

| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Economía, Administración y
Mercadología

Especialidad en Gestión de la Cadena de Suministro



"Mejora de la eficiencia productiva mediante la gestión de inventarios en una micro fábrica de bebidas alcohólicas"

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA Y PROYECTO DE IMPACTO EN UN ÁREA DE
ESPECIALIZACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE GRADO DE ESPECIALISTA EN
GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Presenta: **JAIR BENJAMÍN GODINEZ HERRERA**

Tutor **DR. IGNACIO ALVAREZ PLACENCIA**

Tlaquepaque, Jalisco. Julio de 2023.

Contenido

Resumen	5
Palabras Clave.....	6
Objetivo General	7
Objetivos específicos.....	7
Introducción	8
Descripción del escenario.....	9
Descripción del contexto de la empresa y de la industria.....	10
Valor de la industria.....	10
RTD.....	11
Perspectiva de los RTD en México.....	12
Las bebidas artesanales en México.....	13
Revisión de la literatura	15
Administración en la cadena de suministro.....	17
La planificación de requerimientos de materiales (MRP).....	18
Integración con la administración de la demanda.....	19
Determinación del tamaño del lote.....	19
Inventario.....	21
Gestión estratégica del inventario.....	21
Modelos de pronóstico y sistemas de control de inventario:.....	21
Estrategias de reabastecimiento:.....	21
Costos asociados al inventario:.....	22
Inventario de seguridad.....	22
Planteamiento del problema	24
Problemática basada en (VSM):.....	25
Validación de las condiciones del proyecto y del cambio.....	26
Delimitación de la(s) área(s) a intervenir.....	29
Propósitos de la intervención y/o consultoría y su pertinencia.....	29
Metodología	30
Análisis de necesidades.....	30
Selección de la aplicación informática.....	30
Implantación de la aplicación.....	31
Capacitación.....	32

Evaluación y mejora continua.....	32
Resultados	33
Análisis de necesidades	33
Pronósticos de venta.	33
Estructura de productos	34
Listado de materiales (Bill of materials).....	35
Programa Maestro de Producción (Máster Production Schedule):	36
Tiempo de entrega (Lead Time).....	37
Plan de Requerimientos Brutos (Gross Requirements Plan)	38
Plan de Requerimientos Netos (Net Requirements Plan)	39
Lanzamiento de Orden de Producción Planificada o LFL.....	39
Selección de la aplicación informática.	39
Análisis de las necesidades de la empresa	40
Oddo	41
Implantación de la	42
Definición de parámetros	42
Niveles de inventario.....	43
Políticas de aprovisionamiento.....	47
Integración de datos.....	48
Definición de procedimientos.....	49
Implantación y capacitación.....	54
Evaluación y mejora continua:.....	56
Monitoreo y control de la calidad	57
Proceso de escalamiento MPR	58
Pruebas y Ajustes.....	59
Aprendizajes	62
Conclusiones	64
Bibliografía	65

Índice de tablas

Tabla 1- Tamaño de mercado bebidas alcohólicas en México, por ingresos totales. (Passport Euromonitor, 2022) Millones MXN	11
---	----

Tabla 2 - Valor del mercado RTD's 2016 - 2021. RPS Valor del Retail. MSP Valor de fabricante (Passport Euromonitor, 2022).....	13
Tabla 3- Línea base días de cobertura de inventario. Realizada en base a datos de la empresa	27
Tabla 4- Flujo de efectivo neto. Realizada en base a datos de la empresa.....	27
Tabla 5 -Costo de Inventario. Realizada en base a datos de la empresa	27
Tabla 6 -KPI meta. Realizada en base a datos de la empresa	33
Tabla 7- Pronóstico de ventas promedios móviles. Realizada en base a datos de la empresa	34
Tabla 8 - Lista de materiales. Realizada en base a datos de la empresa	36
Tabla 9 - Plan de requerimientos Brutos. Realizada en base a datos de la empresa	38
Tabla 10 - Plan de requerimientos Netos Realizada en base a datos de la empresa.....	39
Tabla 11- Comparativa de MRP. Realizada en base información de internet	41
Tabla 12 - Variabilidad de la demanda y tiempos de entrega. Realizada a partir de los datos analizados de la empresa	44
Tabla 13- Cálculo de nivel de seguridad realizada a partir de los datos analizados de la empresa..	45
Tabla 14- Nivel mínimo y máximo de inventario. Realizado a partir de datos de la empresa.....	47
Tabla 16 - KPI Objetivos, y formulas.....	57
Tabla 17- Lista de verificación ejecución MRP	58
Tabla 18- Proceso de escalamiento MPR	59

Índice de gráficos

Gráfico 1- Porcentaje por ingresos categorías bebidas alcohólicas México 2021. En base a datos en base a información obtenida de (EUROMONITOR, 2019)	11
Gráfico 2 - Participación de mercados RTD en Mexico 2021 (Passport Euromonitor, 2022)	13

Índice de ilustraciones

Ilustración 1- CIA Raicillery S.A.S. de C.V. Fotografía propia.....	10
Ilustración 2- VSM Actual de la empresa. Realizada en base a datos de la empresa	26
Ilustración 3 - Reabastecimiento Odo en base a datos de la empresa	28
Ilustración 4- Plan de proyecto en tiempos. Realizada en base a datos de la empresa	28
Ilustración 5 -Programa Maestro de producción. (Zona Logística, 2023).....	37
Ilustración 6 - VSM actual de la organización. Realizada en base a datos de la empresa	38
Ilustración 7 - Vista de productos Odo	49
Ilustración 8 -Forma producto Odo	60
Ilustración 9 -Inventario de materiales existentes Odo	60
Ilustración 10 - Costo cantidades producidas Odo	60
Ilustración 11 - Listado de materiales faltantes Odo	61
Ilustración 12- Ejemplo de Informes Odo	61

