intensive Multiple Sequential Batches Together with a Novel Technique of Fed-Batch at Cell Level (FBC)*. Tailandia: Processes MDPI.
- Makhatadze, G. I. (1998). Heat capacities of amino acids, peptides and proteins. *Biochem*, 133-156.
- McLeod, S. (30 de Mayo de 2019). Obtenido de Simplypsychology: <https://www.simplypsychology.org/z-table.html>
- Nazar Sohail, T. H. (2018). A Study of Inventory Management System Case Study. *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems*, 1176-1190.
- Organization, W. T. (2020). *World Trade Organization*. Obtenido de https://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/wts2020_s/wts2020chapter03_s.pdf
- Peter L. King, C. (2011). Understanding Safety Stock and mastering its equation. . *APICS MAGAZINE*, 33-36.
- Prabhaker Mishra, Chandra M Pandey, Uttam Singh, Anshul Gupta, Chinmoy Sahu, Amit Keshri. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, Wolters Kluwer - Medknow.
- Quantum Mechanics, Statistical Thermodynamics, Quantitative Structure-Property Relationship (QSPR), and Neural Network based Artificial Intelligence (A.I.). (2021). *Mol-Instincts* . Obtenido de <https://search.molinstincts.com/properties/tDependentProperty.ce?0001-oxtf>

- Raymond J. Madachy, Daniel Houston. (2017). *What Every Engineer Should Know About Modeling and Simulation*. Florida: CRC.
- Richard I. Levin, David S. Rubin. (2004). *ESTADISTICA PARA ADMINISTRACION Y ECONOMIA*. MEXICO: Pearson Education.
- Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. MEXICO: Pearson Education.
- Silver, E. A. (2008). INVENTORY MANAGEMENT: A TUTORIAL, CANADIAN PUBLICATIONS, PRACTICAL APPLICATIONS AND SUGGESTIONS FOR FUTURE RESEARCH. *Research Gate*, 1-33.
- Tejero, J. J. (2017). *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. Madrid, España: ESIC.
- UNCTAD. (23 de 4 de 2021). <https://unctad.org/es>. Obtenido de <https://unctad.org/es/news/el-transporte-maritimo-durante-el-covid-19-por-que-se-han-disparado-los-fletes-de-los>
- Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriot. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. Mexico: McGraw-Hill.
- Willems, S. P. (2011). How Inventory Optimization Opens Pathways to Profitability,. *Supply Chain Management Review*,, 30-36.

11 Anexos

11.1 Datos originales

Tabla 12: Cuadro de tiempos para un pedido de forma propuesta²⁰

	Tiempo pedido propuesta (s)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Acción 1	617.00	521.00	583.00	601.00	653.00
Acción 2, 6	62.00	48.00	41.00	75.00	68.00
Acción 3, 7	280.00	333.00	327.00	290.00	301.00
Acción 4	275.00	325.00	295.00	280.00	301.00
Acción 5	880.00	850.00	950.00	903.00	941.00
Acción 8, 9	161.00	177.00	184.00	202.00	188.00
Acción 10	950.00	880.00	980.00	750.00	920.00
Inspección acción	25.00	20.00	45.00	30.00	37.00

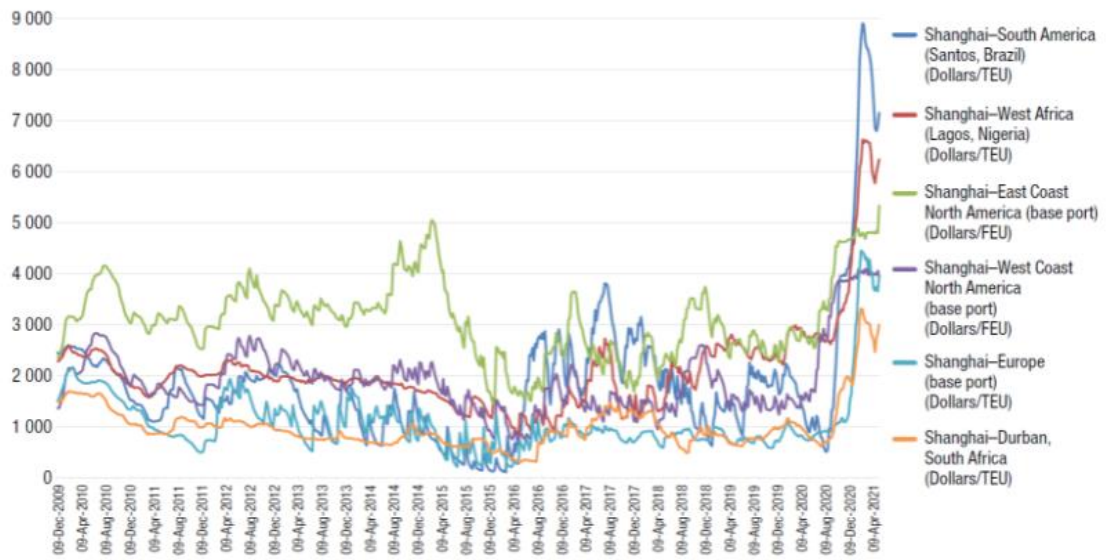
Tabla 13: Tiempos pedido actual²¹

	Tiempos pedido anterior (s)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Acción 1	617.00	521.00	583.00	601.00	653.00
Acción 2, 6	62.00	48.00	41.00	75.00	68.00
Acción 3, 7	280.00	333.00	327.00	290.00	301.00
Acción 4	275.00	325.00	295.00	280.00	301.00
Acción 5	880.00	850.00	950.00	903.00	941.00
Acción 8, 9	161.00	177.00	184.00	202.00	188.00
Acción 10	950.00	880.00	980.00	750.00	920.00
Inspección acción	25.00	20.00	45.00	30.00	37.0

²⁰ Tiempos obtenidos midiendo a sujeto B realizando la acción de pedido con frecuencia de 1 vez al mes durante 5 meses realizando las acciones propuestas.

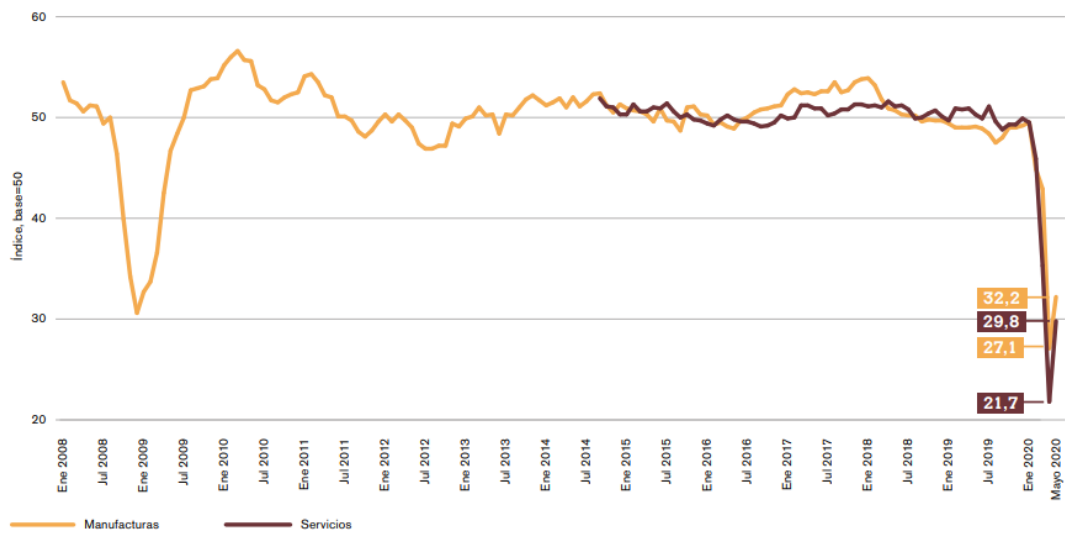
²¹ Tiempos obtenidos midiendo a sujeto A realizando la acción de pedido con frecuencia de 1 vez al mes durante 5 meses realizando las acciones propuestas.

Ilustración 12: Comportamiento de precios de fletes hasta abril 2021



(UNCTAD, 2021)

Ilustración 13: Índice mundial de gestor de compras 2008-mayo 2020



(Organization, 2020)

Tabla 14: Datos de venta de cerveza en cajas físicas año 2019

NÚMERO DE SKU	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
SKU10	367,230	449,700	497,564	548,658	478,146	468,878	539,524	509,201	487,231	551,797	532,614	698,256
SKU49	149,814	186,945	228,826	262,813	221,360	216,005	253,776	248,943	238,794	261,118	259,062	405,828
SKU18	366,191	525,647	568,928	666,372	540,964	512,793	555,907	559,070	534,319	625,407	627,917	853,090
SKU21	243,403	308,398	387,536	456,971	363,911	354,310	420,124	393,163	399,852	443,883	445,751	770,426
SKU19	149,022	178,238	193,714	199,976	193,994	177,701	207,119	188,833	178,731	200,277	189,970	213,953
SKU93	53,053	73,475	85,361	96,543	85,750	84,629	99,673	94,956	95,679	102,449	98,155	139,820
SKU13	71,862	84,781	95,610	96,639	89,140	87,555	104,277	95,538	91,112	98,809	98,192	116,080
SKU25	132,647	159,616	204,356	208,361	182,445	174,288	189,205	178,149	152,295	150,068	134,871	187,822
SKU128	50,655	53,432	56,961	68,163	57,951	58,766	57,542	57,165	50,973	57,494	42,654	62,285
SKU22	23,338	20,829	26,894	35,367	23,532	20,675	26,172	25,438	22,449	24,055	28,142	47,035
SKU100	3,973	5,341	5,872	6,806	6,259	6,507	7,265	7,857	7,749	8,943	8,430	11,030
SKU110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU68	22,660	21,030	32,289	64,836	35,696	24,085	27,511	26,627	26,412	27,329	29,093	38,443
SKU62	10,829	16,688	20,053	24,847	15,279	16,788	21,275	19,938	23,639	31,536	29,312	55,402
SKU39	35,274	38,874	43,481	56,504	39,305	38,540	45,384	40,581	37,392	39,520	39,310	65,158
SKU30	4,745	6,485	8,399	9,546	8,848	9,002	11,183	11,123	10,587	13,360	12,409	19,143
SKU69	14,544	18,142	21,991	23,351	20,572	19,640	22,775	21,244	18,803	21,535	20,731	29,687
SKU44	30,738	36,163	37,337	39,156	34,934	31,534	39,101	33,601	31,844	34,307	31,549	35,845
SKU108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU15	8,124	9,483	10,620	11,382	10,268	10,293	12,692	12,209	9,974	12,430	11,963	15,841
SKU17	11,877	13,755	15,018	18,328	15,287	15,040	17,187	16,669	14,864	16,757	17,116	20,307
SKU40	11,110	13,535	14,672	16,683	12,371	12,064	15,473	13,789	12,353	14,716	14,153	21,352
SKU38	2,372	2,591	3,082	3,395	3,265	2,912	3,567	3,366	3,222	3,519	3,380	4,833

NÚMERO DE SKU	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
SKU52	4,152	5,838	6,799	7,615	6,309	6,023	7,282	6,973	6,990	7,727	8,026	12,309
SKU14	5,633	6,935	7,203	7,417	7,383	7,228	8,755	8,326	8,112	8,387	8,156	9,336
SKU46	4,398	5,315	6,733	9,882	6,019	5,400	6,777	4,956	5,643	6,625	5,121	11,113
SKU127	5,215	6,181	7,181	7,685	5,816	5,256	6,479	5,510	5,438	5,962	5,631	9,893
SKU36	927	989	1,146	1,179	1,249	1,186	1,439	1,385	1,266	1,424	1,315	1,810
SKU129	2,513	4,221	5,465	8,362	7,130	4,090	5,057	5,528	4,323	4,915	4,762	6,758
SKU20	13,911	17,962	20,130	23,534	20,176	17,346	20,202	17,831	16,147	20,555	19,001	29,756
SKU24	1,311	2,157	2,338	3,370	2,096	2,276	2,451	2,218	2,137	2,355	2,208	3,928
SKU41	1,138	1,336	1,758	2,393	1,454	1,652	1,745	1,484	1,318	1,653	1,844	3,565
SKU56	1,276	1,583	1,742	2,275	1,336	1,445	1,746	1,758	1,430	1,735	1,672	3,473
SKU65	1,730	2,739	3,496	3,943	3,580	3,245	4,076	4,549	3,180	3,934	3,924	6,420
SKU50	677	989	1,245	1,638	1,118	1,024	1,145	1,277	1,189	1,084	1,378	1,838
SKU63	4,586	5,581	6,767	7,432	6,581	5,459	7,240	6,627	5,970	7,947	8,171	14,589
SKU26	949	1,209	1,956	2,495	1,555	1,309	1,879	1,596	1,625	1,721	1,619	2,742
SKU66	3,055	4,441	3,931	6,188	4,238	4,145	4,761	4,798	3,484	3,968	3,895	7,359
SKU34	-	-	-	14,991	7,620	4,917	4,941	3,966	1,093	231	76	118
SKU12	1,159	1,408	1,459	1,437	1,296	967	1,251	1,208	1,110	1,409	1,213	1,588
SKU11	1,247	1,432	1,548	1,585	1,081	997	1,283	1,243	903	1,193	1,421	1,542
SKU16	777	770	891	977	852	800	916	914	815	896	1,033	1,212
SKU48	428	647	717	781	536	454	657	650	531	611	701	1,060
SKU126	432	488	641	761	416	400	579	595	465	475	595	958
SKU23	3,545	4,274	6,244	5,281	4,906	3,982	5,670	5,040	4,843	4,412	4,804	7,673
SKU82	123	96	155	153	143	125	114	178	105	164	105	197
SKU83	182	197	175	114	107	81	106	151	103	130	157	188
SKU37	96	106	132	90	121	148	145	134	114	124	191	193
SKU81	193	187	147	151	116	74	115	73	163	144	142	184

NÚMERO DE SKU	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
SKU80	130	137	92	144	129	77	119	114	95	136	135	190
SKU77	186	184	156	493	123	75	107	96	91	143	114	166
SKU28	2,382	3,763	4,338	5,663	3,738	2,985	4,607	4,325	3,925	4,955	5,532	10,696
SKU84	332	132	135	90	119	93	92	115	89	126	134	153
SKU78	8	30	76	43	78	60	91	115	70	95	129	154
SKU64	8	73	74	87	58	60	73	70	82	52	73	151
SKU94	-	-	-	5,154	3,850	2,392	910	101	31	11	4	-
SKU87	15	16	15	13	22	13	15	16	8	21	20	24
SKU88	15	5	12	14	19	12	13	13	12	15	14	17
SKU42	17	22	28	24	14	10	17	18	15	4	22	29
SKU85	8	21	17	14	22	14	16	16	13	19	11	20
SKU86	6	15	12	18	23	12	11	16	14	22	17	10
SKU79	6	21	13	19	21	12	10	19	18	18	17	20
SKU89	9	11	15	10	20	11	12	12	6	13	8	16
SKU31	35	438	521	722	299	161	188	181	129	123	282	492
SKU35	-	-	-	2,808	1,567	1,152	1,226	950	795	456	233	95
SKU96	-	-	-	8,931	5,442	3,558	3,448	2,478	1,250	956	661	515
SKU71	-	-	-	4	3	3	-	-	-	-	-	-
SKU27	750	1,050	1,500	1,050	1,050	900	1,050	1,050	750	1,920	1,050	1,800
SKU2	19,900	7,560	7,670	15,740	11,300	11,950	13,840	23,300	7,560	10,950	4,520	13,340
SKU73	73	1,389	1,607	550	388	336	535	315	146	154	133	72
SKU60	186	176	189	200	162	215	208	167	155	199	115	250
SKU74	157	1,246	1,277	317	256	271	268	250	211	160	126	209
SKU1	3	-	2	1	4	1	6	4	8	3	6	4
SKU106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU92	190	385	234	419	307	269	305	217	240	192	226	267

NÚMERO DE SKU	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
SKU91	19,175	20,700	24,421	28,216	23,035	22,485	27,298	24,756	21,892	24,940	23,492	36,144
SKU32	628	2,076	2,159	2,857	2,516	1,980	2,458	2,253	2,202	1,885	1,982	3,490
SKU130	-	-	2	617	600	665	301	767	508	56	12	198
SKU51	1,564	2,704	3,362	2,666	2,203	2,295	2,818	2,818	2,527	2,859	3,007	4,805
SKU45	131	75	487	746	226	38	39	59	22	29	33	53
SKU3	11,340	14,450	21,010	24,010	11,830	5,380	9,040	17,590	7,670	10,450	2,900	9,450
SKU4	12,340	19,120	21,010	14,830	3,270	10,160	26,700	12,500	11,450	12,340	10,960	21,790
SKU5	18,010	13,230	14,340	12,430	12,070	6,490	13,880	7,310	3,890	3,780	2,700	22,680
SKU6	15,120	15,340	15,120	35,560	8,690	9,060	14,770	12,890	17,120	20,900	12,200	14,230
SKU7	7,560	3,000	7,780	23,980	8,050	10,980	24,420	13,220	4,780	5,280	5,590	7,560
SKU8	-	-	-	-	-	-	10,450	26,370	13,230	23,680	6,070	-
SKU9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,670	17,010
SKU43	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-
SKU47	6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
SKU53	1	1	-	88	5	5	6	5	2	19	17	-
SKU54	-	-	5,102	1,247	211	170	7	3	1	2	27	164
SKU55	1,727	542	2,025	3,375	1,973	246	5,448	1,863	3,100	84	4,342	7,160
SKU57	9	-	-	-	5	-	-	-	-	11	-	-
SKU58	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU59	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU61	4	-	-	-	5	-	-	-	-	15	-	-
SKU67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU72	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163	72	17
SKU98	-	-	-	-	-	-	101	267	247	21	15	10

NÚMERO DE SKU	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
SKU102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4
SKU103	-	-	-	-	-	-	6	8	17	5	-	-
SKU105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500	3,442

Tabla 15: Datos de venta de cerveza en cajas físicas año 2020

NÚMERO DE SKU	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
SKU10	434,816	538,472	400,628	241,870	275,940	348,527	378,830	449,359	502,178	612,696	569,523	836,612
SKU49	209,900	248,704	318,884	375,990	357,534	380,551	439,801	417,083	427,562	452,165	358,242	637,606
SKU18	394,245	498,409	431,426	578,869	688,393	668,646	767,879	665,892	669,421	649,536	582,548	884,176
SKU21	328,456	415,553	378,601	427,565	456,830	460,706	509,719	503,004	548,459	534,992	502,559	977,134
SKU19	156,563	181,266	132,049	76,263	94,944	114,585	113,354	127,353	140,384	169,968	161,175	192,732
SKU93	66,929	86,116	94,130	119,184	108,819	118,004	122,851	116,208	122,522	124,667	111,189	171,071
SKU13	76,747	94,566	68,128	33,956	37,729	38,432	43,331	53,701	55,047	79,818	75,890	98,144
SKU25	84,413	98,360	74,792	111,513	137,903	110,869	120,767	106,311	109,552	115,059	89,444	138,406
SKU128	42,229	48,080	36,513	44,408	78,354	72,897	70,353	62,706	61,096	62,570	57,110	89,044
SKU22	22,883	24,545	18,931	26,560	38,084	38,054	36,797	35,939	26,574	41,841	30,530	58,825
SKU100	7,068	9,505	8,693	10,173	15,669	15,936	18,372	20,149	21,619	27,192	21,337	30,911
SKU110	-	-	-	-	1,280	2,560	4,474	4,318	5,600	15,198	98,230	87,675
SKU68	19,087	25,320	26,758	23,716	21,723	24,129	25,264	23,569	27,354	30,761	27,935	40,701
SKU62	15,705	21,592	22,777	21,141	18,045	18,946	22,075	23,397	27,792	31,736	28,471	55,211
SKU39	28,688	29,187	25,122	22,422	20,257	21,459	21,505	24,475	27,793	31,518	23,173	43,017
SKU30	9,868	13,692	13,177	15,401	17,557	22,584	24,087	24,525	26,075	27,195	22,093	31,926
SKU69	16,617	19,921	17,964	16,738	16,507	17,393	18,402	17,302	19,486	21,187	18,856	29,785
SKU44	26,431	28,379	19,690	5,112	7,020	8,751	9,736	11,520	12,761	21,450	19,283	24,780
SKU108	-	-	-	67	8,040	20,469	23,219	22,506	24,698	25,161	20,586	39,628
SKU15	10,984	12,061	7,847	3,787	4,110	5,697	6,237	9,081	11,741	14,815	13,506	19,662
SKU17	12,153	14,760	9,403	5,920	6,123	8,585	8,175	10,096	12,018	15,066	12,479	20,322
SKU40	11,829	12,659	10,133	6,649	6,601	7,883	8,591	11,419	16,079	14,503	11,444	18,642
SKU38	2,620	2,892	1,464	- 39	61	1,420	71	810	1,312	2,262	2,113	3,111
SKU52	6,333	8,769	7,664	5,916	6,383	6,915	7,858	8,775	10,936	13,079	12,517	20,663
SKU14	7,427	8,215	5,618	1,744	1,916	2,760	2,829	4,304	6,369	8,545	7,825	10,686

NÚMERO DE SKU	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
SKU111	-	-	-	-	-	-	-	-	382	95	47	18
SKU113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	430	252
SKU119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU121	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU35	30	56	22	13	42	20	55	105	669	-	-	1
SKU96	379	422	252	113	227	214	461	305	462	-	87	4
SKU90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKU71	-	-	1,976	1,217	1,170	1,025	872	151	105	8	250	51
SKU75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
SKU27	450	450	900	226	450	750	600	750	300	300	750	1,200
SKU2	1,890	16,760	2,890	1,890	1,890	-	1,890	-	-	-	-	-
SKU131	-	-	-	-	-	-	173	430	1	-	505	1
SKU73	73	70	22	68	53	24	502	30	-	-	-	-
SKU60	147	173	106	62	74	86	104	107	16	9	9	3
SKU74	112	160	64	22	15	39	28	6	24	1	-	-
SKU1	7	8	10	7	14	7	16	13	14	-	-	-
SKU106	-	-	2	193	247	40	20	15	- 2	2	1	-
SKU112	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9	-	1
SKU107	-	-	-	-	1	7	-	-	12	-	-	-
SKU92	233	258	205	8	29	14	10	5	-	-	10	5
SKU91	19,699	20,479	17,178	15,818	8,823	645	-	13	-	-	-	-
SKU32	921	105	80	3	8	3	-	-	13	-	-	-
SKU130	616	130	19	13	-	-	-	-	4	-	-	-
SKU51	1,212	2,297	2,163	264	124	3	-	-	-	-	9	-
SKU45	31	374	293	52	62	3	4	-	-	-	-	-
SKU3	4,780	7,160	-	-	1,890	3,780	-	-	-	-	-	-

Tabla 16: Datos de venta de cerveza en cajas físicas año 2021

NÚMERO DE SKU	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21
SKU10	559,397	617,423	815,705	666,680	702,123	729,157
SKU49	314,784	368,151	507,802	385,981	428,924	416,080
SKU18	403,855	504,020	660,370	551,831	529,862	506,762
SKU21	374,372	487,897	785,247	490,277	528,457	551,732
SKU19	135,170	146,731	185,032	144,471	153,853	156,965
SKU93	81,074	103,116	150,820	128,989	119,113	111,548
SKU13	69,210	72,515	91,830	72,365	76,837	79,612
SKU25	62,391	66,440	92,208	72,674	80,135	77,828
SKU128	46,846	52,675	71,888	54,145	55,569	51,642
SKU22	28,984	32,276	53,693	36,724	38,818	38,753
SKU100	17,924	22,533	30,387	26,394	28,084	27,791
SKU110	16,007	3,360	145,023	96,315	26,408	5,930
SKU68	21,124	23,295	43,217	28,539	28,139	28,196
SKU62	19,096	23,484	42,904	24,699	27,670	29,761
SKU39	19,963	21,499	33,568	20,700	21,142	21,565
SKU30	16,431	21,251	26,995	23,153	24,734	24,437
SKU69	16,519	19,178	31,260	23,066	17,601	19,012
SKU44	16,642	19,594	23,564	17,587	18,249	18,595
SKU108	20,307	21,052	38,904	24,829	24,921	24,020
SKU15	13,192	13,237	20,134	13,378	15,699	16,527
SKU17	12,618	13,862	17,709	13,398	14,977	15,859
SKU40	10,201	13,035	20,761	13,938	12,021	13,357
SKU38	1,929	2,189	2,877	1,846	2,347	2,595
SKU52	10,561	11,190	17,396	11,349	13,175	13,929
SKU14	7,487	8,345	10,458	7,017	8,412	8,388
SKU46	6,775	6,617	12,368	5,427	7,570	7,517
SKU127	4,733	4,896	8,904	6,413	6,617	7,069
SKU36	907	1,008	1,301	803	1,090	1,266
SKU129	3,549	4,827	7,248	5,180	5,533	5,559
SKU20	5,680	7,955	12,360	5,801	7,498	8,206
SKU117	2,487	2,910	5,861	2,618	3,418	3,058
SKU24	1,736	1,775	4,280	4,416	3,467	3,331
SKU41	1,179	1,886	4,082	3,063	3,319	3,359
SKU56	1,769	2,005	4,217	3,273	2,430	2,448
SKU65	5,107	6,672	15,729	14,734	8,657	7,000
SKU50	916	1,194	2,179	1,356	1,810	1,468
SKU63	4,488	10,809	8,191	7,673	7,015	7,516

NÚMERO DE SKU	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21
SKU26	1,475	1,737	3,074	738	1,751	1,818
SKU66	4,107	9,805	10,546	4,686	5,420	6,005
SKU34	1,524	2,330	3,457	1,230	741	470
SKU12	1,126	1,194	1,552	1,191	1,302	1,428
SKU11	1,013	958	1,348	898	996	1,104
SKU16	985	810	1,100	905	915	1,056
SKU48	762	689	1,412	766	587	757
SKU126	442	711	1,191	694	673	772
SKU122	-	-	3,797	20	110	-
SKU123	-	-	1,520	658	531	573
SKU23	327	1,396	1,937	612	1,223	953
SKU76	-	-	2,433	237	-	-
SKU95	1,243	208	139	41	13	8
SKU104	-	-	3,810	-	-	-
SKU109	-	-	1,594	1,438	1,460	1,693
SKU82	200	202	307	242	202	318
SKU114	-	42	265	365	508	539
SKU83	154	155	209	179	156	216
SKU37	38	48	72	39	53	46
SKU81	119	155	209	152	166	211
SKU80	99	134	217	168	155	212
SKU77	98	121	191	148	140	193
SKU28	250	464	125	-	-	-
SKU84	107	107	186	139	136	157
SKU124	-	-	1,541	31	-	-
SKU78	58	63	140	119	75	129
SKU118	-	-	-	-	258	312
SKU64	238	259	472	281	271	278
SKU120	-	263	78	9	16	12
SKU94	123	20	2	-	2	1
SKU87	8	9	10	10	11	8
SKU116	35	21	31	36	-	-
SKU88	7	9	14	5	5	6
SKU42	10	27	16	16	25	13
SKU85	6	7	10	5	5	8
SKU86	4	9	8	4	12	4
SKU79	4	8	7	5	4	8
SKU89	3	7	10	6	4	2
SKU31	-	5	65	2	-	-

NÚMERO DE SKU	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21
SKU115	4	3	6	2	-	-
SKU111	5	9	14	6	-	1
SKU113	18	-	-	-	-	-
SKU119	-	-	-	-	4	3
SKU121	-	4	2	-	1	-
SKU35	4	-	-	-	-	-
SKU96	3	2	-	-	-	-
SKU90	-	-	-	3	-	-
SKU71	1	-	-	-	-	-
SKU75	-	-	2	-	-	-

11.2 Cálculo de muestra

11.2.1 Cálculo de estudio económico de gestión de inventario

11.2.1.1 *Cálculo 1: Total de venta en caja reducida.*

Se multiplica la sumatoria de caja físicas en el periodo de un año por la cantidad de unidades que contiene esta caja/presentación por la cantidad de mL por unidades y se divide entre el factor resultante de multiplicar 350mL*24unidades de lata.

$$\begin{aligned} & \text{Caja reducida SKU49} \\ & = (314,784 + 368,151 + 507,802 + 385,981 + 428,924 + 416,080) \text{Cajas} \\ & * \frac{24Un}{Caja} * \frac{472mL}{Un} * \frac{1Un}{350mL} * \frac{1Caja Reducida}{24Un} = 3,265,865.10 \text{Cajas reducidas} \end{aligned}$$

NOTA: De aquí en adelante la caja reducida será representado por CJR.

11.2.1.2 *Cálculo 2: Porcentaje acumulado*

Se ordenan todos los SKU de mayor a menor usando el parámetro de cajas reducidas. Posteriormente se calcula el porcentaje acumulado que representa cada SKU de mayor a menor siempre comparando la sumatoria total de cajas reducidas en todo el universo presente.

$$\begin{aligned} & \% \text{ acumulado para el SKU49} \\ & = 22\% \text{ representando el SKU anterior en el listado} + \frac{3,265,865.10cjr}{18,703,058cjr} \\ & = 39\% \end{aligned}$$

NOTA: El listado de porcentaje acumulado de SKU de mayor a menor, los primeros SKU que representen el 80% del total se le da clasificación A, el rango que represente el 80%-95% se le da la clasificación B y la restante clasificación C.

11.2.1.3 *Cálculo 3: BOM*

Para cada código de producto terminado se ingresa a la transacción CS13 del sistema SAP. Según la Ilustración 14. En los campos se agrega:

- Material código de producto terminado.
- Centro código que representa la planta productora
- Alternativa PP01
- Cantidad a emplear la cantidad base, este caso para simplificar todos los materiales se usará una cantidad base de 24,000 unidades o 2 mil cajas reducidas.

Ilustración 14: Transacción CS13 SAP

Material	<input type="text"/>
Centro	<input type="text"/>
Alternativa	<input type="text"/>
Aplicación LMat	<input type="text"/>

Selección	
Válido de	<input type="text" value="03.10.2021"/>
Nº modif.	<input type="text"/>
Estado revisión	<input type="text"/>
Ctd.a emplear	<input type="text"/>

Esto explotara la lista de materiales en forma de listado para 24,000unidades, estos se copian y pega en una tabla de Excel dando como resultado. Para cada SKU.

11.2.1.4 **Cálculo 4: Consumo promedio mensual de material por producto terminado.**

Utilizando los valores adquiridos en el cálculoNo.3, se multiplica el promedio mensual del año en análisis por el dato de la columna *Cantidad* dividiendo la cantidad base que en este caso son 24,000 unidades.

$$\begin{aligned} \text{Insumo 1 para SKU 49 en año 2021} &= \text{Promedio mensual venta SK49} * \frac{1,257Kg}{24,000Un} \\ &= 5,9333,824Un * \frac{1,257Kg}{24,000Un} = 310,785.02Kg \end{aligned}$$

Esto se aplica para todos los SKU y los respectivos insumos que se obtienen mediante la lista de materiales. Bajo el mismo principio se obtiene la desviación estándar de cada material para cada SKU.

11.2.1.5 **Cálculo 5: Coeficiente de clasificación de material**

Se calcula el coeficiente de la desviación estándar y el consumo promedio mensual por material y de esta forma determinar la variación entre consumo y desviación por material de forma porcentual y definir el tratamiento de cada material.

$$\% \text{ variación} = \frac{\text{Desviación Estandar insumo 1}}{\text{Consumo promedio insumo 1}} = \frac{125,529.96Kg}{2,937,679Kg} = 4.27\%$$

11.2.1.6 Cálculo 6: Extrapolación consumo 2022

Utilizando la función PRONOSTICO del software Excel se define el consumo promedio por material para el año 2022, se definen los parámetros “x” conocidos (2019, 2020 y 2021), “y” conocidos y x a conocer (2022).

$$\begin{aligned} & \text{Pronostico de consumo promedio mensual 2022} \\ & = \text{Pronostico}(2022, x \text{ conocidos}, y \text{ conocidos}) \end{aligned}$$

X CONOCIDO	20	20	20
Y CONOCIDO	2,704,866.59	2,735,449.47	2,937,679.02

Resultado 3,025,477kg/mes para el insumo 1.

11.2.1.7 Cálculo 7: Valor Z.

Utilizando la función del software Excel INV.NORM.ESTAND(NIVEL DE SERVICIO) Se define este valor Z según el valor definido del valor de servicio.

$$Z = \text{INV.NORM.ESTAN}(95\%) = 2.3263$$

11.2.1.8 Cálculo 8: Stock de seguridad

Utilizando la ecuación 8 se calcula el stock de seguridad para todo material cuya variación respecto el consumo promedio sea menor al 10%.

$$\begin{aligned} \text{Stock de seguridad} &= Z * \sigma_t * D_{\text{promedio}} \\ &= 2.3263 * 0.25 \text{Leadtime} * \text{Consumo promedio 2022} \\ &= 2.3263 * 0.25 * 6\text{meses} * \frac{3,025,477.46\text{Kg}}{\text{mes}} = 10,557,469.59\text{Kg} \end{aligned}$$

En caso la variación respecto el consumo promedio sea mayor a 10% se utiliza la ecuación 9.

$$\begin{aligned} \text{Stock de seguridad} &= Z * \sqrt{\left(\frac{Pc}{T_1} * \sigma_d\right)^2 + (D_{\text{promedio}} * \sigma_{Lt})^2} \\ &= 2.3263 \\ & * \sqrt{\left(\frac{6\text{meses} + 2\text{meses}}{6\text{meses}} * 143,549.85\text{Kg}\right)^2 + \left(\frac{3,025,477\text{kg}}{\text{mes}} * 0.25 * 6\text{meses}\right)^2} \\ &= 10,566,854.9.2\text{Kg} \end{aligned}$$

11.2.1.9 Cálculo 9: Punto de reorden

Utilizando la ecuación 6 se define el punto de reorden para todos los materiales.

Punto de Reorden

$$\begin{aligned} &= \text{Consumo promedio} * (\text{Tiempo de respuesta de proveedor} + \text{Tiempo de transito}) \\ &+ \text{Stock de Seguridad} \end{aligned}$$

$$= \frac{3,025,477Kg}{mes} * (6meses + 1.25meses) + 10,557,469.59Kg$$

$$34,761,289.28Kg$$

11.2.1.10 **Cálculo 10a: Pedido de EOQ simple.**

Se calcula el pedido óptimo EOQ simple utilizando la ecuación 2. Utilizando tipo de cambio al 9/10/2021 y utilizando un 3% del costo de material como costo de almacenamiento dado por el sistema.

$$EOQ \text{ Simple} = \sqrt{2 * Demanda \text{ Anual} * \frac{\text{Costo total de pedido}}{\text{Costo almacenamiento unitario}}}$$

$$\sqrt{2 * 3,025,477Kg * 12 * \frac{\%3 * \frac{4.26Q}{Kg} * \frac{3,025,477Kg}{mes} + 0.50Q}{\%3 * \frac{4.26Q}{Kg}}} =$$

$$14,641,456.80Kg$$

11.2.1.11 **Cálculo 10b: Pedido de EOQ con demanda variable y faltante de stock.**

Para definir el EOQ con demanda variable y faltante de venta se usa la ecuación 4. Esta ecuación se utiliza para todo material que no sea de la familia determinista.

$$EOQ_{simple} * \sqrt{\frac{\text{Costo de no hay} + \text{Costo de almacenamiento}}{\text{Costo de almacenamiento}}} =$$

$$14,641,456.80Kg * \sqrt{\frac{128Q + \%3 * \frac{4.26Q}{Kg} * \frac{3,025,477Kg}{mes} + 0.50Q}{\%3 * \frac{4.26Q}{Kg} * 3,025,477Kg}} =$$

$$14,641,456.80Kg$$

Tomar en cuenta que el costo de faltante es de 1UMB (Unidad de medida base) *Rendimiento para 24,000Unidades de producto terminado dado la lista de materiales.

11.2.1.12 **Cálculo 11: Facturación anual estimada por caja reducida proyectada para el año 2021.**

Al contar con las cajas reducidas vendidas durante los primeros 6 meses se duplica dicho valor para estimar la venta en el año y cada caja reducida a un costo aproximado de Q5.00 promedio.

$$Facturación \ 2021 = Precio \ de \ producto * Unidades \ vendidas * 2$$

$$\text{Facturación 2021} = \frac{Q5.00}{\text{un}} * \frac{24\text{un}}{\text{cjr}} 18,703,058.05\text{cjr} * 2/12 = Q374,061,161.01$$

11.2.1.13 Cálculo 12: Rotación de inventario en almacén de Manufactura.

Se hace la relación de facturación estimada 2021 contra el monto monetario de stock de seguridad propuesto.

$$\text{Rotación de inventario manufactura} = \frac{\text{Factuación2021}}{\text{Monto monetario en stock de seguridad}}$$

$$\text{Rotación de inventario Manufactura} = \frac{Q374,061,161.01}{Q90,412,827.83}$$

$$\text{Rotación de inventario de Manufactura} = 4.14$$

11.2.2 Cálculo de balance de masa en etapa de maceración en diagrama de flujo

Las correlaciones para el balance de masa para todo el proceso de la cerveza se utilizaron los porcentajes brindados por la Ilustración 15: Relación de extracto fermentable y no fermentable en maceración

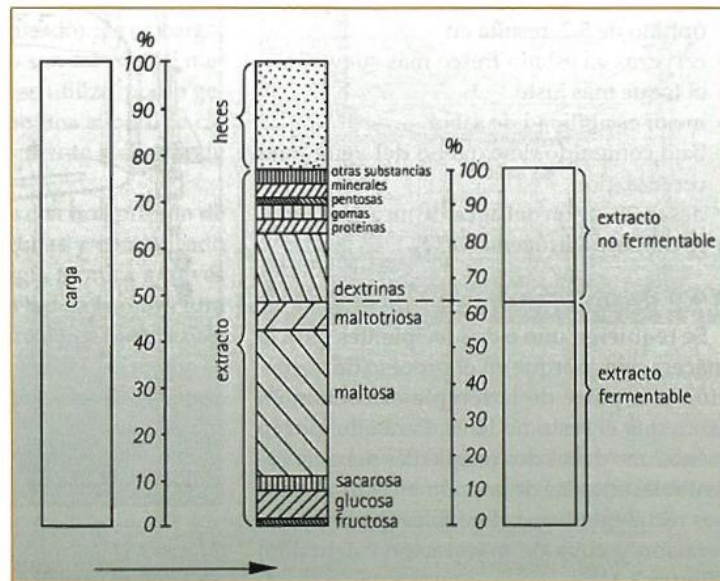


Ilustración 15: Relación de extracto fermentable y no fermentable en maceración

(Kunze, 2006)

11.2.2.1 Cálculo 13: Cálculo de azúcares fermentables

Utilizando las relaciones de cálculo brindadas en Tecnología para Cerveceros y Malteros según ilustración 17 se define una conversión de azúcares fermentables del 50% sobre la carga total.

$$\text{Azúcar fermentable} = \text{Carga a usar} * 50\%$$

$$\text{Azúcar fermentable} = \frac{80,000\text{Kg}}{\text{Mes}} * 50\%$$

$$\text{Azúcar fermentable} = \frac{40,000\text{Kg}}{\text{Mes}}$$

NOTA: Derivado a que la mayoría de azúcar fermentable obtenido en el proceso es maltosa se asume este azúcar como total para tratar los azúcares fermentables.

11.2.2.2 **Cálculo 14: Cálculo de agua a utilizar en proceso de cerveza**

Utilizando las relaciones de cálculo brindadas en “Tecnología para Cerveceros y Malteros” se busca relaciones de maceración que como producto se obtenga 20% de extracto vs 80% de agua. Derivado a pérdidas que puede haber en el proceso y una fermentación ineficiente, se trabajó la relación de 20%, 80% en relación con los azúcares fermentables obtenidos después de la maceración.

$$H_2O \text{ en maceración} = \text{Carga a usar} * 50\% \frac{(\text{conversión a azúcar fermentable})}{20\%} * 80\%$$

$$H_2O \text{ en maceración} = 80,000\text{Kg/Mes} * 50\% * \frac{80\%}{20\%}$$

$$H_2O \text{ en maceración} = 160,000\text{Kg/Mes}$$

11.2.2.3 **Cálculo 15: Cálculo de azúcares no fermentables**

Utilizando las relaciones de cálculo brindadas en Tecnología para Cerveceros y Malteros según Ilustración 17 se define una conversión de azúcares no fermentables del 25% de los cuales el 92% de vuelven estos mientras que el 8% restantes se vuelven lípidos y proteínas.

$$\text{Azúcar no fermentable} = \text{Carga a usar} * \frac{25\%}{92\%}$$

$$\text{Azúcar no fermentable} = \frac{80,000\text{Kg}}{\text{Mes}} * \frac{25\%}{92\%}$$

$$\text{Azúcar no fermentable} = \frac{18,400\text{Kg}}{\text{Mes}}$$

$$\text{Proteína} + \text{Lípidos} = 1,600\text{Kg/Mes}$$

NOTA: Se utilizan las mismas relaciones para la carga de Malta y la maceración de esta.

11.2.3 **Cálculo de balance de masa en etapa de filtro cuba o Lauter**

11.2.3.1 **Cálculo 16: Purga de filtro/residuos/afrecho**

En esta etapa se genera la primera separación física en el proceso de elaboración de cerveza y se retira la parte sólida que no se transformó en azúcares, lípidos o proteínas. En esta etapa se llega

a perder un 2 a 4% del total de azúcares totales (fermentables y no fermentables), agua, lípidos, proteínas, toda la malta y arroz que no se logró procesar.

$$\text{Heces} = 3\% \text{Agua} + 3\%(\text{Proteína} + \text{Lípidos}) + 3\% \text{Azúcar fermentable} \\ + 3\% \text{Azúcar no fermentable} + \text{Arroz} + \text{Malta}$$

$$\text{Heces} = \frac{3\% * 6,320,000\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{H}_2\text{O} + 3\% * \frac{61,600\text{Kg}}{\text{Mes}} (\text{Proteína} + \text{Lípidos}) \\ + 3\% \frac{1,540,000\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Azúcar fermentable} \\ + 3\% \frac{708,400\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Azúcar no fermentable} + \frac{20,000\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Arroz} \\ + \frac{750,000\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Malta}$$

$$\text{Heces} = \frac{189,600\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{H}_2\text{O} + \frac{1,848\text{Kg}}{\text{Mes}} (\text{Proteína} + \text{Lípidos}) + \frac{46,200\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Azúcar fermentable} \\ + \frac{21,252\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Azúcar no fermentable} + \frac{20,000\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Arroz} + \frac{750,000\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Malta}$$

11.2.3.2 Cálculo 17: Agua total post filtro Lauter/Cuba

Según “Tecnología para Cerveceros y Malteros” siempre es bueno el tener una concentración de azúcares 8% superior al grado de alcohol de cerveza que se desea al final la primera filtración.

$$\text{Agua total} = \frac{\text{Azúcar fermentable}}{8\% + 5\%} - \text{Azúcar fermentable} - \text{Azúcar no fermentable} \\ - \text{Azucar}$$

$$\text{Agua total} = \frac{1,493,800\text{Kg}}{(8\% + 5\%)\text{Mes}} - \frac{1,493,800\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Azúcar fermentable} \\ - \frac{687,148\text{Kg}}{\text{Mes}} \text{Azúcar no fermentable}$$

$$\text{Agua total} = 9,309.812\text{Kg/Mes}$$

11.2.3.3 *Cálculo 18: Agua riego filtro Lauter/Cuba*

Para tener un buen rendimiento en los procesos de cerveza se necesita agua de riego en el proceso de filtración para la mejorar la extracción de azúcares.

$$\text{Agua de riego} = \text{Agua total} - 3\%H_2O \text{ Antes de filtrado}$$

$$\text{Agua de riego} = \frac{9,309,812Kg}{Mes} - 3\% * \frac{6,320,000Kg}{Mes} H_2O$$

$$\text{Agua de riego} = \frac{3,179,421Kg}{Mes}$$

11.2.4 *Cálculo de balance de masa en etapa de cocción*

11.2.4.1 *Cálculo 19: Pérdida de vapor en cocción*

Se asume una pérdida de vapor en la etapa de cocción del 4% según Tecnología para Cerveceros y Malteros sobre el total de agua que lleva el mosto en este punto asumiendo una eficiencia estándar de hoy en día para esta etapa del proceso.

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por vapor} &= 4\% \text{Agua total} \\ \text{Pérdida por vapor} &= 4\% * \frac{9,309,812Kg}{Mes} \\ \text{Pérdida por vapor} &= \frac{372,392Kg}{Mes} \end{aligned}$$

11.2.4.2 *Cálculo 20: Producción de etanol, biomasa y dióxido de carbono*

Utilizando la eficiencia de producción de la levadura utilizada generalmente dada por Kwanruthai Malairuang, et al. La eficiencia de la levadura para la producción de biomasa es del 53% con azúcares como glucosa y sucralosa el 47% restante se vuelve dióxido de carbono y Etanol. Por ende, la producción de Etanol y Biomasa son, utilizando las eficiencias de glucosa y sucralosa:

$$\text{Etanol} = \frac{1,493,180Kg \text{Azucar Fermentable}}{Mes} * \frac{0.47Kg \text{ para producción de etanol y } CO_2}{Kg} * \frac{92g_{etanol}}{180g_{glucosa}}$$

$$\text{Etanol} = \frac{358,695Kg}{Mes}$$

Nota: Este cálculo se usa como auxiliar para cálculos posteriores y una mejor comprensión.

Dióxido de carbono

$$= \frac{1,493,180 \text{Kg Azúcar fermentable}}{\text{Mes}} * \frac{0.47 \text{Kg para etanol} + \text{CO}_2}{\text{Kg}}$$

$$* \frac{88 \text{g Dióxido de Carbono}}{180 \text{g glucosa}}$$

$$\text{Dióxido de carbono} = \frac{343,100 \text{Kg}}{\text{Mes}}$$

Levadura producida

$$= \frac{1,493,180 \text{Kg Azúcar fermentable}}{\text{Mes}} * \frac{0.53 \text{Kg para producción de levadura}}{\text{Kg}}$$

$$\text{Levadura producida} = \frac{791,385 \text{Kg}}{\text{Mes}}$$

11.2.4.3 **Cálculo 21: Alfa ácido a utilizar en proceso**

Derivado a que hoy en día se tiene alta eficiencia en la producción de lúpulo al punto que se puede conseguir en altas concentraciones se estará tratando el lúpulo como si fuera un Alfa Ácido al 100% para la producción de una cerveza de 24IBU tipo Marzen o exportación. Para esto por cada IBU se tiene una relación de 24g/hL de cerveza producida. Ya que la mayoría del contenido, más del 95% m/m es agua se estará tratando la densidad del producto como si fuera 100% agua.

$$\text{Alfa Ácido} = (\text{Agua} + \text{Etanol}) \text{Kg} * \frac{1000 \text{L H}_2\text{O}}{1000 \text{Kg H}_2\text{O}} * \frac{24 \text{g}}{100 \text{L}} \left(\frac{1 \text{Kg}}{1000 \text{g}} \right)$$

$$\text{Alfa Ácido} = \left(\frac{8,937,428 \text{Kg}}{\text{Mes}} + \frac{358,849 \text{Kg}}{\text{Mes}} \right) \text{Kg} * \frac{1000 \text{L H}_2\text{O}}{1000 \text{Kg H}_2\text{O}} * \frac{24 \text{g}}{100 \text{L}} \left(\frac{1 \text{Kg}}{1000 \text{g}} \right)$$

$$\text{Alfa Ácido} = 2,231 \text{Kg/Mes}$$

11.2.5 **Cálculo de balance de filtro Whirlpool**

11.2.5.1 **Cálculo 22: Proteína + Lípidos precipitada en filtro Whirlpool**

En esta etapa se precipita la mayoría de las proteínas y lípidos presentes en la solución. En esta etapa se puede realizar una filtración hasta del 86%.

$$\text{Proteína precipitada} + \text{Lípidos} = \frac{59,752 \text{Kg}}{\text{Mes}} * 0.86$$

$$\text{Proteína} + \text{Lípido precipitados} = \frac{51,386.72 \text{Kg}}{\text{Mes}}$$

11.2.6 Cálculo de balance de masa y energía para sistemas de enfriamiento por amoníaco.

11.2.6.1 Cálculo 23: Calor específico de una mezcla.

Se realiza la sumatoria de calores específicos parciales según el porcentaje masa/masa que tenga cada elemento de la mezcla.

$$\text{Calor específico de mezcla post Whirpool} = \sum_{i=0}^n \frac{\dot{m}_i * Cp_i}{\text{Mezcla Total}}$$

Donde i indica que sustancia se esta trabajando

$$\text{Calor específico de mezcla post Whirpool} = \frac{3.61Kj}{Kg^{\circ}C}$$

11.2.6.2 Cálculo 24: Entalpía de mezcla.

Se multiplica el calor específico por un diferencial de temperaturas tomando una temperatura inicial como referencia. Esta temperatura de referencia no debe de cambiar durante todos los cálculos de Entalpías.

$$\text{Entalpía de mezcla post Whirpool} = Cp_{mezcla} * \Delta T$$

$$\text{Entalpía de mezcla post Whirpool} = \frac{3.61Kg}{Kg^{\circ}C} * (100^{\circ}C - 0^{\circ}C)$$

$$\text{Entalpía de mezcla post Whirpool} = 361Kj/Kg$$

Esto aplica para toda entalpía no conocida. De lo contrario se usan tablas de vapor o de refrigerantes (en el caso de amoniaco).

11.2.6.3 Cálculo 25: balance de masa y energía para enfriamiento de mosto.

Se aplica la primera ley de la termodinámica utilizando la sumatoria de energía en flujo de entrada y el calor generado debe de ser igual al calor total en el flujo de salida. Esto fue aplicado en cada fase del proceso presentado en este trabajo.

$$\sum_{i=0}^n \dot{m}_i * \Delta H_i + Q_h = \sum_{x=0}^y \dot{m}_x * \Delta H_x + Q_c$$

$$\begin{aligned} & \text{Flujo de mosto} * \Delta H \text{ de mosto} + \text{Flujo de NH}_3 \text{ líquido} * \Delta H \text{ de NH}_3 \text{ líquido} \\ & = \text{Flujo de mosto} * \Delta H \text{ de mosto} + \text{Flujo de NH}_3 \text{ Gas} * \Delta H \text{ de NH}_3 \text{ Gas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{11,126,741Kg}{Mes} * \frac{361.81Kj}{Kg} + \text{Flujo másico de NH}_3 \text{ Líquido} * \frac{-45.64Kj}{Kg} \\ & = \frac{11,126,741Kg}{Mes} * \frac{14.47Kj}{Kg} + \text{Flujo másico de NH}_3 \text{ Gas} * \frac{1753.40Kj}{Kg} \end{aligned}$$

Ya que solamente sufre un cambio de estado el amoniaco se despeja y se obtiene el valor de 2,148,245Kg/mes. Esta ecuación aplica de igual forma para el proceso de fermentación y calcular la cantidad de amoniaco necesario para mantener la temperatura establecida en dicho proceso.

11.2.7 Cálculo de balance de masa y energía para dióxido de carbono

11.2.7.1 Cálculo 26: Dióxido de carbono en cerveza

Para obtener una buena cerveza es necesario que esta contenga un 0.5% de dióxido de carbono.

$$\begin{aligned} \text{Dióxido de carbono} &= \frac{\text{Agua total} + \text{Etanol}}{99.5\%} - \text{Agua total} - \text{Etanol} \\ \text{Dióxido de carbono} &= \frac{\left(\frac{8,937,428\text{Kg}}{\text{Mes}} + \frac{358,844\text{Kg}}{\text{Mes}}\right)}{99.5\%} - \left(\frac{8,937,428\text{Kg}}{\text{Mes}} + \frac{358,844\text{Kg}}{\text{Mes}}\right) \\ \text{Dióxido de carbono} &= 46,714.93\text{Kg/Mes} \end{aligned}$$

11.2.8 Cálculo de tiempos en realizar un pedido.

Todos los datos de tiempos para el proceso de pedidos se encuentran en sección 10.4.1 y 10.4.2h.

11.2.8.1 Cálculo 27: Tiempo de pedido local anteriormente

Se suman todos los tiempos de 1 solo material según DOP que muestra el procedimiento de realizar un pedido.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo total ideal(s)} &= 595s \pm 48 \\ &+ \left(\left(\frac{59.8s \pm 3.56s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{71.2s \pm 8.53s}{\text{material} * \text{mes}} \right. \right. \\ &\left. \left. + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} \right) * 2 * 2 * 2 + \frac{60.4s \pm 4.22s}{\text{material} * \text{mes}} * 2 \right) * 3\text{meses} * 60\text{materiales} \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo total ideal(s)} = 175,902.80s \pm 359.82s$$

$$\text{Tiempo real} = \text{Tiempo total ideal} * \text{Factor eficiencia} * \text{Factor demora y fatiga}$$

$$\text{Tiempo real} = 175,902.80s * 1 * (1 + 0.07 + 0.04 + 0.02 + 0.02 + 0.04 + 0.04)$$

$$\text{Tiempo real} = 216,360.44s \pm 442.58s$$

11.2.8.2 Cálculo 28: Tiempo de pedido importación de material de empaque anteriormente

Se suman todos los tiempos de un solo material según DOP que muestra el procedimiento de realizar un pedido.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo total ideal}(s) &= \left(\frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{71.2s \pm 8.5s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{303s \pm 39.6s}{\text{material} * \text{mes}} \right) \\ &\quad * 2 * 3\text{meses} * 10\text{materiales} \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo total ideal}(s) = 23,943.20 \pm 314.69s$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo real} &= \text{Tiempo total ideal} * \text{Factor eficiencia} * \text{Factor demora y Fatiga} \\ &= 23,943.20s * 1 * (1 + 0.07 + 0.04 + 0.02 + 0.02 + 0.04 + 0.04) \\ &= 23,943.20s \pm 387s \end{aligned}$$

El factor de demora y fatiga es igual para todos los tiempos en el presente estudio.

11.2.8.3 **Cálculo 29: Tiempo de pedido importación forma 1: punto de reorden**

Se suman todos los tiempos de un solo material según DOP que muestra el procedimiento de realizar un pedido.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo total ideal}(s) &= \left(\frac{59.8s \pm 3.56s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{14.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} \right) * 6\text{material} \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo total ideal}(Min) = 499.4s \pm 12.33s$$

$$\text{Tiempo real} = 499.94s * 1 * 1.23$$

$$\text{Tiempo real} = 614.26 \pm 15.04s$$

11.2.8.4 **Cálculo 30: Tiempo de pedido importación forma 1: aditivos**

Se suman todos los tiempos de 1 solo material según DOP que muestra el procedimiento de realizar un pedido.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo total ideal}(s) &= \left(\frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{303s \pm 39.6s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{11.8s \pm 1.92s}{\text{material} * \text{mes}} + \frac{10s \pm 3.8s}{\text{material} * \text{mes}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{60.4s \pm 4.2s}{\text{material} * \text{mes}} \right) * 10\text{material} * 3 + 14.8s \pm 4.2s \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo total ideal}(s) = 20,271.20s \pm 309.09s$$

$$\text{Tiempo real} = 20,271.20 * 1.23$$

$$\text{Tiempo real} = 24,933.58s \pm 380.18s$$

11.2.8.5 **Cálculo 31: Tiempo de pedido local forma 2**

Se suman todos los tiempos de 1 solo material según DOP que muestra el procedimiento de realizar un pedido.

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo total}(s) &= 595s \pm 48.74s \\
 &+ (58.8s \pm 14.06s + 306.2s \pm 23.05s + 295.2s \pm 19.73s + 904.8s \pm 41.75s) \\
 &* 2
 \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo Total}(s) = 3,725s \pm 246.0s$$

$$\text{Tiempo real} = \text{Tiempo total ideal} * \text{Factor eficiencia} * \text{Factor demora y fatiga}$$

$$\text{Tiempo real} = 3,725 * 1 * (1 + 0.07 + 0.04)$$

$$\text{Tiempo real} = 4,097.5s \pm 270.6s$$

11.2.8.6 **Cálculo 32: Tiempo de pedido importación forma 2: material de empaque y aditivos**

Se suman todos los tiempos de un solo material según DOP que muestra el procedimiento de realizar un pedido.

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo total}(s) &= (58.8s \pm 14.06s + 306.2s \pm 23.05s + 182.4s \pm 15.04s + 182.4s \pm 15.04s \\
 &+ 896s \pm 89.61s) * 2
 \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo total}(s) = 3,251.6s \pm 313.6s$$

$$\text{Tiempo real} = \text{Tiempo total ideal} * \text{Factor eficiencia} * \text{Factor demora y fatiga}$$

$$\text{Tiempo real} = 3,251.6s * 1 * (1 + 0.07 + 0.04)$$

$$\text{Tiempo real} = 3,609.28s \pm 348.13s$$

11.2.8.7 **Cálculo 33: Costo de pedido estándar para los materiales**

Se suman todos los tiempos de la forma actual de pedido y se multiplica el tiempo de pedido por el salario por hora de cada colaborador. Por motivo de confidencialidad salarial no se proporcionarán los salarios de los colaboradores, pero el cálculo sería:

Costo de pedido por material planificado

$$= \frac{\left(\text{Tiempo total (s)} \left(\frac{1h}{3600s} \right) * \left(\frac{\text{Salario de colaborador}}{h} \right) \right)}{122 \text{ materiales planificados}}$$

$$\text{Costo de pedido por material planificado} = \frac{Q0.50}{\text{Material}}$$

11.3 Datos calculados

Tabla²² 17: Tiempo pedido propuesta

	Tiempos pedidos propuesta (s)	
	Promedio	Desviación
Acción 1	595.00	48.74
Acción 2, 6	58.80	14.06
Acción 3, 7	306.20	23.06
Acción 4	295.20	19.75
Acción 5	904.80	41.76
Acción 8, 9	182.40	15.04
Acción 10	896.00	89.61
Inspección acción	31.40	9.86

Tabla²³ 18: Tiempo de actual

	Tiempos pedido anterior (s)	
	Promedio	Desviación
Acción 1	595.00	48.74
Acción 2, 6	58.80	14.06
Acción 3, 7	306.20	23.06
Acción 4	295.20	19.75
Acción 5	904.80	41.76
Acción 8, 9	182.40	15.04
Acción 10	896.00	89.61
Inspección acción	31.40	9.86

²² Datos obtenidos de Sección 12.1 TablaNo.12 usando Análisis de Error 12.4

²³ Información obtenida de Sección 12.1 TablaNo.13 Usando análisis de error 12.4

Tabla²⁴ 19: Cálculos de gestión de inventarios y clasificación de materiales

NÚMERO DE SKU	CLAISIFICACIÓN	VENTA DE CAJAS REDUCIDAS	% Acumulado
SKU10	A	4,090,485.00	22%
SKU49	A	3,265,865.10	39%
SKU18	A	3,156,700.00	56%
SKU21	A	2,011,238.75	67%
SKU19	A	1,317,460.00	74%
SKU93	A	936,798.63	79%
SKU13	B	660,527.14	83%
SKU25	B	451,676.00	85%
SKU128	B	332,765.00	87%
SKU22	B	229,248.00	88%
SKU100	B	206,483.82	89%
SKU110	B	197,594.71	90%
SKU68	B	174,974.43	91%
SKU62	B	167,614.00	92%
SKU39	B	138,437.00	93%
SKU30	B	137,001.00	93%
SKU69	B	126,636.00	94%
SKU44	B	114,231.00	95%
SKU108	B	110,023.57	95%
SKU15	C	92,167.00	96%
SKU17	C	88,423.00	96%
SKU40	C	84,503.19	97%
SKU38	C	82,041.67	97%
SKU52	C	77,600.00	98%
SKU14	C	71,581.43	98%
SKU46	C	46,274.00	98%
SKU127	C	39,183.89	98%
SKU36	C	37,946.43	99%
SKU129	C	31,896.00	99%
SKU20	C	23,750.00	99%
SKU117	C	20,352.00	99%
SKU24	C	19,005.00	99%
SKU41	C	16,888.00	99%
SKU56	C	16,372.60	99%
SKU65	C	14,681.53	99%
SKU50	C	12,033.30	99%

²⁴ Información obtenida de Sección 12.1 TablaNo.14-16 utilizando muestra de cálculo como se muestra en sección 12.2 CálculoNo.1-2

NÚMERO DE SKU	CLAISIFICACIÓN	VENTA DE CAJAS REDUCIDAS	% Acumulado
SKU63	C	11,423.00	100%
SKU26	C	10,593.00	100%
SKU66	C	10,142.25	100%
SKU34	C	9,752.00	100%
SKU12	C	7,793.00	100%
SKU11	C	6,317.00	100%
SKU16	C	5,771.00	100%
SKU48	C	4,973.00	100%
SKU126	C	4,547.04	100%
SKU122	C	3,927.00	100%
SKU123	C	3,282.00	100%
SKU23	C	3,224.00	100%
SKU76	C	2,708.14	100%
SKU95	C	1,652.00	100%
SKU104	C	1,610.18	100%
SKU109	C	1,546.25	100%
SKU82	C	1,471.00	100%
SKU114	C	1,227.86	100%
SKU83	C	1,069.00	100%
SKU37	C	1,057.14	100%
SKU81	C	1,012.00	100%
SKU80	C	985.00	100%
SKU77	C	891.00	100%
SKU28	C	839.00	100%
SKU84	C	832.00	100%
SKU124	C	786.00	100%
SKU78	C	584.00	100%
SKU118	C	570.00	100%
SKU64	C	449.75	100%
SKU120	C	378.00	100%
SKU94	C	148.00	100%
SKU87	C	133.33	100%
SKU116	C	123.00	100%
SKU88	C	109.52	100%
SKU42	C	107.00	100%
SKU85	C	97.62	100%
SKU86	C	97.62	100%
SKU79	C	85.71	100%
SKU89	C	76.19	100%

NÚMERO DE SKU	CLAISIFICACIÓN	VENTA DE CAJAS REDUCIDAS	% Acumulado
SKU31	C	72.00	100%
SKU115	C	35.71	100%
SKU111	C	35.00	100%
SKU113	C	18.00	100%
SKU119	C	16.67	100%
SKU121	C	16.67	100%
SKU35	C	5.71	100%
SKU96	C	5.00	100%
SKU90	C	3.00	100%
SKU71	C	1.00	100%
SKU75	C	0.50	100%
SKU27	C	-	100%
SKU2	C	-	100%
SKU131	C	-	100%
SKU73	C	-	100%
SKU60	C	-	100%
SKU74	C	-	100%
SKU1	C	-	100%
SKU106	C	-	100%
SKU112	C	-	100%
SKU107	C	-	100%
SKU92	C	-	100%
SKU91	C	-	100%
SKU32	C	-	100%
SKU130	C	-	100%
SKU51	C	-	100%
SKU45	C	-	100%
SKU3	C	-	100%
SKU4	C	-	100%
SKU5	C	-	100%
SKU6	C	-	100%
SKU7	C	-	100%
SKU8	C	-	100%
SKU9	C	-	100%
SKU29	C	-	100%
SKU33	C	-	100%
SKU43	C	-	100%
SKU47	C	-	100%
SKU53	C	-	100%

NÚMERO DE SKU	CLAISIFICACIÓN	VENTA DE CAJAS REDUCIDAS	% Acumulado
SKU54	C	-	100%
SKU55	C	-	100%
SKU57	C	-	100%
SKU58	C	-	100%
SKU59	C	-	100%
SKU61	C	-	100%
SKU67	C	-	100%
SKU70	C	-	100%
SKU72	C	-	100%
SKU97	C	-	100%
SKU98	C	-	100%
SKU99	C	-	100%
SKU101	C	-	100%
SKU102	C	-	100%
SKU103	C	-	100%
SKU105	C	-	100%
SKU125	C	-	100%

Tabla²⁵ 20: BOM para 24,000 unidades por SKU

SKU	INSUMOS	CANTIDAD	UMB
SKU10	INSUMO 1	932.085	KG
SKU10	INSUMO 2	238.968	KG
SKU10	INSUMO 3	0.102	KG
SKU10	INSUMO 4	0.126	KG
SKU10	INSUMO 5	1.917	KG
SKU10	INSUMO 6	0.01	KG
SKU10	INSUMO 7	0.041	KG
SKU10	INSUMO 8	0	KG
SKU10	INSUMO 9	2.368	KG
SKU10	INSUMO 10	1.522	KG
SKU10	INSUMO 11	2	UN
SKU10	INSUMO 12	0.096	KG
SKU10	INSUMO 13	0.287	KG
SKU10	INSUMO 14	0.382	KG
SKU10	INSUMO 15	0.095	KG
SKU10	INSUMO 16	0.096	KG
SKU10	INSUMO 17	0.287	KG
SKU10	INSUMO 18	0.095	KG
SKU10	INSUMO 19	0.382	KG
SKU10	INSUMO 20	4	KG
SKU10	INSUMO 21	0.006	KG

SKU	INSUMOS	CANTIDAD	UMB
SKU10	INSUMO 22	0.078	LB
SKU10	INSUMO 23	0.153	KG
SKU10	INSUMO 24	0.017	GLN
SKU10	INSUMO 25	0.024	GLN
SKU10	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU10	INSUMO 27	0.982	KG
SKU10	INSUMO 28	1.715	KG
SKU10	INSUMO 29	24	MLL
SKU10	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU10	INSUMO 31	24	MLL
SKU10	INSUMO 32	30.942	GLN
SKU10	INSUMO 33	0	KG
SKU10	INSUMO 34	0.564	HL
SKU10	INSUMO 34	2.254-	UN
SKU10	INSUMO 35	1,000	UN
SKU10	INSUMO 35	1,000-	UN
SKU11	INSUMO 1	1,026	KG
SKU11	INSUMO 2	263.079	KG
SKU11	INSUMO 3	0.112	KG
SKU11	INSUMO 4	0.126	KG
SKU11	INSUMO 5	2.11	KG

SKU	INSUMOS	CANTIDAD	UMB
SKU11	INSUMO 6	0.011	KG
SKU11	INSUMO 36	31.08	KG
SKU11	INSUMO 7	0.045	KG
SKU11	INSUMO 8	0	KG
SKU11	INSUMO 9	2.606	KG
SKU11	INSUMO 10	1.676	KG
SKU11	INSUMO 11	2	UN
SKU11	INSUMO 12	0.096	KG
SKU11	INSUMO 13	0.287	KG
SKU11	INSUMO 14	0.382	KG
SKU11	INSUMO 15	0.095	KG
SKU11	INSUMO 16	0.096	KG
SKU11	INSUMO 17	0.287	KG
SKU11	INSUMO 18	0.095	KG
SKU11	INSUMO 19	0.382	KG
SKU11	INSUMO 20	3.2	KG
SKU11	INSUMO 21	0.006	KG
SKU11	INSUMO 22	0.077	LB
SKU11	INSUMO 23	0.154	KG
SKU11	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU11	INSUMO 25	0.025	GLN

²⁵ Tabla obtenida usando cálculo de muestra según sección 12.2 cálculo 3 aplicándolo en Tablas de sección 12.1 TablaNo.14-16

SKU11	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU11	INSUMO 27	0.986	KG
SKU11	INSUMO 28	1.72	KG
SKU11	INSUMO 37	24	MLL
SKU11	INSUMO 38	24	MLL
SKU11	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU11	INSUMO 32	34.064	GLN
SKU11	INSUMO 33	0	KG
SKU11	INSUMO 34	0.621	HL
SKU11	INSUMO 34	2.481-	HL
SKU11	INSUMO 35	1,000	UN
SKU11	INSUMO 35	1,000-	UN
SKU12	INSUMO 1	932	KG
SKU12	INSUMO 2	238.968	KG
SKU12	INSUMO 3	0.102	KG
SKU12	INSUMO 4	0.126	KG
SKU12	INSUMO 5	1.917	KG
SKU12	INSUMO 6	0.01	KG
SKU12	INSUMO 7	0.041	KG
SKU12	INSUMO 8	0	KG
SKU12	INSUMO 9	2.368	KG

SKU12	INSUMO 10	1.522	KG
SKU12	INSUMO 11	2	UN
SKU12	INSUMO 12	0.096	KG
SKU12	INSUMO 13	0.287	KG
SKU12	INSUMO 14	0.382	KG
SKU12	INSUMO 15	0.095	KG
SKU12	INSUMO 16	0.096	KG
SKU12	INSUMO 17	0.287	KG
SKU12	INSUMO 18	0.095	KG
SKU12	INSUMO 19	0.382	KG
SKU12	INSUMO 20	3.2	KG
SKU12	INSUMO 21	0.006	KG
SKU12	INSUMO 22	0.078	LB
SKU12	INSUMO 23	0.153	KG
SKU12	INSUMO 24	0.017	GLN
SKU12	INSUMO 25	0.024	GLN
SKU12	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU12	INSUMO 27	0.982	KG

SKU12	INSUMO 28	1.715	KG
SKU12	INSUMO 39	24	MLL
SKU12	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU12	INSUMO 40	24	MLL
SKU12	INSUMO 32	30.942	GLN
SKU12	INSUMO 33	0	KG
SKU12	INSUMO 34	0.564	HL
SKU12	INSUMO 34	2.254-	HL
SKU12	INSUMO 35	1,000	UN
SKU12	INSUMO 35	1,000-	UN
SKU13	INSUMO 1	2,663.10	KG
SKU13	INSUMO 2	682.763	KG
SKU13	INSUMO 3	0.29	KG
SKU13	INSUMO 4	0.36	KG
SKU13	INSUMO 5	5.475	KG
SKU13	INSUMO 6	0.028	KG
SKU13	INSUMO 7	0.116	KG
SKU13	INSUMO 8	0	KG
SKU13	INSUMO 9	6.764	KG
SKU13	INSUMO 10	4.348	KG
SKU13	INSUMO 11	4	UN

SKU13	INSUMO 12	0.273	KG
SKU13	INSUMO 13	0.818	KG
SKU13	INSUMO 14	1.09	KG
SKU13	INSUMO 15	0.272	KG
SKU13	INSUMO 16	0.273	KG
SKU13	INSUMO 17	0.818	KG
SKU13	INSUMO 18	0.272	KG
SKU13	INSUMO 19	1.09	KG
SKU13	INSUMO 20	3.6	KG
SKU13	INSUMO 21	0.014	KG
SKU13	INSUMO 22	0.218	LB
SKU13	INSUMO 23	0.436	KG
SKU13	INSUMO 24	0.047	GLN
SKU13	INSUMO 25	0.066	GLN
SKU13	INSUMO 26	0.002	GLN
SKU13	INSUMO 27	2.805	KG
SKU13	INSUMO 28	4.897	KG
SKU13	INSUMO 29	24	MLL

SKU13	INSUMO 30	0.056	MLL
SKU13	INSUMO 41	24	MLL
SKU13	INSUMO 32	88.405	GLN
SKU13	INSUMO 33	0	KG
SKU13	INSUMO 34	1.611	HL
SKU13	INSUMO 34	6.441-	HL
SKU13	INSUMO 42	24,000	UN
SKU13	INSUMO 42	24,000-	UN
SKU16	INSUMO 1	1,026.13	KG
SKU100	INSUMO 49	0.131	KG
SKU100	INSUMO 50	0.567	KG
SKU100	INSUMO 112	0.227	KG
SKU100	INSUMO 9	2.929	KG
SKU100	INSUMO 10	2.278	KG
SKU100	INSUMO 12	0.129	KG
SKU100	INSUMO 13	0.386	KG
SKU100	INSUMO 14	0.515	KG
SKU100	INSUMO 15	0.129	KG
SKU100	INSUMO 16	0.129	KG

SKU100	INSUMO 17	0.386	KG
SKU100	INSUMO 18	0.129	KG
SKU100	INSUMO 19	0.515	KG
SKU100	INSUMO 21	0.008	KG
SKU100	INSUMO 22	0.111	LB
SKU100	INSUMO 23	0.223	KG
SKU100	INSUMO 24	0.025	GLN
SKU100	INSUMO 25	0.034	GLN
SKU100	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU100	INSUMO 27	1.428	KG
SKU100	INSUMO 28	2.493	KG
SKU100	INSUMO 51	0.008	KG
SKU100	INSUMO 113	1,000	UN
SKU100	INSUMO 62	0.45	KG
SKU100	INSUMO 43	3.2	KG
SKU100	INSUMO 55	24	MLL
SKU100	INSUMO 63	27	KG
SKU100	INSUMO 114	24	MLL

SKU100	INSUMO 30	0.012	MLL
SKU100	INSUMO 32	43.847	GLN
SKU100	INSUMO 33	0	KG
SKU100	INSUMO 34	0.814	HL
SKU100	INSUMO 34	3.253-	HL
SKU102	INSUMO 5	96	KG
SKU102	INSUMO 6	0.384	KG
SKU102	INSUMO 115	1,920.00	KG
SKU102	INSUMO 9	67.2	KG
SKU102	INSUMO 116	2,304.00	KG
SKU102	INSUMO 117	11,520.00	KG
SKU102	INSUMO 118	62,400.00	KG
SKU102	INSUMO 119	384	KG
SKU102	INSUMO 21	0.317	KG
SKU102	INSUMO 22	5.069	LB
SKU102	INSUMO 23	10.161	KG
SKU102	INSUMO 24	1.09	GLN
SKU102	INSUMO 25	1.513	GLN
SKU102	INSUMO 26	0.001	GLN

SKU102	INSUMO 27	65.555	KG
SKU102	INSUMO 28	114.475	KG
SKU102	INSUMO 85	2,400.00	KG
SKU102	INSUMO 120	864-	HL
SKU102	INSUMO 121	24,000	UN
SKU102	INSUMO 121	24,000-	UN
SKU102	INSUMO 122	1,200	UN
SKU102	INSUMO 122	1,200-	UN
SKU103	INSUMO 5	96	KG
SKU103	INSUMO 6	0	KG
SKU103	INSUMO 123	336.00	KG
SKU103	INSUMO 124	48,000.00	KG
SKU103	INSUMO 125	12,480.00	KG
SKU103	INSUMO 126	14,400.00	KG
SKU103	INSUMO 127	6,144.00	KG
SKU103	INSUMO 128	864	KG
SKU103	INSUMO 129	537.6	KG
SKU103	INSUMO 130	480	KG
SKU103	INSUMO 9	67.2	KG

SKU103	INSUMO 21	0.317	KG
SKU103	INSUMO 22	5.069	LB
SKU103	INSUMO 23	10.161	KG
SKU103	INSUMO 24	1.09	GLN
SKU103	INSUMO 25	1.513	GLN
SKU103	INSUMO 26	0.00	GLN
SKU103	INSUMO 27	65.555	KG
SKU103	INSUMO 28	114	KG
SKU103	INSUMO 85	2,400.00	KG
SKU103	INSUMO 120	864-	HL
SKU103	INSUMO 121	24,000	UN
SKU107	INSUMO 5	96	UN
SKU107	INSUMO 6	0	UN
SKU107	INSUMO 131	1,920.00	UN
SKU107	INSUMO 9	67.2	KG
SKU39	INSUMO 21	0.006	KG
SKU39	INSUMO 22	0.082	KG
SKU39	INSUMO 23	0.163	LB
SKU39	INSUMO 24	0.019	KG

SKU39	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU39	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU39	INSUMO 27	1.039	GLN
SKU39	INSUMO 28	1.814	KG
SKU39	INSUMO 51	0.006	KG
SKU39	INSUMO 145	24,000	KG
SKU39	INSUMO 37	24	UN
SKU39	INSUMO 146	24,000	MLL
SKU39	INSUMO 30	0.022	UN
SKU39	INSUMO 147	24	MLL
SKU39	INSUMO 32	26.035	MLL
SKU39	INSUMO 33	0	GLN
SKU39	INSUMO 34	0.483	KG
SKU39	INSUMO 34	1.932-	HL
SKU39	INSUMO 35	1,000	HL
SKU40	INSUMO 1	960.579	KG
SKU40	INSUMO 2	251.464	KG
SKU40	INSUMO 3	0.111	KG
SKU40	INSUMO 4	0.188	KG
SKU40	INSUMO 5	2.142	KG

SKU40	INSUMO 6	0.004	KG
SKU40	INSUMO 48	0.12	KG
SKU40	INSUMO 7	0.046	KG
SKU40	INSUMO 111	0.426	KG
SKU40	INSUMO 49	0.098	KG
SKU40	INSUMO 50	0.426	KG
SKU40	INSUMO 112	0.171	KG
SKU40	INSUMO 9	2.203	KG
SKU40	INSUMO 10	1.714	KG
SKU40	INSUMO 12	0.097	KG
SKU40	INSUMO 13	0.291	KG
SKU40	INSUMO 14	0.387	KG
SKU40	INSUMO 15	0.097	KG
SKU40	INSUMO 16	0.097	KG
SKU40	INSUMO 17	0.291	KG
SKU40	INSUMO 18	0.097	KG
SKU40	INSUMO 19	0.387	KG
SKU40	INSUMO 20	9	KG
SKU40	INSUMO 21	0.006	KG

SKU40	INSUMO 22	0.085	LB
SKU40	INSUMO 23	0.168	KG
SKU40	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU40	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU40	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU40	INSUMO 27	1.074	KG
SKU40	INSUMO 28	1.875	KG
SKU40	INSUMO 51	0.006	KG
SKU40	INSUMO 37	24	MLL
SKU40	INSUMO 148	24,000	UN
SKU40	INSUMO 149	24,000	UN
SKU40	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU40	INSUMO 150	24	MLL
SKU40	INSUMO 32	32.978	GLN
SKU40	INSUMO 33	0	KG
SKU40	INSUMO 34	0.612	HL
SKU40	INSUMO 34	2.447-	HL
SKU40	INSUMO 35	1,000	UN
SKU41	INSUMO 1	726.012	KG

SKU41	INSUMO 2	160.373	KG
SKU41	INSUMO 3	0.098	KG
SKU41	INSUMO 4	0.185	KG
SKU41	INSUMO 5	1.897	KG
SKU41	INSUMO 6	0.003	KG
SKU41	INSUMO 36	0.504	KG
SKU41	INSUMO 47	1.192	KG
SKU41	INSUMO 48	0.093	KG
SKU41	INSUMO 7	0.651	KG
SKU41	INSUMO 49	0.055	KG
SKU41	INSUMO 50	0.546	KG
SKU41	INSUMO 9	2.114	KG
SKU41	INSUMO 10	1.518	KG
SKU41	INSUMO 12	0.096	KG
SKU41	INSUMO 13	0.287	KG
SKU41	INSUMO 14	0.382	KG
SKU41	INSUMO 15	0.095	KG
SKU41	INSUMO 16	0.096	KG
SKU41	INSUMO 17	0.287	KG
SKU56	INSUMO 48	0.055	KG
SKU56	INSUMO 7	0.382	KG

SKU56	INSUMO 111	0.426	KG
SKU56	INSUMO 49	0.032	KG
SKU56	INSUMO 50	0.554	KG
SKU56	INSUMO 112	0.171	KG
SKU56	INSUMO 9	1.24	KG
SKU56	INSUMO 10	0.89	KG
SKU56	INSUMO 12	0.097	KG
SKU56	INSUMO 13	0.291	KG
SKU56	INSUMO 14	0.387	KG
SKU56	INSUMO 15	0.097	KG
SKU56	INSUMO 16	0.097	KG
SKU56	INSUMO 17	0.291	KG
SKU56	INSUMO 18	0.097	KG
SKU56	INSUMO 19	0.387	KG
SKU56	INSUMO 20	9	KG
SKU56	INSUMO 21	0.006	KG
SKU56	INSUMO 22	0.079	LB
SKU56	INSUMO 23	0.159	KG
SKU56	INSUMO 24	0.019	GLN

SKU56	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU56	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU56	INSUMO 27	1.016	KG
SKU56	INSUMO 28	1.774	KG
SKU56	INSUMO 51	0.006	KG
SKU56	INSUMO 37	24	MLL
SKU56	INSUMO 170	24,000	UN
SKU56	INSUMO 148	24,000	UN
SKU56	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU56	INSUMO 171	24	MLL
SKU56	INSUMO 34	0.318	HL
SKU56	INSUMO 34	1.271-	HL
SKU56	INSUMO 35	1,000	UN
SKU57	INSUMO 1	758.32	KG
SKU57	INSUMO 2	198.516	KG
SKU57	INSUMO 3	0.087	KG
SKU57	INSUMO 4	0.185	KG
SKU57	INSUMO 5	1.691	KG
SKU57	INSUMO 6	0.003	KG
SKU57	INSUMO 48	0.095	KG
SKU57	INSUMO 7	0.037	KG

SKU57	INSUMO 49	0.078	KG
SKU57	INSUMO 50	0.42	KG
SKU57	INSUMO 9	1.739	KG
SKU57	INSUMO 10	1.353	KG
SKU57	INSUMO 12	0.096	KG
SKU57	INSUMO 13	0.287	KG
SKU57	INSUMO 14	0.382	KG
SKU57	INSUMO 15	0.095	KG
SKU57	INSUMO 16	0.096	KG
SKU57	INSUMO 17	0.287	KG
SKU57	INSUMO 18	0.095	KG
SKU57	INSUMO 19	0.382	KG
SKU57	INSUMO 20	5	KG
SKU57	INSUMO 21	0.006	KG
SKU57	INSUMO 22	0.082	LB
SKU57	INSUMO 23	0.163	KG
SKU57	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU57	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU57	INSUMO 26	0.001	GLN

SKU57	INSUMO 27	1.039	KG
SKU57	INSUMO 28	1.814	KG
SKU57	INSUMO 51	0.006	KG
SKU57	INSUMO 37	24	MLL
SKU57	INSUMO 146	24,000	UN
SKU57	INSUMO 172	24	MLL
SKU57	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU57	INSUMO 32	26.035	GLN
SKU57	INSUMO 33	0	KG
SKU57	INSUMO 34	0.483	HL
SKU57	INSUMO 34	1.932-	HL
SKU57	INSUMO 35	1,000	UN
SKU42	INSUMO 1	758.32	KG
SKU42	INSUMO 2	198.516	KG
SKU42	INSUMO 3	0.087	KG
SKU42	INSUMO 4	0.185	KG
SKU42	INSUMO 5	1.691	KG
SKU42	INSUMO 6	0.003	KG
SKU42	INSUMO 48	0.095	KG
SKU42	INSUMO 7	0.037	KG
SKU42	INSUMO 49	0.078	KG

SKU42	INSUMO 50	0.42	KG
SKU42	INSUMO 9	1.739	KG
SKU42	INSUMO 10	1.353	KG
SKU42	INSUMO 12	0.096	KG
SKU42	INSUMO 13	0.287	KG
SKU42	INSUMO 14	0.382	KG
SKU42	INSUMO 15	0.095	KG
SKU42	INSUMO 16	0.096	KG
SKU42	INSUMO 17	0.287	KG
SKU42	INSUMO 18	0.095	KG
SKU42	INSUMO 19	0.382	KG
SKU42	INSUMO 20	3.2	KG
SKU42	INSUMO 21	0.006	KG
SKU42	INSUMO 22	0.082	LB
SKU42	INSUMO 23	0.163	KG
SKU42	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU42	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU42	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU42	INSUMO 27	1.039	KG

SKU42	INSUMO 28	1.814	KG
SKU42	INSUMO 51	0.006	KG
SKU42	INSUMO 37	24	MLL
SKU42	INSUMO 148	24,000	UN
SKU42	INSUMO 173	24	MLL
SKU42	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU42	INSUMO 32	26.035	GLN
SKU42	INSUMO 33	0	KG
SKU42	INSUMO 34	0.483	HL
SKU42	INSUMO 34	1.932-	HL
SKU42	INSUMO 35	1,000	UN
SKU43	INSUMO 1	758.32	KG
SKU43	INSUMO 2	198.516	KG
SKU43	INSUMO 3	0.087	KG
SKU43	INSUMO 4	0.185	KG
SKU43	INSUMO 5	1.691	KG
SKU43	INSUMO 6	0.003	KG
SKU43	INSUMO 48	0.095	KG
SKU43	INSUMO 7	0.037	KG
SKU43	INSUMO 49	0.078	KG
SKU43	INSUMO 50	0.42	KG

SKU43	INSUMO 9	1.739	KG
SKU43	INSUMO 10	1.353	KG
SKU43	INSUMO 12	0.096	KG
SKU43	INSUMO 13	0.287	KG
SKU43	INSUMO 14	0.382	KG
SKU43	INSUMO 15	0.095	KG
SKU43	INSUMO 16	0.096	KG
SKU43	INSUMO 17	0.287	KG
SKU43	INSUMO 18	0.095	KG
SKU43	INSUMO 19	0.382	KG
SKU43	INSUMO 20	4	KG
SKU43	INSUMO 21	0.006	KG
SKU43	INSUMO 22	0.082	LB
SKU43	INSUMO 23	0.163	KG
SKU43	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU43	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU43	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU43	INSUMO 27	1.039	KG
SKU43	INSUMO 28	1.814	KG

SKU43	INSUMO 51	0.006	KG
SKU43	INSUMO 151	24,000	UN
SKU43	INSUMO 37	24	MLL
SKU43	INSUMO 174	24	MLL
SKU43	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU43	INSUMO 32	26.035	GLN
SKU43	INSUMO 33	0	KG
SKU43	INSUMO 34	0.483	HL
SKU43	INSUMO 34	1.932-	HL
SKU43	INSUMO 35	1,000	UN
SKU46	INSUMO 1	874.554	KG
SKU46	INSUMO 2	221.1	KG
SKU46	INSUMO 3	0.085	KG
SKU46	INSUMO 4	0.135	KG
SKU46	INSUMO 67	1.658	KG
SKU46	INSUMO 5	1.595	KG
SKU46	INSUMO 6	0.008	KG
SKU46	INSUMO 68	12.162	KG
SKU46	INSUMO 7	0.034	KG
SKU46	INSUMO 69	27.619	KG
SKU46	INSUMO 70	0.416	KG

SKU46	INSUMO 71	30.476	KG
SKU46	INSUMO 49	0.064	KG
SKU46	INSUMO 50	0.74	KG
SKU46	INSUMO 72	0.686	KG
SKU46	INSUMO 73	228.569	KG
SKU46	INSUMO 74	1.429	KG
SKU46	INSUMO 75	1.877	KG
SKU46	INSUMO 76	48.257	KG
SKU46	INSUMO 77	7.905	KG
SKU46	INSUMO 9	2.532	KG
SKU46	INSUMO 78	51.905	KG
SKU46	INSUMO 10	1.266	KG
SKU46	INSUMO 12	0.077	KG
SKU46	INSUMO 13	0.229	KG
SKU46	INSUMO 14	0.306	KG
SKU46	INSUMO 15	0.076	KG
SKU46	INSUMO 16	0.077	KG
SKU46	INSUMO 17	0.229	KG
SKU46	INSUMO 18	0.076	KG

SKU46	INSUMO 19	0.306	KG
SKU46	INSUMO 21	0.007	KG
SKU46	INSUMO 22	0.081	LB
SKU46	INSUMO 23	0.162	KG
SKU46	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU46	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU46	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU46	INSUMO 27	1.031	KG
SKU46	INSUMO 28	1.797	KG
SKU46	INSUMO 51	0.005	KG
SKU46	INSUMO 175	24	MLL
SKU46	INSUMO 146	24,000	UN
SKU46	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU46	INSUMO 33	0	KG
SKU46	INSUMO 34	0.469	HL
SKU46	INSUMO 34	1.875-	HL
SKU46	INSUMO 35	1,000	UN
SKU47	INSUMO 1	758.32	KG
SKU47	INSUMO 2	198.516	KG

SKU47	INSUMO 3	0.087	KG
SKU47	INSUMO 4	0.185	KG
SKU47	INSUMO 5	1.691	KG
SKU47	INSUMO 6	0.003	KG
SKU47	INSUMO 48	0.095	KG
SKU47	INSUMO 7	0.037	KG
SKU47	INSUMO 49	0.078	KG
SKU47	INSUMO 50	0.42	KG
SKU47	INSUMO 9	1.739	KG
SKU47	INSUMO 10	1.353	KG
SKU47	INSUMO 12	0.096	KG
SKU47	INSUMO 13	0.287	KG
SKU47	INSUMO 14	0.382	KG
SKU47	INSUMO 15	0.095	KG
SKU47	INSUMO 16	0.096	KG
SKU47	INSUMO 17	0.287	KG
SKU47	INSUMO 18	0.095	KG
SKU47	INSUMO 19	0.382	KG
SKU47	INSUMO 20	5	KG
SKU47	INSUMO 21	0.006	KG

SKU47	INSUMO 22	0.082	LB
SKU47	INSUMO 23	0.163	KG
SKU47	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU47	INSUMO 25	0.026	GLN
SKU47	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU47	INSUMO 27	1.039	KG
SKU47	INSUMO 28	1.814	KG
SKU47	INSUMO 51	0.006	KG
SKU47	INSUMO 37	24	MLL
SKU47	INSUMO 146	24,000	UN
SKU47	INSUMO 176	24	MLL
SKU47	INSUMO 32	26.035	GLN
SKU47	INSUMO 33	0	KG
SKU47	INSUMO 34	0.483	HL
SKU47	INSUMO 34	1.932-	HL
SKU47	INSUMO 35	1,000	UN
SKU48	INSUMO 1	991.606	KG
SKU48	INSUMO 2	254.228	KG
SKU48	INSUMO 3	0.108	KG
SKU48	INSUMO 4	0.126	KG

SKU48	INSUMO 5	2.039	KG
SKU48	INSUMO 6	0.011	KG
SKU48	INSUMO 36	15.12	KG
SKU48	INSUMO 7	0.044	KG
SKU48	INSUMO 8	0	KG
SKU48	INSUMO 177	0.141	KG
SKU48	INSUMO 76	1.68	KG
SKU48	INSUMO 9	2.519	KG
SKU48	INSUMO 10	1.619	KG
SKU48	INSUMO 11	2	UN
SKU48	INSUMO 12	0.096	KG
SKU48	INSUMO 13	0.287	KG
SKU48	INSUMO 14	0.382	KG
SKU48	INSUMO 15	0.095	KG
SKU48	INSUMO 16	0.096	KG
SKU48	INSUMO 17	0.287	KG
SKU48	INSUMO 18	0.095	KG
SKU48	INSUMO 19	0.382	KG
SKU48	INSUMO 20	9	KG
SKU48	INSUMO 21	0.006	KG

SKU48	INSUMO 22	0.077	LB
SKU48	INSUMO 23	0.154	KG
SKU48	INSUMO 24	0.018	GLN
SKU48	INSUMO 25	0.024	GLN
SKU48	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU48	INSUMO 27	0.984	KG
SKU48	INSUMO 28	1.717	KG
SKU48	INSUMO 151	24,000	UN
SKU48	INSUMO 37	24	MLL
SKU48	INSUMO 178	24,000	UN
SKU48	INSUMO 179	24	MLL
SKU48	INSUMO 180	24	MLL
SKU48	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU48	INSUMO 32	32.918	GLN
SKU48	INSUMO 33	0	KG
SKU48	INSUMO 34	0.6	HL
SKU48	INSUMO 34	2.398-	HL
SKU48	INSUMO 35	1,000	UN
SKU71	INSUMO 1	874.554	KG

SKU71	INSUMO 2	221.1	KG
SKU71	INSUMO 3	0.085	KG
SKU71	INSUMO 4	0.135	KG
SKU71	INSUMO 5	1.595	KG
SKU71	INSUMO 6	0.008	KG
SKU71	INSUMO 68	47.576	KG
SKU71	INSUMO 181	16.752	KG
SKU71	INSUMO 7	0.034	KG
SKU71	INSUMO 49	0.064	KG
SKU71	INSUMO 50	0.74	KG
SKU71	INSUMO 75	4.523	KG
SKU71	INSUMO 76	50.088	KG
SKU71	INSUMO 9	2.532	KG
SKU71	INSUMO 10	1.266	KG
SKU71	INSUMO 12	0.077	KG
SKU71	INSUMO 13	0.229	KG
SKU71	INSUMO 14	0.306	KG
SKU71	INSUMO 15	0.076	KG
SKU71	INSUMO 16	0.077	KG
SKU71	INSUMO 17	0.229	KG
SKU71	INSUMO 18	0.076	KG

SKU71	INSUMO 19	0.306	KG
SKU71	INSUMO 21	0.008	KG
SKU71	INSUMO 22	0.085	LB
SKU71	INSUMO 23	0.169	KG
SKU71	INSUMO 24	0.02	GLN
SKU71	INSUMO 25	0.027	GLN
SKU71	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU71	INSUMO 27	1.078	KG
SKU71	INSUMO 28	1.88	KG
SKU71	INSUMO 51	0.005	KG
SKU71	INSUMO 146	24,000	UN
SKU71	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU71	INSUMO 182	24	MLL
SKU71	INSUMO 33	0	KG
SKU71	INSUMO 34	0.469	HL
SKU71	INSUMO 34	1.875-	HL
SKU71	INSUMO 35	1,000	UN
SKU74	INSUMO 1	726.012	KG
SKU74	INSUMO 2	160.373	KG

SKU74	INSUMO 3	0.098	KG
SKU74	INSUMO 4	0.185	KG
SKU74	INSUMO 5	1.897	KG
SKU74	INSUMO 6	0.003	KG
SKU74	INSUMO 36	0.504	KG
SKU74	INSUMO 47	1.192	KG
SKU74	INSUMO 48	0.093	KG
SKU74	INSUMO 7	0.651	KG
SKU74	INSUMO 49	0.055	KG
SKU74	INSUMO 50	0.546	KG
SKU74	INSUMO 9	2.114	KG
SKU74	INSUMO 10	1.518	KG
SKU74	INSUMO 12	0.096	KG
SKU74	INSUMO 13	0.287	KG
SKU74	INSUMO 14	0.382	KG
SKU74	INSUMO 15	0.095	KG
SKU74	INSUMO 16	0.096	KG
SKU74	INSUMO 17	0.287	KG
SKU74	INSUMO 18	0.095	KG
SKU74	INSUMO 19	0.382	KG

SKU74	INSUMO 20	24	KG
SKU74	INSUMO 21	0.007	KG
SKU74	INSUMO 22	0.082	LB
SKU74	INSUMO 23	0.161	KG
SKU74	INSUMO 24	0.019	GLN
SKU74	INSUMO 25	0.025	GLN
SKU74	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU74	INSUMO 27	1.035	KG
SKU74	INSUMO 28	1.807	KG
SKU74	INSUMO 51	0.006	KG
SKU74	INSUMO 151	24,000	UN
SKU74	INSUMO 183	24	MLL
SKU74	INSUMO 184	24	MLL
SKU74	INSUMO 30	0.022	MLL
SKU74	INSUMO 34	0.542	HL
SKU74	INSUMO 34	2.167-	HL
SKU74	INSUMO 35	1,000	UN
SKU92	INSUMO 1	665.783	KG
SKU92	INSUMO 2	170.693	KG

SKU92	INSUMO 3	0.073	KG
SKU92	INSUMO 4	0.09	KG
SKU92	INSUMO 5	1.369	KG
SKU92	INSUMO 6	0.007	KG
SKU92	INSUMO 7	0.029	KG
SKU92	INSUMO 8	0	KG
SKU92	INSUMO 9	1.691	KG
SKU92	INSUMO 10	1.087	KG
SKU92	INSUMO 11	1	UN
SKU92	INSUMO 12	0.069	KG
SKU92	INSUMO 13	0.205	KG
SKU92	INSUMO 14	0.273	KG
SKU92	INSUMO 15	0.068	KG
SKU92	INSUMO 16	0.069	KG
SKU92	INSUMO 17	0.205	KG
SKU92	INSUMO 18	0.068	KG
SKU92	INSUMO 19	0.273	KG
SKU92	INSUMO 20	4.8	KG
SKU92	INSUMO 21	0.005	KG
SKU92	INSUMO 22	0.056	LB
SKU92	INSUMO 23	0.11	KG

SKU92	INSUMO 24	0.013	GLN
SKU92	INSUMO 25	0.017	GLN
SKU92	INSUMO 26	0	GLN
SKU92	INSUMO 27	0.703	KG
SKU92	INSUMO 28	1.225	KG
SKU92	INSUMO 185	24,000	UN
SKU92	INSUMO 186	24	MLL
SKU92	INSUMO 187	24	MLL
SKU92	INSUMO 154	24	MLL
SKU92	INSUMO 30	0.018	MLL
SKU92	INSUMO 32	22.102	GLN
SKU92	INSUMO 33	0	KG
SKU92	INSUMO 34	0.403	HL
SKU92	INSUMO 34	1.610-	HL
SKU92	INSUMO 161	800	UN
SKU97	INSUMO 5	1.68	UN
SKU97	INSUMO 6	0.007	UN
SKU97	INSUMO 115	33.6	UN
SKU97	INSUMO 9	1.176	KG

SKU97	INSUMO 116	40.32	KG
SKU97	INSUMO 117	201.6	KG
SKU97	INSUMO 118	1,092.00	KG
SKU97	INSUMO 119	6.72	KG
SKU97	INSUMO 20	20	KG
SKU97	INSUMO 21	0.006	KG
SKU97	INSUMO 22	0.089	LB
SKU97	INSUMO 23	0.178	KG
SKU97	INSUMO 24	0.02	GLN
SKU97	INSUMO 25	0.027	GLN
SKU97	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU97	INSUMO 27	1.148	KG
SKU97	INSUMO 28	2.004	KG
SKU97	INSUMO 188	24,000	UN
SKU97	INSUMO 189	24	MLL

SKU97	INSUMO 190	24	MLL
SKU97	INSUMO 85	88	KG
SKU97	INSUMO 120	15.120-	UN
SKU97	INSUMO 35	1,000	UN
SKU98	INSUMO 5	1.68	KG
SKU98	INSUMO 6	0.007	KG
SKU98	INSUMO 123	5.88	KG
SKU98	INSUMO 124	840	KG
SKU98	INSUMO 125	218.4	KG
SKU98	INSUMO 126	252	KG
SKU98	INSUMO 127	107.52	KG
SKU98	INSUMO 128	15.12	KG
SKU98	INSUMO 129	9.408	KG
SKU98	INSUMO 130	8.4	KG
SKU98	INSUMO 9	1.176	KG
SKU98	INSUMO 20	20	KG

SKU98	INSUMO 21	0.006	KG
SKU98	INSUMO 22	0.089	LB
SKU98	INSUMO 23	0.178	KG
SKU98	INSUMO 24	0.02	GLN
SKU98	INSUMO 25	0.027	GLN
SKU98	INSUMO 26	0.001	GLN
SKU98	INSUMO 27	1.148	KG
SKU98	INSUMO 28	2.004	KG
SKU98	INSUMO 188	24,000	UN
SKU98	INSUMO 189	24	MLL
SKU98	INSUMO 191	24	MLL
SKU98	INSUMO 85	88	KG
SKU98	INSUMO 120	15.120-	HL
SKU98	INSUMO 35	1,000	UN

Tabla²⁶ 21: Coeficiente de variación entre demanda y desviación estándar

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 1	KG	4.26	2,704,866.59	2,735,449.47	2,937,679.02	141,102.28	239,170.64	125,520.96	5%	9%	4.27%
INSUMO 2	KG	4.63	688,793.14	697,140.92	749,361.36	36,118.00	61,248.98	32,125.16	5%	9%	4%
INSUMO 3	KG	319.65	280.54	284.85	308.57	15.22	25.89	13.54	5%	9%	4%
INSUMO 4	KG	60.30	400.82	402.64	430.10	19.48	32.87	17.35	5%	8%	4%
INSUMO 5	KG	17.67	5,287.40	5,368.33	5,816.42	286.56	487.49	254.62	5%	9%	4%
INSUMO 6	KG	766.90	26.11	26.54	28.68	1.47	2.50	1.32	6%	9%	5%
INSUMO 7	KG	70.05	127.77	125.18	138.25	6.34	10.78	5.69	5%	9%	4%
INSUMO 9	KG	9.61	7,312.61	7,356.54	7,826.88	364.69	615.20	324.97	5%	8%	4%
INSUMO 10	KG	11.16	4,200.34	4,264.64	4,620.74	227.55	387.10	202.17	5%	9%	4%
INSUMO 11	UN	340.90	2,463.43	2,671.85	3,249.01	259.03	444.85	249.30	11%	17%	8%
INSUMO 12	KG	5.94	260.34	264.50	287.13	14.29	24.32	12.69	5%	9%	4%
INSUMO 13	KG	5.94	778.40	791.04	858.73	42.72	72.73	37.94	5%	9%	4%
INSUMO 14	KG	5.94	1,036.69	1,053.67	1,143.82	56.91	96.90	50.51	5%	9%	4%

²⁶ Datos calculados usando de referencia costos de material del sistema de la cervecera, usando la sección 12.1 TablaNo.20 combinada con cálculo de muestras representados en sección 12.2 Cálculo 5-6 y análisis estadístico como se presenta en sección 12.4

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 15	KG	Q 24.31	258.30	262.63	285.10	14.19	24.16	12.57	5%	9%	4%
INSUMO 16	KG	Q 6.05	260.34	264.50	287.13	14.29	24.32	12.69	5%	9%	4%
INSUMO 17	KG	Q 6.07	778.40	791.04	858.73	42.72	72.73	37.94	5%	9%	4%
INSUMO 18	KG	Q 29.48	258.30	262.63	285.10	14.19	24.16	12.57	5%	9%	4%
INSUMO 19	KG	Q 5.77	1,036.69	1,053.67	1,143.82	56.91	96.90	50.51	5%	9%	4%
INSUMO 20	KG	Q 47.19	4,039.52	3,420.10	4,589.03	342.84	685.75	369.90	8%	20%	8%
INSUMO 21	KG	Q 17.98	16.92	17.25	18.51	0.90	1.52	0.80	5%	9%	4%
INSUMO 22	LB	Q 7.26	219.98	222.83	240.62	11.67	19.82	10.41	5%	9%	4%
INSUMO 23	KG	Q 10.24	436.88	442.47	477.23	23.06	39.14	20.46	5%	9%	4%
INSUMO 24	GLN	Q 265.45	48.86	49.68	53.54	2.60	4.41	2.28	5%	9%	4%
INSUMO 25	GLN	Q 228.49	68.05	68.95	74.28	3.59	6.09	3.19	5%	9%	4%
INSUMO 27	KG	Q 3.02	2,797.56	2,832.74	3,056.68	147.80	250.95	131.32	5%	9%	4%
INSUMO 28	KG	Q 1.10	4,882.29	4,943.87	5,335.27	258.08	438.22	229.31	5%	9%	4%
INSUMO 29	MLL	Q 30.68	13,450.96	11,947.19	17,286.68	1,884.65	3,902.41	2,147.27	14%	33%	12%
INSUMO 30	MLL	Q 308.10	34.81	33.54	38.95	2.08	4.00	2.14	6%	12%	5%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 31	MLL	Q 41.61	12,257.60	11,178.90	16,361.94	1,879.44	3,893.01	2,145.06	15%	35%	13%
INSUMO 43	KG	Q 18.15	5,093.43	5,884.72	5,702.75	467.20	637.69	446.09	9%	11%	8%
INSUMO 44	KG	Q 16.87	20,241.41	22,028.06	18,882.22	207.76	237.28	136.16	1%	1%	1%
INSUMO 49	KG	Q 479.46	106.75	100.13	94.85	3.66	5.36	3.45	3%	5%	4%
INSUMO 50	KG	Q 174.13	1,161.35	1,083.29	1,004.62	41.51	60.11	38.78	4%	6%	4%
INSUMO 51	KG	Q 475.31	8.02	7.49	7.08	0.27	0.40	0.26	3%	5%	4%
INSUMO 55	MLL	Q 151.57	33,692.85	38,947.28	37,230.52	2,550.39	3,683.37	2,152.64	8%	9%	6%
INSUMO 56	MLL	Q 521.61	17,991.34	17,553.66	14,449.21	605.83	466.37	255.73	3%	3%	2%
INSUMO 57	MLL	Q 60.70	2,271.53	1,660.64	1,844.44	204.44	424.18	205.72	9%	26%	11%
INSUMO 60	MLL	Q 521.09	6,882.51	8,353.60	8,961.95	1,918.87	2,453.97	2,055.44	28%	29%	23%
INSUMO 61	KG	Q 37.16	10,391.10	12,590.79	13,408.26	3,184.25	4,067.14	3,408.74	31%	32%	25%
INSUMO 62	KG	Q 30.36	183.80	260.68	276.81	29.91	50.95	12.01	16%	20%	4%
INSUMO 63	KG	Q 17.12	10,090.61	14,825.64	15,712.35	1,764.87	3,051.42	684.39	17%	21%	4%
INSUMO 96	UN	Q 1.16	247,242.67	385,841.17	403,620.33	61,722.84	109,456.30	-	25%	28%	0%
INSUMO 97	MLL	Q 737.34	5,933.82	9,260.19	9,686.89	1,481.35	2,626.95	-	25%	28%	0%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 108	UN	Q 0.84	92,461.92	113,474.17	115,776.67	20,294.56	25,206.55	23,648.18	22%	22%	20%
INSUMO 109	MLL	Q 736.62	2,219.09	2,723.38	2,778.64	487.07	604.96	567.56	22%	22%	20%
INSUMO 36	KG	Q 20.11	397.26	213.24	319.99	61.33	90.91	38.50	15%	43%	12%
INSUMO 37	MLL	Q 37.37	2,436.86	1,957.97	2,340.56	245.17	487.00	65.51	10%	25%	3%
INSUMO 41	MLL	Q 66.65	1,129.60	755.49	924.74	130.16	268.77	97.35	12%	36%	11%
INSUMO 48	KG	Q 647.39	15.23	14.82	18.36	1.08	1.95	1.17	7%	13%	6%
INSUMO 64	UN	Q 1.17	26,993.83	33,296.92	38,208.00	7,439.19	10,783.52	8,519.71	28%	32%	22%
INSUMO 66	KG	Q 30.35	5,820.02	3,675.94	2,559.50	858.26	660.68	362.28	15%	18%	14%
INSUMO 81	MLL	Q 521.94	249.66	496.36	548.00	87.68	160.13	87.92	35%	32%	16%
INSUMO 85	KG	Q 4.67	883.37	637.72	718.35	174.80	112.43	217.32	20%	18%	30%
INSUMO 95	MLL	Q 42.39	832.22	389.83	456.92	70.47	193.37	58.26	8%	50%	13%
INSUMO 58	MLL	Q 37.60	3,103.75	2,050.46	2,301.37	216.25	466.18	213.81	7%	23%	9%
INSUMO 102	KG	Q 16.85	752.02	632.63	690.04	281.09	130.47	185.26	37%	21%	27%
INSUMO 103	MLL	Q 271.12	376.01	316.32	345.02	140.54	65.24	92.63	37%	21%	27%
INSUMO 104	UN	Q 0.77	31,334.25	26,359.75	28,751.67	11,711.99	5,436.40	7,719.22	37%	21%	27%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 105	MLL	Q 2,116.03	376.01	316.32	345.02	140.54	65.24	92.63	37%	21%	27%
INSUMO 111	KG	Q 58.04	21.39	25.26	34.96	1.07	4.28	3.92	5%	17%	11%
INSUMO 112	KG	Q 484.62	8.57	10.12	14.01	0.43	1.71	1.57	5%	17%	11%
INSUMO 113	UN	Q 0.83	7,169.33	17,218.67	25,518.83	1,836.49	7,520.27	4,534.41	26%	44%	18%
INSUMO 114	MLL	Q 736.74	172.06	413.25	612.45	44.08	180.49	108.83	26%	44%	18%
INSUMO 145	KG	Q 0.04	1,740,578.00	1,268,314.00	1,332,156.00	240,264.49	475,905.01	-	14%	38%	0%
INSUMO 146	MLL	Q 0.92	1,303,536.00	900,720.00	901,124.00	245,134.99	51,443.64	57,834.27	19%	6%	6%
INSUMO 147	MLL	Q 58.30	1,147.47	734.26	716.02	240.26	-	-	21%	0%	0%
INSUMO 151	UN	Q 1.04	1,011,568.00	1,041,160.00	1,273,221.00	341,747.63	327,897.40	254,994.27	34%	31%	20%
INSUMO 153	MLL	Q 45.46	745.07	733.95	853.22	338.05	301.63	245.52	45%	41%	29%
INSUMO 154	MLL	Q 37.60	753.20	735.90	853.22	338.05	301.65	245.52	45%	41%	29%
INSUMO 155	MLL	Q 25.41	745.07	733.95	853.22	338.05	301.63	245.52	45%	41%	29%
INSUMO 156	UN	Q 1.40	506,030.00	460,316.00	517,224.00	-	-	168,005.88	0%	0%	32%
INSUMO 158	MLL	Q 55.78	593.11	534.06	616.13	-	475.91	-	0%	89%	0%
INSUMO 159	UN	Q 1.15	593,108.00	534,058.00	616,132.00	-	475,905.01	-	0%	89%	0%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 160	MLL	Q 44.05	593.11	534.06	616.13	-	475.91	-	0%	89%	0%
INSUMO 38	MLL	Q 52.27	30.95	21.62	25.27	5.35	8.42	3.83	17%	39%	15%
INSUMO 39	MLL	Q 75.75	31.01	18.97	31.17	4.19	11.06	3.92	14%	58%	13%
INSUMO 40	MLL	Q 165.33	31.01	18.97	31.17	4.19	11.06	3.92	14%	58%	13%
INSUMO 45	MLL	Q 518.44	21.71	23.07	23.08	3.01	4.43	2.56	14%	19%	11%
INSUMO 46	MLL	Q 160.95	21.71	23.07	23.08	3.01	4.43	2.56	14%	19%	11%
INSUMO 47	KG	Q 78.41	28.45	20.04	26.95	3.04	5.21	3.03	11%	26%	11%
INSUMO 52	MLL	Q 37.68	428.81	313.44	428.44	55.32	102.15	52.48	13%	33%	12%
INSUMO 53	MLL	Q 48.10	428.81	313.44	428.44	55.32	102.15	52.48	13%	33%	12%
INSUMO 65	MLL	Q 521.77	57.69	54.75	76.02	15.81	19.95	28.20	27%	36%	37%
INSUMO 67	KG	Q 26.18	16.34	16.13	19.03	3.53	3.60	4.31	22%	22%	23%
INSUMO 68	KG	Q 11.81	119.93	145.37	139.63	25.87	41.28	31.59	22%	28%	23%
INSUMO 69	KG	Q 12.36	272.26	268.67	317.06	58.76	59.95	71.73	22%	22%	23%
INSUMO 70	KG	Q 19.74	4.10	4.05	4.77	0.88	0.90	1.08	22%	22%	23%
INSUMO 71	KG	Q 28.82	300.43	296.46	349.86	64.84	66.15	79.15	22%	22%	23%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 72	KG	Q 220.88	6.76	6.67	7.88	1.46	1.49	1.78	22%	22%	23%
INSUMO 73	KG	Q 8.19	2,253.19	2,223.44	2,623.93	486.27	496.10	593.63	22%	22%	23%
INSUMO 74	KG	Q 131.00	14.09	13.90	16.41	3.04	3.10	3.71	22%	22%	23%
INSUMO 75	KG	Q 22.02	18.51	20.83	21.55	3.99	5.07	4.87	22%	24%	23%
INSUMO 76	KG	Q 1.67	489.57	501.86	558.62	103.11	110.12	125.35	21%	22%	22%
INSUMO 77	KG	Q 81.76	77.93	76.90	90.75	16.82	17.16	20.53	22%	22%	23%
INSUMO 78	KG	Q 7.00	511.67	504.91	595.86	110.43	112.66	134.80	22%	22%	23%
INSUMO 79	UN	Q 1.12	1,721.25	1,709.75	1,765.50	505.64	535.35	755.79	29%	31%	43%
INSUMO 80	MLL	Q 521.88	41.31	41.03	42.37	12.14	12.85	18.14	29%	31%	43%
INSUMO 88	UN	Q 0.71	1,276.25	577.67	1,062.50	230.90	461.57	196.74	18%	80%	19%
INSUMO 89	UN	Q 0.37	1,276.25	577.67	1,062.50	230.90	461.57	196.74	18%	80%	19%
INSUMO 91	UN	Q 0.71	3,424.83	1,575.67	2,346.50	608.24	1,056.10	394.71	18%	67%	17%
INSUMO 92	UN	Q 0.39	132.83	67.58	49.33	32.85	45.83	12.45	25%	68%	25%
INSUMO 94	UN	Q 0.38	3,292.00	1,508.08	2,297.17	607.35	1,055.10	394.51	18%	70%	17%
INSUMO 98	UN	Q 0.80	1,216.83	1,226.17	1,487.17	302.64	389.53	450.02	25%	32%	30%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 99	MLL	Q 737.20	29.20	29.43	35.69	7.26	9.35	10.80	25%	32%	30%
INSUMO 100	KG	Q 17.00	27.99	28.20	34.20	6.96	8.96	10.35	25%	32%	30%
INSUMO 148	UN	Q 1.10	477,556.00	419,718.00	645,084.00	14,202.80	19,882.18	21,773.90	3%	5%	3%
INSUMO 149	UN	Q 0.04	434,174.00	372,930.00	580,088.00	-	-	-	0%	0%	0%
INSUMO 150	MLL	Q 60.07	434.17	372.93	580.09	-	-	-	0%	0%	0%
INSUMO 152	MLL	Q 26.13	44.40	43.24	74.75	16.32	24.19	27.81	37%	56%	37%
INSUMO 165	MLL	Q 97.76	-	-	7.76	-	-	7.12	0%	0%	92%
INSUMO 166	UN	Q 0.07	-	-	7,757.00	-	-	7,124.49	0%	0%	92%
INSUMO 167	UN	Q 0.05	172,086.00	231,616.00	310,400.00	46,227.95	100,974.83	60,850.71	27%	44%	20%
INSUMO 168	MLL	Q 50.26	172.09	231.62	310.40	46.23	100.97	60.85	27%	44%	20%
INSUMO 169	MLL	Q 41.60	172.09	231.62	310.40	46.23	100.97	60.85	27%	44%	20%
INSUMO 170	UN	Q 0.07	42,942.00	46,456.00	64,568.00	14,201.74	19,881.55	21,773.30	33%	43%	34%
INSUMO 171	MLL	Q 98.88	42.94	46.46	64.57	14.20	19.88	21.77	33%	43%	34%
INSUMO 175	MLL	Q 37.23	155.96	152.81	185.10	48.62	48.89	57.83	31%	32%	31%
INSUMO 177	KG	Q 86.38	0.09	0.10	0.12	0.02	0.03	0.04	26%	28%	35%

INSUMO	UMB	PRECIO (Q)	CONSUMO 2019	CONSUMO 2020	CONSUMO 2021	DESVIACIÓN 2019	DESVIACIÓN 2020	DESVIACIÓN 2021	% VARIACIÓN 2019	% VARIACIÓN 2020	% VARIACIÓN 2021
INSUMO 178	UN	Q 0.09	15,546.00	16,702.00	19,892.00	4,020.70	4,644.88	7,052.04	26%	28%	35%
INSUMO 179	MLL	Q 50.27	15.55	16.70	19.89	4.02	4.64	7.05	26%	28%	35%
INSUMO 180	MLL	Q 44.58	15.55	16.70	19.89	4.02	4.64	7.05	26%	28%	35%
INSUMO 185	UN	Q 1.16	8,127.50	1,942.50	-	2,167.96	3,222.67	-	27%	166%	0%

Tabla²⁷ 22: Promedio de variación, coeficiente de variación, nivel de servicio, consumo año 2022, valor Z, tiempo de tránsito (meses), desviación estándar de tiempo de entrega, desviación de la demanda, tipo de demanda.

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 1	6%	5%	99%	3,025,477.46	2.326	2	6	143,549.85	1.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 2	6%	5%	99%	772,333.36	2.326	0.5	2	36,804.27	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 3	6%	5%	99%	319.35	2.326	2	2	15.67	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 4	6%	4%	99%	440.47	2.326	2	2	19.59	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 5	6%	5%	99%	6,019.73	2.326	2	2	294.89	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 6	7%	5%	99%	29.69	2.326	2	2	1.52	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 7	6%	5%	99%	140.87	2.326	2	2	6.39	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 9	6%	5%	99%	8,012.94	2.326	0.25	3	366.15	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 10	6%	5%	99%	4,782.30	2.326	2	2	234.16	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 11	12%	9%	99%	3,580.34	2.326	2	2	325.60	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 12	6%	5%	99%	297.44	2.326	1	0.5	14.73	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 13	6%	5%	99%	889.72	2.326	1	0.5	44.07	0.125	DEMANDA CONSTANTE

²⁷ Datos obtenidos del origen mostrados en sección 12.3 TablaNo.20 solamente variando el cálculo de muestra en sección 12.2 Cálculo 5-7. Los tiempos de entregan varían por proveedor. Combinado con sección 12.4

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 14	6%	5%	99%	1,185.19	2.326	1	0.5	58.70	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 15	6%	5%	99%	295.48	2.326	1	0.5	14.63	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 16	6%	5%	99%	297.44	2.326	1	0.5	14.73	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 17	6%	5%	99%	889.72	2.326	1	0.5	44.07	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 18	6%	5%	99%	295.48	2.326	1	0.5	14.63	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 19	6%	5%	99%	1,185.19	2.326	1	0.5	58.70	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 20	12%	8%	99%	4,565.72	2.326	1	0.5	377.76	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 21	6%	5%	99%	19.14	2.326	1	0.5	0.92	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 22	6%	5%	99%	248.44	2.326	1	0.5	11.96	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 23	6%	5%	99%	492.54	2.326	1	0.5	23.56	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 24	6%	5%	99%	55.37	2.326	1	0.5	2.65	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 25	6%	5%	99%	76.66	2.326	1	0.5	3.67	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 27	6%	5%	99%	3,154.77	2.326	1	0.5	151.10	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 28	6%	5%	99%	5,506.79	2.326	1	0.5	263.89	0.125	DEMANDA CONSTANTE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 29	20%	13%	99%	18,063.99	2.326	1	1	2,387.41	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 30	8%	6%	99%	39.91	2.326	1	3	2.29	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 31	21%	14%	99%	17,370.49	2.326	1	1	2,470.34	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 43	9%	8%	99%	6,169.62	2.326	1	0.5	524.26	0.125	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 44	1%	1%	99%	19,024.70	2.326	0.25	1	166.23	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 49	4%	4%	99%	88.67	2.326	2	3	3.13	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 50	4%	4%	99%	926.36	2.326	2	3	34.44	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 51	4%	4%	99%	6.60	2.326	2	2	0.23	0.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 55	8%	7%	99%	40,161.23	2.326	0.25	0.75	2,681.05	0.1875	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 56	3%	3%	99%	13,122.61	2.326	0.25	0.25	337.07	0.0625	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 57	15%	10%	99%	1,498.45	2.326	0.25	1	151.00	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 60	27%	25%	99%	10,145.45	2.326	0.25	0.25	2,577.74	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 61	29%	28%	99%	15,147.21	2.326	0.25	1	4,246.26	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 62	13%	10%	99%	333.45	2.326	0.25	0.5	34.37	0.125	DEMANDA VARIABLE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 63	14%	11%	99%	19,164.61	2.326	0.25	1	2,093.35	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 96	18%	12%	99%	501,945.72	2.326	1	1	62,654.06	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 97	18%	12%	99%	12,046.70	2.326	0.25	0.25	1,503.70	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 108	22%	21%	99%	130,552.33	2.326	1	1	27,660.63	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 109	22%	21%	99%	3,133.26	2.326	0.25	1	663.86	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 36	23%	14%	95%	232.89	1.645	1	1	31.99	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 37	13%	6%	95%	2,148.83	1.645	1	1	138.17	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 41	19%	11%	95%	731.75	1.645	1	1	80.67	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 48	9%	7%	95%	19.26	1.645	1	3	1.30	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 64	27%	25%	95%	44,047.08	1.645	1	1	10,980.30	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 66	16%	14%	95%	757.96	1.645	0.25	1	109.53	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 81	28%	26%	95%	729.69	1.645	1	0.25	186.66	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 85	23%	25%	95%	581.46	1.645	1	0.5	145.48	0.125	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 95	24%	11%	95%	184.36	1.645	1	1	19.56	0.25	DEMANDA VARIABLE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 58	13%	8%	99%	1,682.81	2.326	1	1	136.80	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 102	28%	32%	95%	629.58	1.645	0.25	1	202.18	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 103	28%	32%	95%	314.79	1.645	1	1	101.09	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 104	28%	32%	95%	26,232.64	1.645	1	1	8,424.02	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 105	28%	32%	95%	314.79	1.645	1	0.25	101.09	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 111	11%	8%	95%	40.78	1.645	1	3	3.31	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 112	11%	8%	95%	16.34	1.645	1	1	1.32	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 113	29%	22%	95%	34,985.11	1.645	1	1	7,589.12	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 114	29%	22%	95%	839.64	1.645	1	0.25	182.14	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 145	17%	7%	95%	1,038,594.00	1.645	1	3	71,682.30	0.75	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 146	10%	13%	95%	632,714.67	1.645	1	6	79,796.08	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 147	7%	10%	95%	434.47	1.645	1	1	45.49	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 151	28%	27%	95%	1,370,302.67	1.645	0.75	6	368,689.83	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 153	38%	37%	95%	885.57	1.645	1	1	328.31	0.25	DEMANDA VARIABLE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 154	38%	37%	95%	880.80	1.645	1	1	324.39	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 155	38%	37%	95%	885.57	1.645	1	1	328.31	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 156	11%	16%	95%	505,717.33	1.645	0.75	6	82,134.13	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 158	30%	0%	95%	604.12	1.645	1	1	-	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 159	30%	0%	95%	604,123.33	1.645	1	6	-	1.5	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 160	30%	0%	95%	604.12	1.645	1	1	-	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 38	24%	16%	85%	20.26	1.036	1	1	3.29	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 39	28%	13%	85%	27.21	1.036	1	1	3.55	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 40	28%	13%	85%	27.21	1.036	1	1	3.55	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 45	15%	12%	85%	24.00	1.036	1	0.25	2.99	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 46	15%	12%	85%	24.00	1.036	1	1	2.99	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 47	16%	11%	85%	23.65	1.036	1	3	2.59	0.75	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 52	19%	13%	85%	389.86	1.036	1	1	49.03	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 53	19%	13%	85%	389.86	1.036	1	1	49.03	0.25	DEMANDA VARIABLE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 65	34%	32%	85%	81.15	1.036	1	0.25	26.17	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 67	22%	22%	85%	19.86	1.036	1	0.25	4.39	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 68	24%	22%	85%	154.67	1.036	1	0.25	34.18	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 69	22%	22%	85%	330.80	1.036	1	0.25	73.11	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 70	22%	22%	85%	4.98	1.036	1	0.25	1.10	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 71	22%	22%	85%	365.01	1.036	1	0	80.68	0	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 72	22%	22%	85%	8.22	1.036	1	0	1.82	0	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 73	22%	22%	85%	2,737.59	1.036	1	0.25	605.08	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 74	22%	22%	85%	17.12	1.036	1	0.25	3.78	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 75	23%	22%	85%	23.34	1.036	1	0.25	5.16	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 76	22%	22%	85%	585.73	1.036	1	0.25	127.40	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 77	22%	22%	85%	94.68	1.036	1	0.25	20.93	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 78	22%	22%	85%	621.67	1.036	1	0.25	137.40	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 79	34%	36%	85%	1,776.42	1.036	1	1	641.15	0.25	DEMANDA VARIABLE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 80	34%	36%	85%	42.63	1.036	1	0.25	15.39	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 88	39%	18%	85%	758.39	1.036	1	1	138.82	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 89	39%	18%	85%	758.39	1.036	1	1	138.82	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 91	34%	17%	85%	1,370.67	1.036	1	1	236.99	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 92	39%	25%	85%	-	1.036	1	1	-	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 94	35%	18%	85%	1,370.92	1.036	1	1	244.18	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 98	29%	28%	85%	1,580.39	1.036	1	1	435.64	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 99	29%	28%	85%	37.93	1.036	1	0.25	10.46	0.0625	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 100	29%	28%	85%	36.35	1.036	0.25	1	10.02	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 148	4%	3%	85%	681,647.33	1.036	1	1	21,640.32	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 149	0%	0%	85%	608,311.33	1.036	1	1	-	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 150	0%	0%	85%	608.31	1.036	1	1	-	0.25	DEMANDA CONSTANTE
INSUMO 152	43%	37%	85%	84.47	1.036	1	1	31.24	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 165	31%	46%	85%	10.34	1.036	1	1	4.75	0.25	DEMANDA VARIABLE

INSUMO	PROMEDIO DE VARIACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	CONSUMO AÑO 2022	VALOR Z	Tiempo de tránsito (meses)	Tiempo de reacción (meses)	Desviación demanda	Desviación de Lead time al 25%	TIPO DE MATERIAL
INSUMO 166	31%	46%	85%	10,342.67	1.036	1	6	4,749.66	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 167	30%	23%	85%	376,348.00	1.036	1	6	87,439.28	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 168	30%	23%	85%	376.35	1.036	1	1	87.44	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 169	30%	23%	85%	376.35	1.036	1	1	87.44	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 170	37%	33%	85%	72,948.00	1.036	1	6	24,362.23	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 171	37%	33%	85%	72.95	1.036	1	1	24.36	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 175	31%	31%	85%	193.76	1.036	1	1	60.47	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 177	30%	31%	85%	0.13	1.036	1	6	0.04	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 178	30%	31%	85%	21,726.00	1.036	1	6	6,660.63	1.5	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 179	30%	31%	85%	21.73	1.036	1	1	6.66	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 180	30%	31%	85%	21.73	1.036	1	1	6.66	0.25	DEMANDA VARIABLE
INSUMO 185	64%	13%	85%	-	1.036	1	6	-	1.5	DEMANDA VARIABLE

Tabla²⁸ 23: Tipo de planificación, stock de seguridad con leadtime variable, stock de seguridad leadtime y demanda variable, punto de reorden, precio, monto, costo de pedido, costo de almacenamiento mensual

INSUMO	TIPO DE PLANIFICACIÓN	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE	PUNTO DE REORDEN	PRECIO (Q)	MONTO (Q)	COSTO DE PEDIDO (Q)	COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL (Q)
INSUMO 1	DETERMINISTA	10,557,469.59	10,566,854.92	34,761,289.28	4.26	44,974,820.46	0.50	386,656.02
INSUMO 2	DETERMINISTA	898,358.03	904,710.66	2,829,191.43	4.63	4,159,397.70	0.50	107,277.10
INSUMO 3	DETERMINISTA	371.46	378.55	1,648.85	319.65	118,736.68	0.50	3,062.40
INSUMO 4	DETERMINISTA	512.34	520.39	2,274.22	60.30	30,894.20	0.50	796.81
INSUMO 5	DETERMINISTA	7,002.00	7,135.15	31,080.93	17.67	123,725.29	0.50	3,191.06
INSUMO 6	DETERMINISTA	34.53	35.25	153.28	766.90	26,481.55	0.50	683.00
INSUMO 7	DETERMINISTA	163.86	166.54	727.36	70.05	11,478.53	0.50	296.05
INSUMO 9	DETERMINISTA	13,980.67	14,011.09	40,022.74	9.61	134,354.26	0.50	2,310.13
INSUMO 10	DETERMINISTA	5,562.65	5,668.33	24,691.87	11.16	62,079.19	0.50	1,601.12
INSUMO 11	DETERMINISTA	4,164.56	4,431.53	18,485.92	340.90	1,419,697.84	0.50	36,616.14
INSUMO 12	DETERMINISTA	86.49	134.37	532.66	5.94	513.77	0.50	53.00
INSUMO 13	DETERMINISTA	258.72	401.92	1,593.30	5.94	1,536.82	0.50	158.55
INSUMO 14	DETERMINISTA	344.64	535.37	2,122.42	5.94	2,047.19	0.50	211.20
INSUMO 15	DETERMINISTA	85.92	133.45	529.14	24.31	2,088.80	0.50	215.49
INSUMO 16	DETERMINISTA	86.49	134.37	532.66	6.05	523.30	0.50	53.99
INSUMO 17	DETERMINISTA	258.72	401.92	1,593.30	6.07	1,570.46	0.50	162.02
INSUMO 18	DETERMINISTA	85.92	133.45	529.14	29.48	2,533.03	0.50	261.32
INSUMO 19	DETERMINISTA	344.64	535.37	2,122.42	5.77	1,988.60	0.50	205.16
INSUMO 20	DETERMINISTA	1,327.68	2,951.82	8,176.26	47.19	62,653.31	0.50	6,463.69
INSUMO 21	DETERMINISTA	5.57	8.49	34.28	17.98	100.09	0.50	10.33

²⁸ Datos obtenidos de igual forma que Sección 12.3 TablaNo.20 utilizando Calculo de muestra según sección 12.2 Cálculo 8-9, PRECIO, MONTO, COSTO DE PEDIDO Y COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL explicados en sección de resultados.

INSUMO	TIPO DE PLANIFICACIÓN	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE	PUNTO DE REORDEN	PRECIO (Q)	MONTO (Q)	COSTO DE PEDIDO (Q)	COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL (Q)
INSUMO 22	DETERMINISTA	72.25	110.42	444.91	7.26	524.51	0.50	54.11
INSUMO 23	DETERMINISTA	143.23	218.04	882.03	10.24	1,466.64	0.50	151.31
INSUMO 24	DETERMINISTA	16.10	24.51	99.15	265.45	4,273.98	0.50	440.93
INSUMO 25	DETERMINISTA	22.29	33.95	137.28	228.49	5,093.48	0.50	525.47
INSUMO 27	DETERMINISTA	917.39	1,397.75	5,649.55	3.02	2,770.51	0.50	285.82
INSUMO 28	DETERMINISTA	1,601.34	2,440.50	9,861.53	1.10	1,761.47	0.50	181.72
INSUMO 29	VARIABLE	10,505.78	15,289.10	46,633.76	30.68	469,069.60	0.50	16,626.10
INSUMO 30	DETERMINISTA	69.64	70.00	229.29	308.10	21,455.38	0.50	368.91
INSUMO 31	VARIABLE	10,102.45	15,302.47	44,843.43	41.61	636,735.55	0.50	21,683.58
INSUMO 43	DETERMINISTA	1,794.08	4,075.03	11,048.51	18.15	32,562.63	0.50	3,359.36
INSUMO 44	DETERMINISTA	11,064.52	11,075.07	34,845.39	16.87	186,658.42	0.50	9,628.40
INSUMO 49	DETERMINISTA	154.71	155.19	598.07	479.46	74,178.16	0.50	1,275.44
INSUMO 50	DETERMINISTA	1,616.28	1,621.78	6,248.08	174.13	281,442.47	0.50	4,839.22
INSUMO 51	DETERMINISTA	7.68	7.75	34.07	475.31	3,648.00	0.50	94.09
INSUMO 55	DETERMINISTA	17,517.93	19,391.63	57,679.16	151.57	2,655,193.29	0.50	182,617.11
INSUMO 56	DETERMINISTA	-	2,469.79	6,561.30	521.61	-	0.50	205,346.52
INSUMO 57	VARIABLE	871.48	975.85	2,744.55	60.70	59,233.99	0.50	2,728.68
INSUMO 60	VARIABLE	-	12,083.79	5,072.73	521.09	6,296,742.86	0.50	158,600.84
INSUMO 61	VARIABLE	8,809.42	15,168.24	27,743.43	37.16	563,651.85	0.50	16,886.11
INSUMO 62	VARIABLE	96.96	154.22	347.05	30.36	4,682.18	0.50	303.70
INSUMO 63	VARIABLE	11,145.89	12,699.85	35,101.65	17.12	217,421.46	0.50	9,842.94
INSUMO 96	VARIABLE	291,925.09	412,551.22	1,295,816.54	1.16	478,559.42	0.50	17,467.71
INSUMO 97	VARIABLE	-	7,212.17	6,023.35	737.34	5,317,821.58	0.50	266,475.35
INSUMO 108	VARIABLE	75,927.54	149,424.84	337,032.20	0.84	125,516.87	0.50	3,289.92

INSUMO	TIPO DE PLANIFICACIÓN	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE	PUNTO DE REORDEN	PRECIO (Q)	MONTO (Q)	COSTO DE PEDIDO (Q)	COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL (Q)
INSUMO 109	VARIABLE	-	2,654.67	3,916.57	736.62	1,955,481.67	0.50	69,240.57
INSUMO 36	VARIABLE	95.77	142.28	561.54	20.11	2,861.33	0.50	140.50
INSUMO 37	DETERMINISTA	883.63	993.68	5,181.28	37.37	33,021.14	0.50	2,409.05
INSUMO 41	VARIABLE	300.91	401.22	1,764.41	66.65	26,741.32	0.50	1,463.13
INSUMO 48	DETERMINISTA	23.76	23.93	100.79	647.39	15,380.27	0.50	374.02
INSUMO 64	VARIABLE	18,112.75	40,408.76	106,206.92	1.17	47,278.25	0.50	1,546.05
INSUMO 66	VARIABLE	311.69	384.53	1,259.14	30.35	11,670.49	0.50	690.13
INSUMO 81	VARIABLE	-	1,537.01	912.11	521.94	802,225.31	0.50	11,425.56
INSUMO 85	VARIABLE	119.55	727.77	991.74	4.67	3,398.69	0.50	81.46
INSUMO 95	VARIABLE	75.81	99.44	444.54	42.39	4,215.06	0.50	234.45
INSUMO 58	DETERMINISTA	978.70	1,167.45	4,344.33	37.60	36,799.24	0.50	1,898.22
INSUMO 102	VARIABLE	258.89	489.72	1,045.87	16.85	8,251.73	0.50	318.25
INSUMO 103	VARIABLE	129.45	356.86	759.03	271.12	96,750.91	0.50	2,560.39
INSUMO 104	VARIABLE	10,787.21	29,738.03	63,252.49	0.77	22,898.29	0.50	605.97
INSUMO 105	VARIABLE	-	832.01	393.49	2,116.03	1,760,551.28	0.50	19,983.26
INSUMO 111	DETERMINISTA	50.31	50.83	213.42	58.04	2,919.79	0.50	71.00
INSUMO 112	DETERMINISTA	6.72	8.01	39.39	484.62	3,255.40	0.50	237.50
INSUMO 113	VARIABLE	14,386.35	28,814.35	84,356.57	0.83	23,915.91	0.50	871.13
INSUMO 114	VARIABLE	-	1,500.44	1,049.55	736.74	1,105,436.88	0.50	18,557.95
INSUMO 145	DETERMINISTA	1,281,251.33	1,290,860.06	5,435,627.33	0.04	47,918.81	0.50	1,165.30
INSUMO 146	VARIABLE	-	1,568,576.80	4,429,002.67	0.92	1,443,090.66	0.50	17,462.92
INSUMO 147	VARIABLE	178.66	233.05	1,047.60	58.30	13,586.57	0.50	759.89
INSUMO 151	VARIABLE	3,380,920.97	3,449,070.32	12,630,463.97	1.04	3,587,033.13	0.50	42,753.44
INSUMO 153	VARIABLE	364.16	1,139.79	2,135.30	45.46	51,814.71	0.50	1,207.74

INSUMO	TIPO DE PLANIFICACIÓN	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE	PUNTO DE REORDEN	PRECIO (Q)	MONTO (Q)	COSTO DE PEDIDO (Q)	COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL (Q)
INSUMO 154	VARIABLE	362.20	1,126.94	2,123.79	37.60	42,372.95	0.50	993.54
INSUMO 155	VARIABLE	364.16	1,139.79	2,135.30	25.41	28,961.98	0.50	675.07
INSUMO 156	VARIABLE	-	1,256,968.98	3,413,592.00	1.40	1,759,756.57	0.50	21,240.13
INSUMO 158	DETERMINISTA	248.42	248.42	1,456.67	55.78	13,857.07	0.50	1,010.94
INSUMO 159	DETERMINISTA	-	1,490,541.68	4,228,863.33	1.15	-	0.50	20,842.26
INSUMO 160	DETERMINISTA	248.42	248.42	1,456.67	44.05	10,943.06	0.50	798.35
INSUMO 38	VARIABLE	5.25	8.61	45.78	52.27	449.83	0.50	31.78
INSUMO 39	VARIABLE	7.05	10.19	61.48	75.75	771.84	0.50	61.84
INSUMO 40	VARIABLE	7.05	10.19	61.48	165.33	1,684.59	0.50	134.98
INSUMO 45	VARIABLE	-	15.60	30.00	518.44	8,085.83	0.50	373.25
INSUMO 46	VARIABLE	6.22	8.79	54.21	160.95	1,414.14	0.50	115.87
INSUMO 47	VARIABLE	18.38	18.73	112.98	78.41	1,468.56	0.50	55.63
INSUMO 52	VARIABLE	101.02	143.29	880.73	37.68	5,399.24	0.50	440.69
INSUMO 53	VARIABLE	101.02	143.29	880.73	48.10	6,892.34	0.50	562.56
INSUMO 65	VARIABLE	-	135.73	101.44	521.77	70,820.02	0.50	1,270.27
INSUMO 67	VARIABLE	1.29	22.78	26.11	26.18	596.40	0.50	15.60
INSUMO 68	VARIABLE	10.02	177.41	203.36	11.81	2,095.16	0.50	54.80
INSUMO 69	VARIABLE	21.43	379.49	434.92	12.36	4,690.54	0.50	122.66
INSUMO 70	VARIABLE	0.32	5.72	6.55	19.74	112.82	0.50	2.95
INSUMO 71	VARIABLE	-	-	365.01	28.82	-	0.50	315.59
INSUMO 72	VARIABLE	-	-	8.22	220.88	-	0.50	54.45
INSUMO 73	VARIABLE	177.33	3,140.61	3,599.32	8.19	25,721.61	0.50	672.63
INSUMO 74	VARIABLE	1.11	19.64	22.50	131.00	2,572.20	0.50	67.26
INSUMO 75	VARIABLE	1.51	26.77	30.68	22.02	589.46	0.50	15.42

INSUMO	TIPO DE PLANIFICACIÓN	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE	PUNTO DE REORDEN	PRECIO (Q)	MONTO (Q)	COSTO DE PEDIDO (Q)	COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL (Q)
INSUMO 76	VARIABLE	37.94	661.29	770.11	1.67	1,104.36	0.50	29.35
INSUMO 77	VARIABLE	6.13	108.62	124.48	81.76	8,880.57	0.50	232.23
INSUMO 78	VARIABLE	40.27	713.19	817.36	7.00	4,992.34	0.50	130.55
INSUMO 79	VARIABLE	460.28	1,406.48	4,013.12	1.12	1,575.25	0.50	59.69
INSUMO 80	VARIABLE	-	79.79	53.29	521.88	41,640.52	0.50	667.49
INSUMO 88	VARIABLE	196.50	348.45	1,713.28	0.71	247.40	0.50	16.15
INSUMO 89	VARIABLE	196.50	348.45	1,713.28	0.37	128.93	0.50	8.42
INSUMO 91	VARIABLE	355.15	606.19	3,096.48	0.71	430.39	0.50	29.20
INSUMO 92	VARIABLE	-	-	-	0.39	-	0.50	-
INSUMO 94	VARIABLE	355.22	618.36	3,097.05	0.38	234.98	0.50	15.63
INSUMO 98	VARIABLE	409.49	991.54	3,570.27	0.80	793.23	0.50	37.93
INSUMO 99	VARIABLE	-	54.24	47.41	737.20	39,983.98	0.50	838.85
INSUMO 100	VARIABLE	9.42	16.04	54.85	17.00	272.64	0.50	18.54
INSUMO 148	DETERMINISTA	176,620.51	182,227.88	1,539,915.18	1.10	194,282.57	0.50	22,494.36
INSUMO 149	DETERMINISTA	157,618.54	157,618.54	1,374,241.21	0.04	6,194.41	0.50	717.20
INSUMO 150	DETERMINISTA	157.62	157.62	1,374.24	60.07	9,468.15	0.50	1,096.24
INSUMO 152	VARIABLE	21.89	68.36	190.84	26.13	1,786.15	0.50	66.22
INSUMO 165	VARIABLE	2.68	10.20	23.37	97.76	997.51	0.50	30.33
INSUMO 166	VARIABLE	16,079.23	17,074.12	88,477.89	0.07	1,195.19	0.50	21.72
INSUMO 167	VARIABLE	585,089.45	594,565.65	3,219,525.45	0.05	30,976.87	0.50	588.23
INSUMO 168	VARIABLE	97.51	205.82	850.21	50.26	10,344.37	0.50	567.46
INSUMO 169	VARIABLE	97.51	205.82	850.21	41.60	8,561.99	0.50	469.68
INSUMO 170	VARIABLE	113,408.61	117,172.08	624,044.61	0.07	8,202.05	0.50	153.19
INSUMO 171	VARIABLE	18.90	53.92	164.80	98.88	5,331.71	0.50	216.39

INSUMO	TIPO DE PLANIFICACIÓN	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME Y DEMANDA VARIABLE	PUNTO DE REORDEN	PRECIO (Q)	MONTO (Q)	COSTO DE PEDIDO (Q)	COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL (Q)
INSUMO 175	VARIABLE	50.20	135.03	437.72	37.23	5,027.20	0.50	216.41
INSUMO 177	VARIABLE	0.20	0.20	1.09	86.38	17.62	0.50	0.33
INSUMO 178	VARIABLE	33,776.33	34,723.26	185,858.33	0.09	3,125.09	0.50	58.66
INSUMO 179	VARIABLE	5.63	14.91	49.08	50.27	749.53	0.50	32.76
INSUMO 180	VARIABLE	5.63	14.91	49.08	44.58	664.69	0.50	29.06
INSUMO 185	VARIABLE	-	-	-	1.16	-	0.50	-

Tabla²⁹ 24: Costo total de material indirecto, costo unitario de almacenamiento, rendimiento (UMB/UN Producto), pérdida monetaria por faltante, EOQ simple, EOQ variable, frecuencia anual.

INSUMO	COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO (Q)	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO (Q)	RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	PÉRDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE (Q)	EOQ Simple	EOQ VARIABLE	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 1	381,952.90	0.13	25.74872463	128.74	14,641,456.80	14,641,456.80	2.45
INSUMO 2	105,950.86	0.14	100.431857	502.16	3,736,859.99	3,736,859.99	2.45
INSUMO 3	3,022.95	9.59	235294.1176	1,176,470.59	1,544.20	1,544.20	2.45
INSUMO 4	784.75	1.81	190476.1905	952,380.95	2,124.52	2,124.52	2.45
INSUMO 5	3,149.24	0.53	12519.56182	62,597.81	29,101.73	29,101.73	2.45
INSUMO 6	678.15	23.01	2400000	12,000,000.00	144.35	144.35	2.45
INSUMO 7	292.37	2.10	585365.8537	2,926,829.27	680.98	680.98	2.45
INSUMO 9	2,285.27	0.29	10135.13514	50,675.68	38,828.46	38,828.46	2.45
INSUMO 10	1,580.28	0.33	15768.72536	78,843.63	23,119.87	23,119.87	2.45
INSUMO 11	36,369.01	10.23	12000	60,000.00	17,421.51	17,421.51	2.45
INSUMO 12	52.80	0.18	250000	1,250,000.00	1,444.55	1,444.55	2.44
INSUMO 13	156.93	0.18	83623.69338	418,118.47	4,307.33	4,307.33	2.45
INSUMO 14	208.88	0.18	62827.22513	314,136.13	5,735.56	5,735.56	2.45
INSUMO 15	213.11	0.73	252631.5789	1,263,157.89	1,429.89	1,429.89	2.45
INSUMO 16	53.76	0.18	250000	1,250,000.00	1,444.42	1,444.42	2.44
INSUMO 17	160.35	0.18	83623.69338	418,118.47	4,307.18	4,307.18	2.45
INSUMO 18	258.33	0.88	252631.5789	1,263,157.89	1,429.60	1,429.60	2.45
INSUMO 19	202.92	0.17	62827.22513	314,136.13	5,735.76	5,735.76	2.45
INSUMO 20	6,007.83	1.42	6000	30,000.00	20,789.01	20,789.01	2.45

²⁹ Datos obtenidos de igual forma que Sección 12.3 TablaNo.20 utilizando Calculo de muestra según sección 12.2 Cálculo 10-11,COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO, COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO, RENDIMIENTO, PERDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE explicado el proceso de dato en sección de resultados.

INSUMO	COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO (Q)	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO (Q)	RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	PÉRDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE (Q)	EOQ Simple	EOQ VARIABLE	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 21	10.69	0.54	4000000	20,000,000.00	94.79	94.79	2.39
INSUMO 22	53.88	0.22	307692.3077	1,538,461.54	1,206.18	1,206.18	2.44
INSUMO 23	149.76	0.31	156862.7451	784,313.73	2,384.20	2,384.20	2.45
INSUMO 24	435.38	7.96	1411764.706	7,058,823.53	267.68	267.68	2.45
INSUMO 25	518.79	6.85	1000000	5,000,000.00	370.59	370.59	2.45
INSUMO 27	282.45	0.09	24439.91853	122,199.59	15,259.43	15,259.43	2.45
INSUMO 28	179.76	0.03	13994.1691	69,970.85	26,649.42	26,649.42	2.45
INSUMO 29	16,626.60	0.92	1000	5,000.00	88,496.45	88,504.59	2.45
INSUMO 30	361.10	9.24	1090909.091	5,454,545.45	191.26	191.26	2.45
INSUMO 31	21,684.08	1.25	1000	5,000.00	85,098.65	85,109.27	2.45
INSUMO 43	3,358.04	0.54	7500	37,500.00	30,210.75	30,210.97	2.45
INSUMO 44	9,613.88	0.51	705.8823529	3,529.41	93,058.68	93,065.36	2.45
INSUMO 49	1,239.00	14.38	436363.6364	2,181,818.18	421.91	421.91	2.45
INSUMO 50	4,773.02	5.22	43956.04396	219,780.22	4,475.91	4,475.91	2.45
INSUMO 51	92.07	14.26	4000000	20,000,000.00	31.55	31.55	2.44
INSUMO 55	182,503.97	4.55	1000	5,000.00	196,626.86	196,716.24	2.45
INSUMO 56	205,019.28	15.65	1000	5,000.00	64,184.86	64,285.22	2.45
INSUMO 57	2,729.18	1.82	1000	5,000.00	7,341.56	7,342.89	2.45
INSUMO 60	158,601.34	15.63	1000	5,000.00	49,702.45	49,780.09	2.45
INSUMO 61	16,886.61	1.11	600	3,000.00	74,206.95	74,220.74	2.45
INSUMO 62	304.13	0.91	53333.33333	266,666.67	1,634.52	1,634.53	2.45
INSUMO 63	9,841.10	0.51	960	4,800.00	93,867.10	93,872.12	2.45
INSUMO 96	17,462.34	0.03	24	120.00	2,458,230.70	2,458,587.11	2.45
INSUMO 97	266,386.31	22.12	1000	5,000.00	58,996.75	59,127.11	2.45

INSUMO	COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO (Q)	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO (Q)	RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	PÉRDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE (Q)	EOQ Simple	EOQ VARIABLE	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 108	3,290.42	0.03	24	120.00	639,621.80	639,688.96	2.45
INSUMO 109	69,241.07	22.10	1000	5,000.00	15,349.81	15,383.70	2.45
INSUMO 36	140.45	0.60	772.2007722	3,861.00	328.65	328.68	8.47
INSUMO 37	1,660.23	1.12	1000	5,000.00	2,093.99	2,094.22	8.48
INSUMO 41	1,463.63	2.00	1000	5,000.00	1,035.03	1,035.23	8.48
INSUMO 48	315.01	19.42	258064.5161	1,290,322.58	22.92	22.92	8.48
INSUMO 64	1,546.55	0.04	24	120.00	62,302.05	62,311.17	8.48
INSUMO 66	690.63	0.91	705.8823529	3,529.41	1,072.31	1,072.45	8.48
INSUMO 81	11,426.06	15.66	1000	5,000.00	1,031.95	1,033.57	8.49
INSUMO 85	79.11	0.14	784.9293564	3,924.65	796.08	796.10	8.46
INSUMO 95	234.95	1.27	1000	5,000.00	261.01	261.04	8.48
INSUMO 58	1,898.72	1.13	1000	5,000.00	8,245.16	8,245.16	2.45
INSUMO 102	318.75	0.51	500	2,500.00	891.06	891.15	8.48
INSUMO 103	2,560.89	8.13	1000	5,000.00	445.23	445.59	8.48
INSUMO 104	606.47	0.02	12	60.00	37,113.86	37,121.00	8.48
INSUMO 105	19,983.76	63.48	1000	5,000.00	445.19	448.01	8.49
INSUMO 111	59.87	1.74	42328.04233	211,640.21	48.42	48.42	8.45
INSUMO 112	199.00	14.54	105726.8722	528,634.36	19.33	19.33	8.47
INSUMO 113	871.63	0.02	24	120.00	49,490.62	49,495.75	8.48
INSUMO 114	18,558.45	22.10	1000	5,000.00	1,187.45	1,190.07	8.49
INSUMO 145	824.92	0.00	1	5.00	1,039,452.79	1,039,569.41	8.48
INSUMO 146	10,599.05	0.03	1	5.00	543,078.36	544,575.19	8.49
INSUMO 147	325.40	1.75	1000	5,000.00	262.91	262.95	8.48
INSUMO 151	33,451.77	0.03	1	5.00	1,516,268.89	1,520,992.29	8.49

INSUMO	COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO (Q)	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO (Q)	RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	PÉRDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE (Q)	EOQ Simple	EOQ VARIABLE	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 153	821.26	1.36	1000	5,000.00	851.36	851.48	8.48
INSUMO 154	673.97	1.13	1000	5,000.00	844.67	844.76	8.48
INSUMO 155	459.27	0.76	1000	5,000.00	851.56	851.63	8.48
INSUMO 156	20,642.55	0.04	1	5.00	695,062.33	697,975.49	8.49
INSUMO 158	919.23	1.67	1000	5,000.00	776.64	776.77	8.48
INSUMO 159	18,941.69	0.03	1	5.00	776,441.78	779,115.90	8.49
INSUMO 160	726.03	1.32	1000	5,000.00	776.70	776.80	8.48
INSUMO 38	32.28	1.57	1000	5,000.00	28.88	28.89	8.42
INSUMO 39	62.34	2.27	1000	5,000.00	38.64	38.65	8.45
INSUMO 40	135.48	4.96	1000	5,000.00	38.56	38.58	8.47
INSUMO 45	373.75	15.55	1000	5,000.00	33.96	34.01	8.48
INSUMO 46	116.37	4.83	1000	5,000.00	34.01	34.03	8.47
INSUMO 47	54.89	2.35	20134.22819	100,671.14	32.85	32.85	8.45
INSUMO 52	429.23	1.13	1000	5,000.00	536.68	536.74	8.48
INSUMO 53	547.79	1.44	1000	5,000.00	536.62	536.69	8.48
INSUMO 65	1,270.77	15.65	1000	5,000.00	114.79	114.97	8.48
INSUMO 67	16.10	0.79	14475.27141	72,376.36	28.53	28.53	8.35
INSUMO 68	55.30	0.35	1973.359645	9,866.80	219.73	219.73	8.45
INSUMO 69	123.16	0.37	868.9670155	4,344.84	468.77	468.79	8.47
INSUMO 70	3.45	0.59	57692.30769	288,461.54	7.62	7.62	7.85
INSUMO 71	316.09	0.86	787.5049219	3,937.52	516.62	516.67	8.48
INSUMO 72	54.95	6.63	34985.42274	174,927.11	11.67	11.67	8.45
INSUMO 73	673.13	0.25	105.0011156	525.01	3,872.98	3,873.88	8.48
INSUMO 74	67.76	3.93	16794.96151	83,974.81	24.30	24.30	8.45

INSUMO	COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO (Q)	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO (Q)	RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	PÉRDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE (Q)	EOQ Simple	EOQ VARIABLE	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 75	15.92	0.66	12786.36121	63,931.81	33.53	33.53	8.35
INSUMO 76	29.84	0.05	497.3371739	2,486.69	835.21	835.22	8.41
INSUMO 77	232.73	2.45	3036.053131	15,180.27	134.04	134.05	8.48
INSUMO 78	31.05	0.21	462.3832001	2,311.92	880.86	880.90	8.47
INSUMO 79	60.19	0.03	24	120.00	2,522.73	2,523.09	8.45
INSUMO 80	667.99	15.66	1000	5,000.00	60.32	60.41	8.48
INSUMO 88	16.65	0.02	1	5.00	1,089.00	1,091.31	8.36
INSUMO 89	8.92	0.01	1	5.00	1,103.92	1,105.14	8.24
INSUMO 91	29.70	0.02	1	5.00	1,954.94	1,959.10	8.41
INSUMO 92	0.50	0.01	1	5.00	-	-	-
INSUMO 94	16.13	0.01	1	5.00	1,969.54	1,971.78	8.35
INSUMO 98	38.43	0.02	24	120.00	2,249.69	2,249.92	8.43
INSUMO 99	839.35	22.12	1000	5,000.00	53.66	53.77	8.48
INSUMO 100	19.04	0.51	1043.478261	5,217.39	52.09	52.10	8.37
INSUMO 148	10,533.35	0.03	1	5.00	451,395.63	452,882.78	8.49
INSUMO 149	290.35	0.00	1	5.00	347,971.89	348,012.92	8.48
INSUMO 150	443.53	1.80	1000	5,000.00	347.87	347.93	8.48
INSUMO 152	58.42	0.78	1000	5,000.00	104.95	104.95	8.45
INSUMO 165	24.69	2.93	1000	5,000.00	11.78	11.78	8.40
INSUMO 166	17.82	0.00	1	5.00	11,829.71	11,829.71	8.37
INSUMO 167	588.73	0.00	1	5.00	532,462.60	532,545.82	8.48
INSUMO 168	567.96	1.51	1000	5,000.00	532.47	532.55	8.48
INSUMO 169	470.18	1.25	1000	5,000.00	532.52	532.59	8.48
INSUMO 170	153.69	0.00	1	5.00	103,332.27	103,353.97	8.47

INSUMO	COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO (Q)	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO (Q)	RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	PÉRDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE (Q)	EOQ Simple	EOQ VARIABLE	FRECUENCIA ANUAL
INSUMO 171	216.89	2.97	1000	5,000.00	103.28	103.31	8.48
INSUMO 175	216.91	1.12	1000	5,000.00	274.33	274.36	8.48
INSUMO 177	0.83	2.59	170212.766	851,063.83	0.29	0.29	5.35
INSUMO 178	59.16	0.00	1	5.00	30,855.87	30,864.20	8.45
INSUMO 179	33.26	1.51	1000	5,000.00	30.96	30.96	8.42
INSUMO 180	29.56	1.34	1000	5,000.00	30.99	30.99	8.41
INSUMO 185	0.50	0.03	1	5.00	-	-	-

Tabla 25: Características de flujo másico para maceración arroz³⁰

Flujo másico 1 (maceración arroz)				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
160	Agua ³¹	67%	4.178	2.79
20	Arroz ³²	8%	0.78	0.07
18.4	Azúcar no fermentable (Fécula de almidones) ³³	8%	1.74	0.13
40	Azúcar fermentable (Maltosa) ³⁴	17%	1.27	0.21
1.6	Lípidos (Serina) ³⁵	1%	1.28	0.01
240	Flujo másico total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	3.20
			Entalpía Kj/Kg	320.39

Tabla 26: Características de flujo másico para maceración total

Flujo másico maceración total				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
6320	Agua	67%	4.18	2.81
20	Arroz	0%	0.78	0.00
750	Malta	8%	2.70	0.22
708.4	azúcar no fermentable	8%	1.74	0.13
1540	azúcar fermentable	16%	1.27	0.21
61.6	lípidos	1%	1.28	0.01
9400	Flujo Másico Total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	3.37
			Entalpía Kj/Kg	262.49

³⁰ Cálculos basados en Calculo de Muestra 12.2 Cálculo 13-25 al igual que la Tabla 22-42.

³¹ Valor de Cp. a 25°C obtenido en Tabla A-9 de Cengel Transferencia de Calor para todo valor de calor específico para agua.

³² Valor de Cp en https://www.researchgate.net/publication/248158284_Thermophysical_properties_of_medium_grain_rough_rice_LIDO_cultivar_at_medium_and_low_temperatures

³³ Valor de Cp en <http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/Journal%20of%20food%20science/1999%20v.64/no.1/jfsv64n1p141-144ms4887%5B1%5D.pdf>

³⁴ Valor de Cp En Valor de Cp en <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C69794&Mask=2>

³⁵ Valor de Cp en Heat capacities of amino acids, peptides and proteins

Tabla 27: Flujo másico de purga de filtro Lauter/Cuba³⁶

Flujo másico purga filtro Lauter/ Cuba				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
189.6	agua	18%	4.18	0.77
20	arroz	2%	0.78	0.02
750	malta	73%	2.70	1.97
21.252	azúcar no fermentable	2%	1.74	0.04
46.2	azúcar fermentable	4%	1.27	0.06
1.848	lípidos	0%	1.28	0.00
1027.05		100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	2.85
			Entalpía Kj/Kg	71.28

Tabla 28: Flujo másico de producto filtro Lauter

Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
9309.82	agua	81%	4.178	3.368
0.00	arroz	0%	0.78	0.000
0.00	malta	0%	2.7	0.000
687.15	azúcar no fermentable	6%	1.74	0.104
1493.80	azúcar fermentable	13%	1.27	0.164
59.75	lípidos	1%	1.28	0.008
11550.52	Flujo Másico Total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	3.643
			Entalpía Kj/Kg	284.185

³⁶ Cálculos basados en sección 12.2 Cálculo 13-25 estos principios fueron aplicados para toda el área de balance de masa y energía .

Tabla 29: Flujo másico salida de cocción³⁷

Flujo másico salida de cocción				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
59.75	proteína	1%	1.28	0.01
687.15	azúcares no fermentables	6%	1.74	0.11
1493.80	azúcar fermentable	13%	1.27	0.17
8937.43	agua	80%	4.178	3.34
2.23	alfa ácido ³⁸	0%	0.31	0.00
11178.13	Flujo másico total		Cp Kj/Kg°C TOTAL	3.62
			Entalpía Kj/Kg	362.41

Tabla 30: Flujo másico de purgado de vapor de cocción

Vapor purgado por cocción				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
0	proteína	1.28	0	0
0	azúcares no fermentables	1.74	0	0
0	azúcar fermentable	1.27	0	0
372.39	agua	2676	1	2676
372.39	Flujo másico total		Entalpía Kj/Kg	2676.00

Tabla 31: Flujo másico de purga filtro Lauter

Purga filtro Whirlpool				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
51.39	proteína	100%	1.28	1.28
51.39	Flujo másico total		Cp Kj/Kg°C TOTAL	1.28
			Entalpía Kj/Kg	128

³⁷ Cálculo basado en Cálculo de Balance de Masa en Etapa de Cocción este aplica para toda la etapa de sala de cocción y Cálculo de Balance Filtro Whirlpool para calculo de mezcla de entalpias.

³⁸ Valor de CP para Alfa Acido dado en <https://search.molinstincts.com/properties/tDependentProperty.ce?0001-oxtf>

Tabla 32: Flujo másico de producto filtro Whirlpool

Producto filtro Whirlpool				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
8.37	proteína	0%	1.28	0.00
687.15	azúcares no fermentables	6%	1.74	0.11
1493.80	azúcar Fermentable	13%	1.27	0.17
8937.43	agua	80%	4.178	3.34
11126.74	Flujo másico total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	3.62
			Entalpía Kj/Kg	361.81

Tabla 33: Flujo másico de producto filtro Whirlpool frío

Producto Filtro Whirlpool Frío				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
8.37	proteína	0%	1.28	0.00
687.15	azúcares no fermentables	6%	1.74	0.11
1493.80	azúcar Fermentable	13%	1.27	0.17
8937.43	agua	80%	4.178	3.36
11126.74	Flujo másico total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	3.63
			Entalpía Kj/Kg	14.54

Tabla 34: Flujo másico de cerveza turbia

Cerveza turbia				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
8.37	proteína	0%	1.28	0.00
687.15	azúcares no fermentables	6%	1.74	0.11
0.00	azúcar fermentable	0%	1.27	0.00
8937.43	agua	79%	4.178	3.32
925.78	levadura ³⁹	8%	1.30	0.11
358.84	etanol	3%	2.57	0.08
343.24	CO2	3%	37.35	1.14
0.38	aire	0%	0.717	0.00
11261.19	Flujo másico total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	4.75
			Entalpía Kj/Kg	19.00

³⁹ Heat capacity measurements from 10 to 300K and derived thermodynamics functions of lyophilized cells of *saccharomyces cerevisiae* including the absolute entropy and the entropy of formation at 298.15K

Tabla 35: Flujo másico de purga de clarificación

Purga de clarificación				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
0.00	proteína	0%	1.28	0.00
687.15	azúcares no fermentables	43%	1.74	0.74
0.00	azúcar Fermentable	0%	1.27	0.00
0.00	agua	0%	4.178	0.00
925.78	levadura	57%	1.308	0.75
0.00	etanol	0%	2.57	0.00
0.00	CO2	0%	37.35	0.00
1612.92	Flujo másico total	100%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	1.49
			Entalpía Kj/Kg	-38.79

Tabla 36: Flujo másico de CO2 purgado

CO2 purgado				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
296.527108	CO2	100.00%	37.35	37.35
296.527108	Flujo másico total	100.00%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	37.35
			Entalpía Kj/Kg	-74.7

Tabla 37: Flujo másico de producto final

Producto final				
Kg/Mes	Material	% representativo	Cp Kj/Kg°C	Cp Kj/Kg°C parciales
8.37	proteína	0.09%	1.28	0.00
0.00	azúcares no fermentables	0.00%	1.74	0.00
0.00	azúcar Fermentable	0.00%	1.27	0.00
8937.43	agua	95.57%	4.18	3.99
0.00	levadura	0.00%	481.72	0.00
358.84	etanol	3.84%	2.57	0.10
46.71	CO2	0.50%	37.35	0.19
0.38	aire	0.00%	0.72	0.00
9351.74	Flujo Másico Total	100.00%	Cp Kj/Kg°C TOTAL	4.28
			Entalpía Kj/Kg	-8.56

Tabla 38: Flujo másico de producto final

Flujo másico de entrada kg/mes	flujo de arroz	80000
	flujo de agua	160000
	flujo de vapor	27448.3573
Flujo másico de salida kg/mes	agua líquida	27448.3573
	templa	240000
Entalpia de entrada kJ/kg	arroz	19.5
	agua	104.6
	vapor	2736.85
Entalpia de salida kJ/kg	agua líquida	601.99
	templa	320.39

Tabla 39: Balance de masa y energía para maceración total

Flujo másico de entrada kg/mes	flujo malta	3,000,000.00
	flujo de agua	6,320.00
	maceración 1	240,000.00
	flujo de vapor	1,078,006.90
Flujo másico de salida kg/mes	agua líquida	1,078,006.90
	templa	9,560,000.00
Entalpia de entrada kJ/kg	flujo malta	43.50
	flujo de agua	104.60
	maceración	320.39
	flujo de vapor	2,736.85
Entalpia de salida kJ/kg	agua líquida	601.99
	templa	262.49

Tabla 40: Balance de masa y energía para filtro Lauter

Flujo másico de entrada kg/mes	mosto	9,560,000.00
	flujo de riego	3,179,421.23
Flujo másico de salida kg/mes	purga de filtrado	1,028,900.00
	mosto	11,550,521.23
Entalpía de entrada kJ/kg	templa	262.49
	entalpia de riego	325.88
Entalpía de salida kJ/kg	purga de filtrado	71.28
	salida de filtrado	284.19

Tabla 41: Balance de masa y energía para sala de cocción

Flujo másico de entrada kg/mes	mosto	11,550,521.23
	alfa acido	2.23
	flujo de vapor	360,618.30
Flujo másico de salida kg/mes	flujo de agua saturada	360,618.30
	mosto	11,178,128.38
	vapor de agua	372.39
Entalpía de entrada kJ/kg	mosto	284.19
	alfa acido	-
	flujo de vapor	2,736.00
Entalpía de salida kJ/kg	flujo de agua saturada	602.00
	mosto	362.41
	vapor de agua	2,676.00

Tabla 42: Balance de masa y energía para calentar agua de riego

Flujo másico de entrada kg/mes	agua entrada	3,179.42
	vapor entrada	372.39
Flujo másico de salida kg/mes	agua salida	3,179.42
	vapor salida	372.39
Entalpia entrada kJ/kg	agua entrada	104.45
	vapor entrada	2,676.00
Entalpia salida kJ/kg	agua salida	325.88
	vapor salida	785.42

Tabla 43: Balance de masa y energía para salida casa cocción

Flujo másico de entrada kg/mes	mosto	11,178,128.38
Flujo másico de salida kg/mes	proteína/lípidos	51,386.72
	mosto	11,126,741.66
Entalpia de entrada	mosto	362.41
Entalpia de salida	proteína/lípido	128.00
	mosto	361.81

Tabla 44: Balance de masa y energía para producto Whirlpool

Flujo másico de entrada kg/mes	mosto	11,126,741.66
	amoniaco líquido	2,147,832.21
Flujo másico de salida kg/mes	amoniaco gas	2,147,832.21
	mosto	11,178,128.38
Entalpia de entrada kJ/kg	mosto	361.81
	amoniaco líquido	45.64
Entalpia de salida kJ/kg	amoniaco gas	1,753.40
	mosto	14.54

Tabla 47: Listado equipos para proceso de maceración

Nomenclatura	Descripción
T001	Silos de arroz
T002	Pozo de agua
T003	Silo de malta
TJ001	Tanque de maceración de arroz
TJ002	Tanque de maceración de malta
CP001	Bomba centrífuga de pozo de agua
CP002	Bomba centrífuga de tanque de maceración
CP003	Bomba centrifuga tanque de maceración arroz
LP001	Bomba de lóbulos maceración de arroz
HG001	Molino de martillo
CTV001	Válvula de bola controla intercambiador de calor maceración de arroz
CTV002	Válvula de bola controla intercambiador de calor maceración de arroz
CTV003	Válvula de bola controla intercambiador de calor maceración de malta
CTV004	Válvula de bola controla intercambiador de calor maceración de malta
RV001	Válvula de alivio caldera
TC001	Conexión T reflujó de maceración de arroz
TC002	Conexión T Tanque de agua-maceración mata, arroz y agua de riego
TC003	Conexión T maceración malta y maceración arroz/agua de riego
HE001	Intercambiador de calor en tanque enchaquetado maceración de arroz
HE002	Intercambiador de calor en tanque enchaquetado maceración de malta
TI001	Indicador de temperatura de maceración de arroz
TI002	Indicador de temperatura de maceración de malta
TI003	Indicador de temperatura de maceración de malta
TI004	Indicador de temperatura de maceración de malta
TI005	Indicador de temperatura de maceración de malta
Phi001	Indicador de pH maceración de arroz
Phi002	Indicador de pH maceración de malta
CT1	Controlador e indicador de temperatura de caldera
CP1	Controlador e indicador de presión en caldera

11.5 Diagrama de flujo filtro Lauter/Cuba y cocción

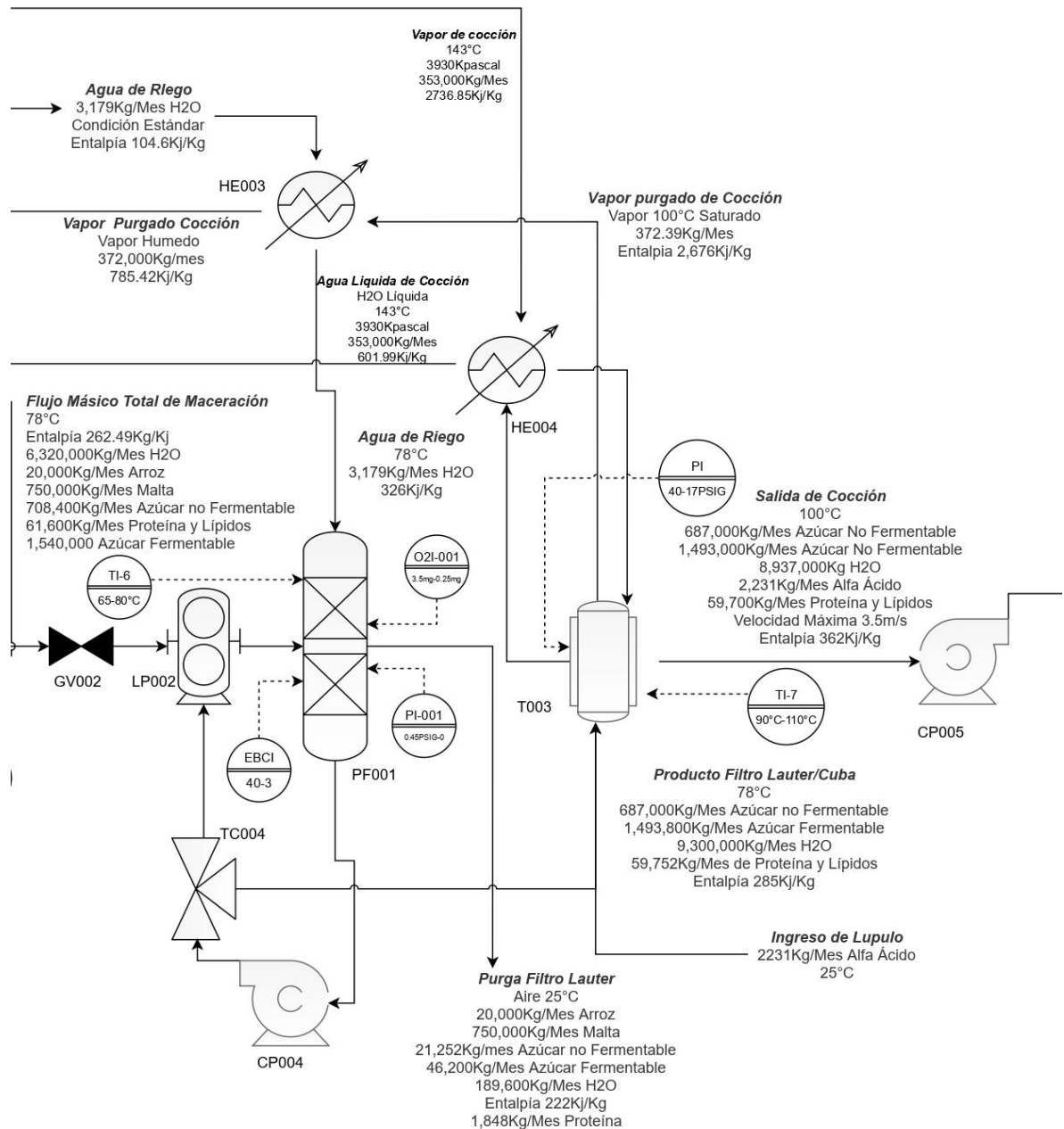


Ilustración 17: Diagrama de flujo filtro Lauter/cuba y cocción

Tabla 48: Listado equipo de filtro Lauter y cocción

Nomenclatura	Descripción
TJ003	Casa de cocción
CP004	Bomba centrífuga filtro Lauter
CP005	Bomba centrífuga filtro Whirlpool
LP002	Bomba de lóbulos filtro Lauter
PF	Filtro de empaque (Lauter)
TC004	Conexión T reflujo filtro Lauter
HE003	Intercambiador de calor para purga en sistema de riego filtro Lauter
HE004	Intercambiador de calor sistema de riego filtro Lauter
TI006	Indicador de temperatura filtro Lauter
TI007	Indicador de temperatura casa de cocción
EBCI	Indicador de turbidez
O2I-001	Indicador de oxígeno en filtro Lauter
PI-001	Indicador de presión en filtro Lauter
PI-002	Indicador de presión casa de cocimiento
GV003	Válvula de globo Lauter y cocción

11.6 Diagrama de flujo fermentador

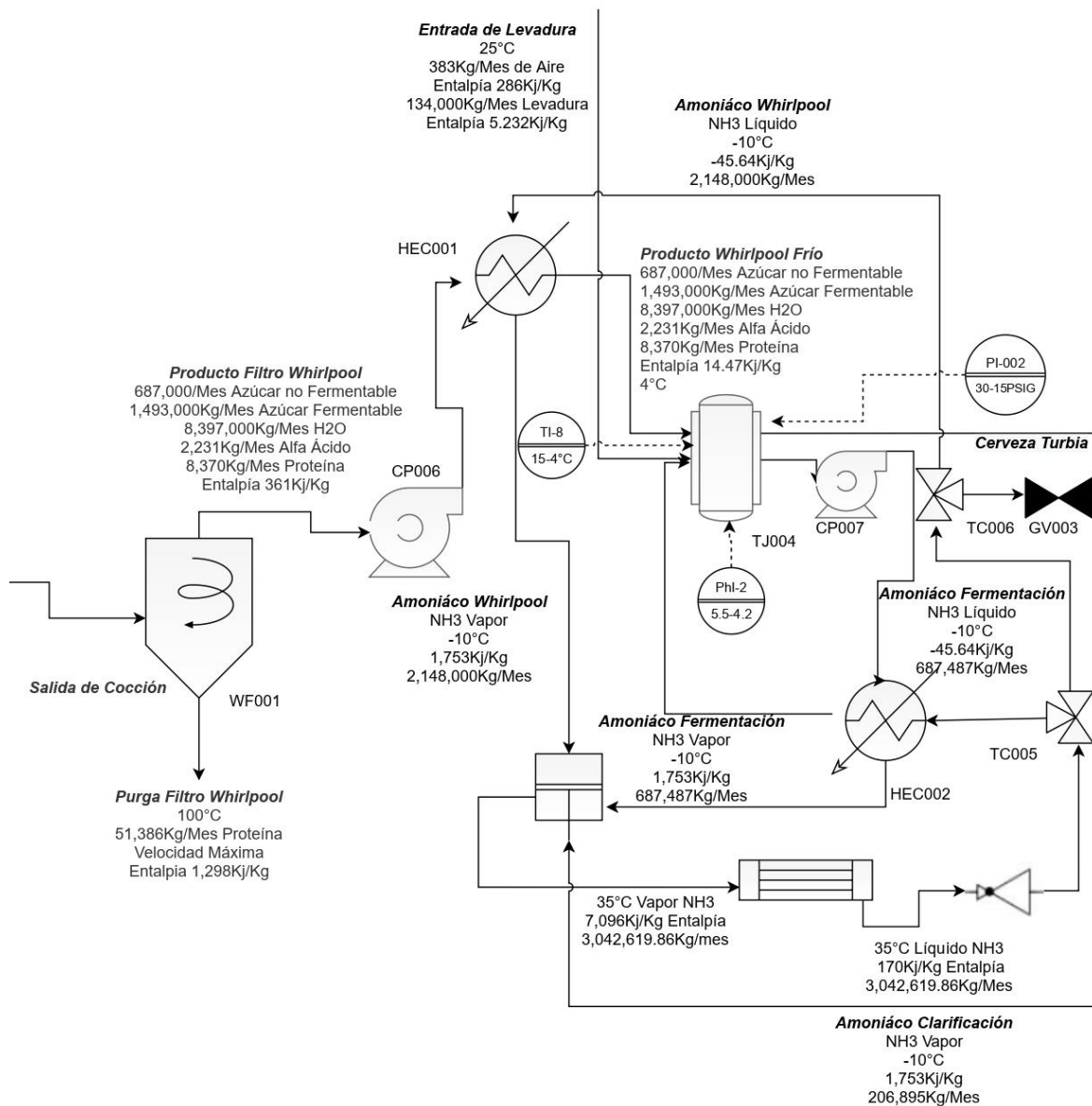


Ilustración 18: Diagrama de flujo fermentador

Tabla 49: Listado de equipos para fermentador

Nomenclatura	Descripción
TJ004	Tanque de fermentación
CP006	Bomba centrífuga entrada fermentación
CP007	Bomba centrífuga tanque de fermentación
WF	Filtro Whirlpool
TC005	Conexión T Sistema de amoniaco
HEC001	Enfriador en fermentador
HEC002	Condensador en sistema de amoniaco
TI008	Indicador de temperatura fermentador
PhI003	Indicador de pH fermentación

11.7 Diagrama de flujo clarificador

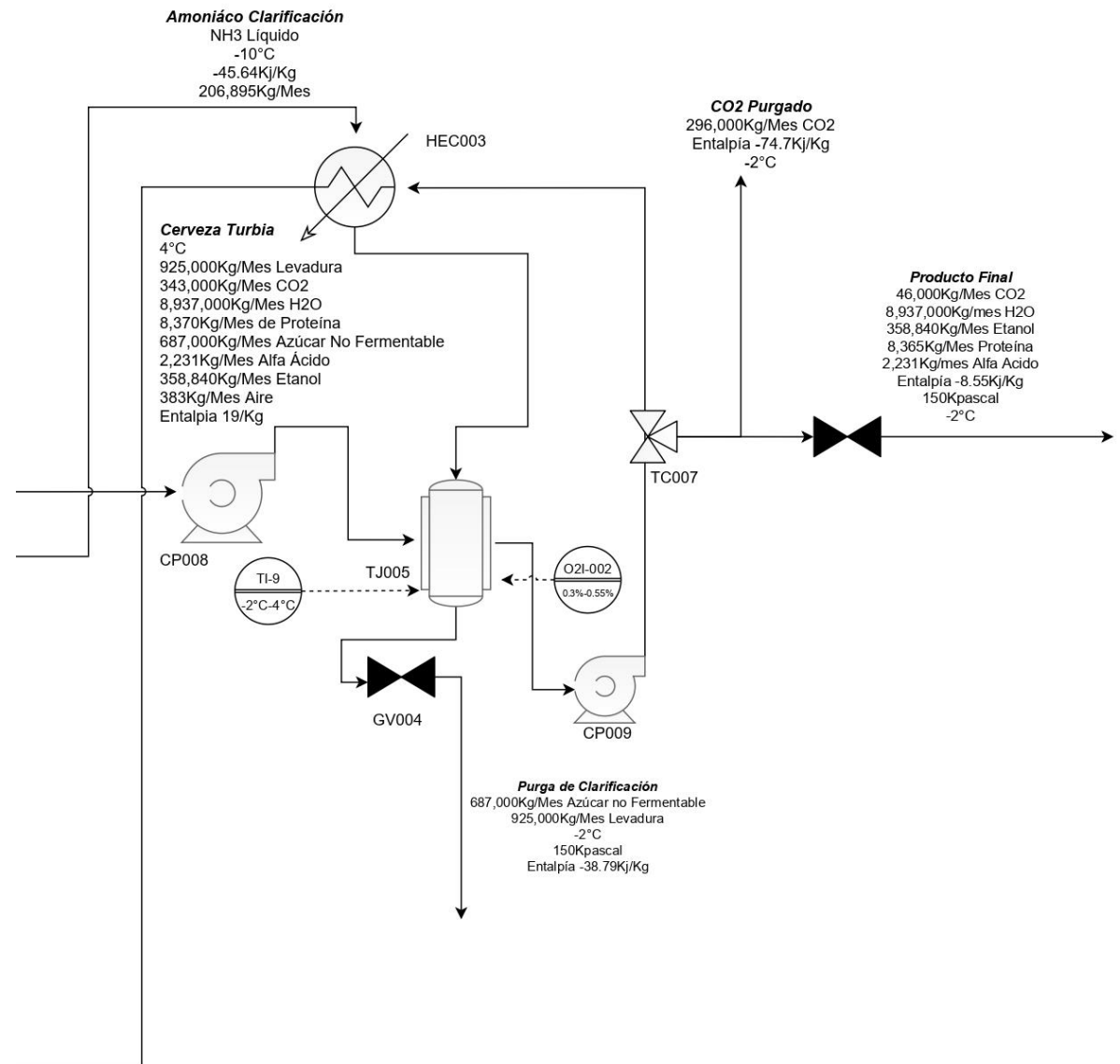


Ilustración 19: Diagrama de flujo clarificador

Tabla 50: Listado de equipos para clarificación

Nomenclatura	Descripción
TJ005	Tanque de clarificación
CP008	Bomba centrífuga salida fermentación
CP009	Bomba centrífuga tanque de clarificación
TC006	Conexión T sistema de amoniaco y enfriamiento de clarificador
HEC003	Enfriador en sistema de clarificación
TI009	Indicador temperatura clarificador
O2I-002	Indicador de oxígeno en clarificador
TI008	Indicador de temperatura fermentador

Tabla 51: Diagrama de proceso detallado

1	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Descargas la demanda de 6 meses según dado por producción: Ingresar a los documentos dados por producción
2	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Ingresar a plantilla de demanda del exterior o interior: Se abre documento Excel según se esté planificando materiales de producción
3	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Buscar Código de Material: En el documento control de Excel dado por la empresa buscar el código de material que se desea planificar.
4	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Buscar inventario de Material: Ingresar a SAP y buscar el inventario en sistema con el código SAP encontrado.
5	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Buscar consumo de material: Ingresar a la demanda dada por producción y explosionar el material deseado.
6	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Buscar consumo de histórico de material
7	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Realizar pedido de material: Ingresar a plantilla de pedido y definir cuanto material solicitar.
8	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Trasladar pedido a proveedores.
20	DOP ANTERIOR (ACCIÓN)	Determinar los tránsitos del material: Verificar todos los materiales que se tienen en back order o que los proveedores no han entregado según pedidos realizados anteriormente.
5	DOP ACTUAL (ACCIÓN)	Agregar consumos según Plantilla de la demanda: Copiar y pegar valores de todos los materiales que producción refleja en su planificación.
1	DOP ACTUAL (ACCIÓN/INSPECCION)	Realizar correcciones necesaria: Verificar que todos los materiales tengan valores coherentes.

11.8 Manual de uso simulador de gestión de inventario para una industria cervecera de Guatemala. (revisar título)

PASO 1: Abrir el documento Excel “Venta Cerveza Original 9-2-2022V3”

PASO 2: Seleccionar la pestaña “Datos original de venta”

PASO 3: Se descarga el historial de los últimos 30 meses de venta por Sku y se realiza un pegado de datos como se presenta a continuación correlacionando cada venta con el código de cada SKU.

Tabla 52: Vista "datos originales de venta"

CODIGO PROC	DESCRIPCION DE SKU	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19
3607	SKU1	3	-	2	1	4	1	6	4	8	3	6
16229	SKU2	19,900	7,560	7,670	15,740	11,300	11,950	13,840	23,300	7,560	10,950	4,520
16230	SKU3	11,340	14,450	21,010	24,010	11,830	5,380	9,040	17,590	7,670	10,450	2,900
16231	SKU4	12,340	19,120	21,010	14,830	3,270	10,160	26,700	12,500	11,450	12,340	10,960
16232	SKU5	18,010	13,230	14,340	12,430	12,070	6,490	13,880	7,310	3,890	3,780	2,700
16233	SKU6	15,120	15,340	15,120	35,560	8,690	9,060	14,770	12,890	17,120	20,900	12,200
16234	SKU7	7,560	3,000	7,780	23,980	8,050	10,980	24,420	13,220	4,780	5,280	5,590
16579	SKU8	-	-	-	-	-	-	10,450	26,370	13,230	23,680	6,070
16981	SKU9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,670
28000000	SKU10	367,230	449,700	497,564	548,658	478,146	468,878	539,524	509,201	487,231	551,797	532,614
28000001	SKU11	1,247	1,432	1,548	1,585	1,081	997	1,283	1,243	903	1,193	1,421
28000002	SKU12	1,159	1,408	1,459	1,437	1,296	967	1,251	1,208	1,110	1,409	1,213
28000003	SKU13	71,862	84,781	95,610	96,639	89,140	87,555	104,277	95,538	91,112	98,809	98,192
28000004	SKU14	5,633	6,935	7,203	7,417	7,383	7,228	8,755	8,326	8,112	8,387	8,156
28000005	SKU15	8,124	9,483	10,620	11,382	10,268	10,293	12,692	12,209	9,974	12,430	11,963
28000007	SKU16	777	770	891	977	852	800	916	914	815	896	1,033
28000008	SKU17	11,877	13,755	15,018	18,328	15,287	15,040	17,187	16,669	14,864	16,757	17,116
28000034	SKU18	366,191	525,647	568,928	666,372	540,964	512,793	555,907	559,070	534,319	625,407	627,917
28000035	SKU19	149,022	178,238	193,714	199,976	193,994	177,701	207,119	188,833	178,731	200,277	189,970
28000104	SKU20	13,911	17,962	20,130	23,534	20,176	17,346	20,202	17,831	16,147	20,555	19,001

PASO 4: Seleccionar la pestaña de FACTOR DE CONVERSIÓN.

Tabla 53: Vista factor de conversión

CODIGO PROC	Número de SKU	Factor de unidad	mL por presentación
28000000	SKU10	24	350
28000278	SKU49	24	472
28000034	SKU18	24	350
28000045	SKU21	15	350
28000035	SKU19	12	1000
28000626	SKU93	24	472
28000003	SKU13	12	1000
28000062	SKU25	24	350
29000009	SKU128	24	350
28000052	SKU22	24	350
28000657	SKU100	24	472
28000878	SKU110	12	472
28000429	SKU68	12	710
28000009	SKU62	24	350
28000014	SKU39	24	350
28000069	SKU30	24	350
28000448	SKU69	24	350
28000210	SKU44	24	350

PASO 5: En el caso que no se encuentre el SKU indicado hay que actualizar dicha matriz de conversión el cual será de apoyo para el cálculo de cajas equivalentes.

PASO 6: El simulador calculará las cajas equivalentes vendidas en el periodo de tiempo al igual que otros parámetros como desviaciones, ventas totales entre otros por año y SKU esto se hará en la pestaña “Auxiliar”

PASO 7: Seleccionar la pestaña Pareto

PASO 8: Esta pestaña ordenara, con ayuda de la función “Ordenar” del software Excel la matriz en pestaña de Pareto utilizando como parámetro la venta total de los últimos 6 meses. La forma de ordenar será de mayor a menor.

PASO 9: En caso existan más de SKU de los 131 o hay alguna actualización se debe de correr la fórmula de la columna “AT” de la pestaña Pareto. Dicha columna calcula de forma automática el porcentaje acumulativo de la matriz resultante. Como se muestra a continuación.

Tabla 54: Vista Pareto (porcentaje acumulativo y clasificación)

	AP	AQ	AR	AS	AT	AU
1						
2	Promedio	Desviacion Estandar	%Variacion	VENTA DE CAJAS REDUCIDAS	%Acumulado	Clasificación
3	681,747.50	89,377.57	13%	4,090,485.00	22%	A
4	403,620.33	64,977.62	16%	3,265,865.10	=AS4/\$AS\$134+AT3	A
5	526,116.67	83,078.27	16%	3,156,700.00	56%	A
6	536,330.33	136,349.48	25%	2,011,238.75	67%	A
7	153,703.67	17,143.40	11%	1,317,460.00	74%	A
8	115,776.67	23,648.18	20%	936,798.63	79%	A
9	77,061.50	8,112.19	11%	660,527.14	83%	B
10	75,279.33	10,655.36	14%	451,676.00	85%	B
11	55,460.83	8,580.85	15%	332,765.00	87%	B
12	38,208.00	8,519.71	22%	229,248.00	88%	B
13	25,518.83	4,534.41	18%	206,483.82	89%	B
14	48,840.50	58,302.56	119%	197,594.71	90%	B
15	28,751.67	7,719.22	27%	174,974.43	91%	B
16	27,935.67	8,196.18	29%	167,614.00	92%	B
17	23,072.83	5,175.49	22%	138,437.00	93%	B
18	22,833.50	3,663.32	16%	137,001.00	93%	B
19	21,106.00	5,447.44	26%	126,636.00	94%	B
20	19,038.50	2,427.29	13%	114,231.00	95%	B
21	25,672.17	6,770.78	26%	110,023.57	95%	B
22	15,361.17	2,735.09	18%	92,167.00	96%	C
23	14,737.17	1,854.61	13%	88,423.00	96%	C
24	13,885.50	3,614.69	26%	84,503.19	97%	C

Donde cada entrada de la matriz es comparada con la suma total y se añade la entrada anterior.

PASO10: Seleccionar la pestaña Boom y actualizarlo en función al cálculo de muestraNo.3. La vista de la pestaña se presenta de la siguiente forma.

Tabla 55: Vista de pestaña BOM

=BUSCARV(BOOM!C3;PARETO!\$B\$2:\$D\$145;2;0)									
C	D	F	G	H	I	J	L	M	N
Producto	SKU	Unidades	Clasificación		Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB
28000000	SKU10	24	A	3	10000000	INSUMO 1	932.085	25.74872463	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000128	INSUMO 8	0	0	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG

En dicha pestaña se estará correlacionando el número de SKU con la clasificación dada en la pestaña de Pareto asignando clasificación ABC y posteriormente los valores 3,2,1 respectivamente.

Tabla 56: Clasificación de Materiales según BOM (Vista "BOOM")

=BUSCARV(D3;PARETO!C:AU;45;0)									
C	D	F	G	H	I	J	L	M	N
Producto	SKU	Unidades	Clasificación		Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB
28000000	SKU10	24	A	3	10000000	INSUMO 1	932.085	25.74872463	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000128	INSUMO 8	0	0	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000238	INSUMO 11	2	12000	UN
28000000	SKU10	24	A	3	11000001	INSUMO 12	0.096	250000	KG

De igual forma se obtiene el rendimiento de cuantas unidades de 350mL se obtienen por unidad de medida de cada insumo.

Tabla 57: Rendimiento de materiales según BOM (Vista "BOOM")

✓ fx =24000/L3									
C	D	F	G	H	I	J	L	M	N
Producto	SKU	Unidades	Clasificación		Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB
28000000	SKU10	24	A	3	10000000	INSUMO 1	932.085	=24000/L3	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000128	INSUMO 8	0	0	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG
28000000	SKU10	24	A	3	10000238	INSUMO 11	2	12000	UN

Entre otros parámetros que calcula el simulador es la desviación estándar de producto terminado, de la materia prima al igual que el promedio de estas, según se presentan a continuación.

Tabla 58: Desviación estándar de productos terminado según BOM (Vista "BOOM")

✓ fx =SI.ERROR(SUMAR.SI(PARETTO!\$C:\$C;BOOM!D3;PARETTO!\$AK:\$AK);0)*F3										
C	D	F	G	H	I	J	L	M	N	O
Producto	SKU	Unidades	Clasificación		Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB	Desviación PT 2019
28000000	SKU10	24	A	3	10000000	INSUMO 1	932.085	25.74872463	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000128	INSUMO 8	0	0	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	10000238	INSUMO 11	2	12000	UN	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	11000001	INSUMO 12	0.096	250000	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	11000002	INSUMO 13	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	11000003	INSUMO 14	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69
28000000	SKU10	24	A	3	11000004	INSUMO 15	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69

Tabla 59: Promedio de producto terminado según BOM (Vista "BOOM")

Fuente												Análisis				
Alineación												Número	Estilos	Celdas	Edición	Análisis
=SI.ERROR(SUMAR.SI(PARETO!\$C:\$C;BOOM!D3;PARETO!A:A);0)*F3																
C	D	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P					
Producto	SKU	Unidades	Clasificación	Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB	Desviación PT 2019	Media PT 2019						
28000000	SKU10	24	A	3	10000000	INSUMO 1	932.085	25.74872463	KG	1,879,441.69	AJ);0)*F3					
28000000	SKU10	24	A	3	10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000128	INSUMO 8	0	0	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	10000238	INSUMO 11	2	12000	UN	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000001	INSUMO 12	0.096	250000	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000002	INSUMO 13	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000003	INSUMO 14	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000004	INSUMO 15	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000006	INSUMO 16	0.096	250000	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000007	INSUMO 17	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000008	INSUMO 18	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000009	INSUMO 19	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69	12257598					
28000000	SKU10	24	A	3	11000011	INSUMO 20	4	6000	KG	1,879,441.69	12257598					

Tabla 60: Promedio de materiales según BOM (Vista "BOOM")

Fuente												Análisis				
Alineación												Número	Estilos	Celdas	Edición	Análisis
=P3*\$L3/24000																
C	D	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q				
Producto	SKU	Unidades	Clasificación	Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB	Desviación PT 2019	Media PT 2019	Media MP 2019	De				
28000000	SKU10	24	A	3	10000000	INSUMO 1	932.085	25.74872463	KG	1,879,441.69	12,257,598.00	=P3*\$L3/24000				
28000000	SKU10	24	A	3	10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG	1,879,441.69	12257598	122048.9033				
28000000	SKU10	24	A	3	10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG	1,879,441.69	12257598	52.0947915				
28000000	SKU10	24	A	3	10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG	1,879,441.69	12257598	64.3523895				
28000000	SKU10	24	A	3	10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG	1,879,441.69	12257598	979.0756403				
28000000	SKU10	24	A	3	10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG	1,879,441.69	12257598	5.1073325				
28000000	SKU10	24	A	3	10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG	1,879,441.69	12257598	20.94006325				
28000000	SKU10	24	A	3	10000128	INSUMO 8	0	0	KG	1,879,441.69	12257598	0				
28000000	SKU10	24	A	3	10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG	1,879,441.69	12257598	1209.416336				
28000000	SKU10	24	A	3	10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG	1,879,441.69	12257598	777.3360065				
28000000	SKU10	24	A	3	10000238	INSUMO 11	2	12000	UN	1,879,441.69	12257598	1021.4665				
28000000	SKU10	24	A	3	11000001	INSUMO 12	0.096	250000	KG	1,879,441.69	12257598	49.030392				
28000000	SKU10	24	A	3	11000002	INSUMO 13	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69	12257598	146.5804428				
28000000	SKU10	24	A	3	11000003	INSUMO 14	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69	12257598	195.1001015				
28000000	SKU10	24	A	3	11000004	INSUMO 15	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69	12257598	48.51965875				
28000000	SKU10	24	A	3	11000006	INSUMO 16	0.096	250000	KG	1,879,441.69	12257598	49.030392				
28000000	SKU10	24	A	3	11000007	INSUMO 17	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69	12257598	146.5804428				
28000000	SKU10	24	A	3	11000008	INSUMO 18	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69	12257598	48.51965875				
28000000	SKU10	24	A	3	11000009	INSUMO 19	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69	12257598	195.1001015				
28000000	SKU10	24	A	3	11000011	INSUMO 20	4	6000	KG	1,879,441.69	12257598	2042.933				

Tabla 61: Desviación estándar según BOM (Vista "BOOM")

Material	Insumo	Cantidad	Rendimiento	UMB	Desviación PT 2019	Media PT 2019	Media MP 2019	Desviación MP 2019
10000000	INSUMO 1	932.085	25.74872463	KG	1,879,441.69	12,257,598.00	476,046.80	0)
10000001	INSUMO 2	238.968	100.431857	KG	1,879,441.69	12257598	122048.9033	18713.6009
10000007	INSUMO 3	0.102	235294.1176	KG	1,879,441.69	12257598	52.0947915	7.98762718
10000008	INSUMO 4	0.126	190476.1905	KG	1,879,441.69	12257598	64.3523895	9.867068869
10000018	INSUMO 5	1.917	12519.56182	KG	1,879,441.69	12257598	979.0756403	150.1204049
10000025	INSUMO 6	0.01	2400000	KG	1,879,441.69	12257598	5.1073325	0.783100704
10000059	INSUMO 7	0.041	585365.8537	KG	1,879,441.69	12257598	20.94006325	3.210712886
10000128	INSUMO 8	0	0	KG	1,879,441.69	12257598	0	0
10000167	INSUMO 9	2.368	10135.13514	KG	1,879,441.69	12257598	1209.416336	185.4382467
10000173	INSUMO 10	1.522	15768.72536	KG	1,879,441.69	12257598	777.3360065	119.1879271
10000238	INSUMO 11	2	12000	UN	1,879,441.69	12257598	1021.4665	156.6201408
11000001	INSUMO 12	0.096	250000	KG	1,879,441.69	12257598	49.030392	7.517766758
11000002	INSUMO 13	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69	12257598	146.5804428	22.4749902
11000003	INSUMO 14	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69	12257598	195.1001015	29.91444689
11000004	INSUMO 15	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69	12257598	48.51965875	7.439456687
11000006	INSUMO 16	0.096	250000	KG	1,879,441.69	12257598	49.030392	7.517766758
11000007	INSUMO 17	0.287	83623.69338	KG	1,879,441.69	12257598	146.5804428	22.4749902
11000008	INSUMO 18	0.095	252631.5789	KG	1,879,441.69	12257598	48.51965875	7.439456687
11000009	INSUMO 19	0.382	62827.22513	KG	1,879,441.69	12257598	195.1001015	29.91444689
11000011	INSUMO 20	4	6000	KG	1,879,441.69	12257598	2042.933	313.2402816

PASO 11: Seleccionar la pestaña de Gestión donde se pueden observar los parámetros calculados para realizar dicho estudio. Los parámetros calculados fueron:

Tabla 62: Fórmulas Excel en pestaña de Gestión

PARÁMETROS	FÓRMULA EXCEL
INSUMO	BUSCARX(C3;BOOM!I:I;BOOM!J:J;0;0;1)
UMB	BUSCARX(C3;BOOM!I:I;BOOM!N:N;0;0;1)
VALOR CATEGORIA	MAX.SI.CONJUNTO(BOOM!H:H;BOOM!I:I;GESTION!C3)
CATEGORIA	SI(F3=3;"A";SI(F3=2;"B";"C"))
CONSUMO 2019	SUMAR.SI(BOOM!I:I;GESTION!C3;BOOM!Q:Q)
CONSUMO 2020	SUMAR.SI(BOOM!I:I;GESTION!C3;BOOM!V:V)
CONSUMO 2021	SUMAR.SI(BOOM!I:I;GESTION!C3;BOOM!AA:AA)
DESVIACIÓN 2019	RAIZ(SUMAR.SI(BOOM!I:I;GESTION!\$C3;BOOM!S:S))
DESVIACIÓN 2020	RAIZ(SUMAR.SI(BOOM!I:I;GESTION!\$C3;BOOM!X:X))
DESVIACIÓN 2021	RAIZ(SUMAR.SI(BOOM!I:I;GESTION!\$C3;BOOM!AC:AC))
% VARIACIÓN 2019	SI.ERROR(K3/H3;0)
% VARIACIÓN 2020	SI.ERROR(L3/I3;0)
% VARIACIÓN 2021	SI.ERROR(M3/J3;0)
PROMEDIO DE VARIACIÓN	PROMEDIO(N3:P3)
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	(N3+P3)/2
NIVEL DE SERVICIO	SI(G3="A";0.99;SI(G3="B";0.95;0.85))
CONSUMO AÑO 2022	SI(PRONOSTICO(\$T\$2;H3:J3;\$H\$2:\$J\$2)>0;PRONOSTICO(\$T\$2;H3:J3;\$H\$2:\$J\$2);0)
VALOR Z	INV.NORM.ESTAND(S3)
Desviación demanda	T3*R3
Desviación de Leadtime al 25%	W3*0.25
TIPO DE MATERIAL	SI(R3<0.1;"DEMANDA CONSTANTE";"DEMANDA VARIABLE")
TIPO DE PLANIFICACIÓN	SI(Z3="DEMANDA CONSTANTE";"DETERMINISTA";"VARIABLE")
STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME VARIABLE	U3*Y3*T3
STOCK DE SEGURIDAD LEADTIME DEMANDA VARIABLE	U3*RAIZ(((W3+V3)/W3*X3)^2+(T3*Y3)^2)
PUNTO DE REORDEN	SI(AA3="PO";AC3+T3*(V3+W3);AB3+T3*(V3+W3))
MONTO	SI(AA3="VARIABLE";AC3*AE3;AB3*AE3)
VARIANZA EN MONTO QUETZALES	(AB3*RAIZ((X3/T3)^2+(Y3/W3)^2)*AE3)^2
COSTO DE ALMACENAMIENTO MENSUAL	AL3*T3

PARÁMETROS	FÓRMULA EXCEL
COSTO TOTAL DE MATERIAL INDIRECTO	AI3+AJ3
COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO	AE3*0.03
RENDIMIENTO (UMB/UN PRODUCTO)	BUSCARX(C3;BOOM!I:I;BOOM!M:M;0;0;1)
PERDIDA MONETARIA POR UNIDAD FALTANTE	AM3*5
EOQ Simple	RAIZ(2*AK3*T3/AL3)
EOQ VARIABLE	SI(AA3="DETERMINISTA";AO3;AO3*RAIZ((AL3+AN3)/AN3))
FRECUENCIA ANUAL	T3*12/AO3

PASO 12: Verificar Dashboard de resultados denominado “Rotación de Inventario”

11.9 Dashboard resumen de Gestión de Inventario

A	B	C	D	E	F	G	H	I
		CONTEO DE CLASIFICACION DE SKU	CONTEO DE CLASIFICACION DE MATERIALES		VENTA DE CERVEZA	Q 374,061,161.01		
A		6	46		Error en venta	Q 3,672,680.84		
B		13	28					
C		112	48			Rotación Actual	Rotación Propuest	Incertidumbre
					Propuesto	4.06	4.14	0.53
		CONTEO DE CLASIFICACION DE SKU	% DE PARTICIPACION		Reducción de inventario		-13.16%	-2%
A	Q	78,855,120.13	87%					
B	Q	11,075,993.22	12%			MONTO MONETARIO ACTUAL	MONTO MONETARIO PROPUESTO	AHORRO
C	Q	481,714.48	1%		MONTO INVENTARIO ACTUAL	Q 104,110,000.00	Q 90,412,827.83	Q 13,697,172.17
					Error en Inventario		Q 11,592,911.65	

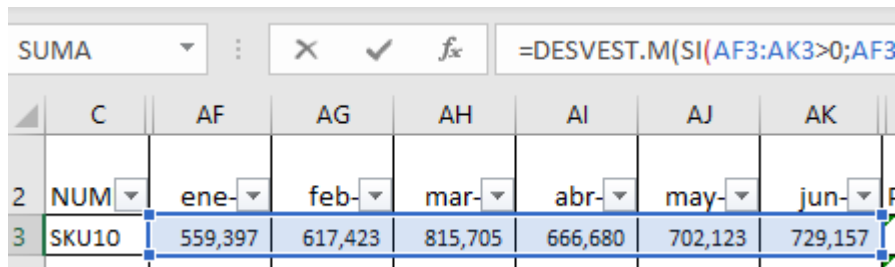
Ilustración 20: Dashboard resumen de gestión de inventario

11.10 Análisis de Error

11.10.1 Cálculo 33: Desviación Estándar de Producto terminado

Se utilizó la función DESVEST.M(LISTA DE DATOS) del software Excel para el cálculo de desviación estándar.

$$\sigma = \text{DESVEST.M}(\text{SI}(\text{AF3:AK3} > 0; \text{AF3:AK3}))$$
$$\sigma = 89,377.57 \text{Cajas Físicas vendidas}$$

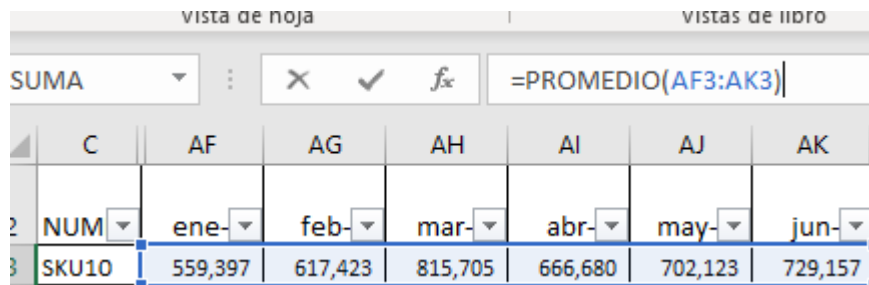


	C	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
2	NUM	ene	feb	mar	abr	may	jun
3	SKU10	559,397	617,423	815,705	666,680	702,123	729,157

11.10.2 Cálculo 34: Promedio

Se utilizó la función Promedio (LISTA DE DATOS) del software Excel para el cálculo de desviación estándar.

$$\text{Promedio} = \text{PROMEDIO}(\text{AF3:AK3})$$
$$\text{Promedio} = 681,747.50 \text{Cajas Físicas}$$



	C	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
2	NUM	ene	feb	mar	abr	may	jun
3	SKU10	559,397	617,423	815,705	666,680	702,123	729,157

11.10.3 Cálculo 35: Análisis de error para resultado de sumatoria

Para determinar el error más probable calculado para los resultados se utilizó la siguiente forma de trabajo. Esto se usó para determinar el error que puede haber por cada material explotado combinando con la función sumar.si del software Excel.

$$\text{Análisis de error por sumatoria} = \sqrt{\sum (\text{Error del dato}_n)^2}$$

Analisis de error por sumatoria = 141,102.28Kg para insumo 1

11.10.4 Cálculo 36: Análisis de error para producto por un factor de conversión

Para determinar el error más probable calculado para los resultados de una multiplicación de un valor por una conversión (generalmente en el presente trabajo) se utilizó la siguiente forma:

Analisis de error por multiplicación

$$= \text{Valor cuyo error se desea encontrar} * \sqrt{\sum \left(\frac{\text{Error del dato base}_n}{\text{Valor Dato base}} \right)^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Analisis de error por multiplicación} &= 476,046Kg * \sqrt{\sum \left(\frac{1,879,441.69Un}{12,257,598Un} \right)^2} \\ &= 72,991.64Kg \end{aligned}$$

12 Glosario

BOOM de materiales: Explosión de lista de materiales para todo producto terminado.

Costo Indirecto: Costos involucrado por manejo del material (Flete, almacenaje, seguro, operación etc)

Desviación Estándar: Indicador de la dispersión de los datos estudiados respecto el promedio.

Diagrama de Flujo: Diagrama de un proceso industrial donde se representa la transformación de materia prima a producto final, ilustrando los equipos necesarios para llevar a cabo tal acción.

DOP: Diagrama de procesos donde se representa con base a figuras simples si hay inspección o una acción

EOQ: Pedido óptimo para la minimización de gastos.

Inventario: Material resguardado para mantener la operación de la industria.

Pareto: Estrategia utilizada que identifica el 20% de los casos de estudio representan la mayoría recursos de interés a optimizar.

Producción Esbelta: Filosofía de producción donde se reducen los desperdicios como tiempo, inventario, movimientos, esperas, horas extras, reprocesos, defectos y espacio.

Rendimiento: Factor de conversión de un material que define la cantidad de producto terminado que se obtiene con una unidad de este material.

Rotación de inventario: Razón de almacenamiento en la industria que relaciona la liquidez de la empresa con el inventario que se tiene.

Simulador: Software o algoritmo utilizado para facilitar escenarios a base de funciones complicadas para facilitar la toma de decisiones.

SKU's (Stock Keeping Unit): Código de producto terminado.

Sobrestock: Situación cuando se tiene mas inventario del definido como optimo que puede ocasionar problemas en la operación en un futuro.

Stock de seguridad: Inventario que se tiene para cualquier desviación en la demanda o tiempo de entrega.

Varianza: Diferencia del valor promedio respecto al valor real.