Resumen

El propósito fundamental de este proyecto de intervención empresarial es el de mejorar el proceso productivo mediante la mejora en el manejo de inventarios en una pequeña planta que se dedica a la manufactura de bebidas alcohólicas de sabores listas para tomar, a través de la implantación de una aplicación para la planificación de requerimientos de material (MRP¹). El objetivo es hacer uso de las bases de la administración de la cadena de suministro para desarrollar un marco basado mejores prácticas, con el fin de resolver los desafíos presentes en la administración del inventario, particularmente en la adquisición de las materias primas que por sus características se consideran estratégicas para la empresa, y en la predicción precisa de las cantidades necesarias de materiales en general. La falta de un sistema eficiente ha dificultado la satisfacción de la demanda y la utilización adecuada de los recursos disponibles.

A fin de abordar esta situación, se plantean las siguientes medidas: en primer lugar, se plantea el realizar un análisis de la demanda, mediante el examen minucioso de registros históricos de ventas y pronósticos, con el propósito de identificar patrones y tendencias que faciliten una planificación más efectiva de los requerimientos de materiales. En segundo lugar, se buscará definir los niveles de inventario óptimos para los insumos clave y otros materiales, teniendo en cuenta aspectos como tiempos de entrega del proveedor, la demanda anticipada, así como los costos asociados al almacenamiento de inventario. Para esto, se emplearán enfoques y metodologías apropiadas. Por último, se propondrá el implementar de un sistema de administración y seguimiento de inventario que permita tener control preciso de las existencias de materiales, con el fin de asegurar una gestión más eficiente y prevenir tanto el exceso como la escasez de inventario.

Además, se plantea la importancia de mantener una supervisión constante y aplicar mejoras continuas al sistema implementado, mediante el seguimiento periódico en el rendimiento y la realización de ajustes necesarios para optimizar los resultados. Es relevante resaltar que la microempresa cuenta con ventajas como un conocimiento profundo de la industria, un liderazgo sólido y la capacidad de sus socios, así como el de relaciones fuertes con personas relevantes dentro del el sector y un dominio de los procesos técnicos. Aun así, enfrenta desafíos, como la limitación de liquidez financiera y recursos para inversiones.

¹ Material requirement Planning o planificación de requerimientos de material.

Asimismo, se identifican diversas oportunidades, tales como el crecimiento de las bebidas artesanales a nivel mundial, el tipo cambiario del peso respecto al dólar para exportaciones y apoyo gubernamental al sector. No obstante, se deben considerar amenazas como los altos impuestos en México y la presencia de los grandes competidores de la industria, que podrían afectar el desempeño y competitividad de la microempresa.

Con el propósito de incrementar la eficacia en el proceso de producción, se establecen tres indicadores clave de desempeño. En primer lugar, el cumplimiento de entrega, que se medirá a través del porcentaje de productos terminados entregados en el plazo acordado. La línea base para este indicador puede ser el cumplimiento actual, y se busca aumentar dicho cumplimiento en un 10% en los próximos seis meses. En segundo lugar, se evaluará la rotación de inventario, que reflejará la frecuencia con la que se agota y repone el inventario. La línea base para este indicador se plantea en base a la rotación actual, y el objetivo es incrementarla en un 20% en un año. Por último, se procurará disminuir el tiempo de reacción ante modificaciones en la demanda o las necesidades de materia prima, tomando como punto de partida el tiempo de respuesta actual y persiguiendo una reducción del 30% en los próximos tres meses.

En resumen, introducir un (MRP) y adoptar prácticas más sólidas con la finalidad de tener una mejor administración de la cadena de suministro, podrá prever una mejora en la eficiencia de los procesos productivos en la microempresa especializada en bebidas alcohólicas con sabores. La implementación adecuada de indicadores clave de rendimiento permitirá medir y evaluar el progreso alcanzado en términos de cumplimiento de entregas, rotación de inventario y tiempo de respuesta a cambios, con el objetivo de lograr una gestión más efectiva y satisfacer de manera óptima el requerimiento de productos, con la finalidad de aprovechar de la mejor manera los recursos disponibles.

Palabras Clave

Gestión de la cadena de suministro, administración empresarial, optimización empresarial, MRP

Objetivo General

Mejorar la eficiencia productiva de una micro fábrica de bebidas alcohólicas mediante la implementación de una gestión de inventarios eficiente, buscando optimizar el manejo de los materiales y componentes necesarios en la producción, con el fin de maximizar la utilización de los recursos disponibles y reducir los costos asociados al almacenamiento innecesario.

Para esto se pretende llegar a la meta de:

1. Establecer un sistema de control de inventarios.
2. Optimizar los niveles de inventario.
3. Mejorar la planificación de la producción.
4. Incrementar la eficiencia en la cadena de suministro.

Objetivos específicos

- Optimizar de 5 a 20 los días de cobertura de inventario para garantizar un flujo constante de productos terminados sin incurrir en escasez o gastos innecesarios.
- Mejorar en un 20% el flujo de efectivo de la empresa mediante una gestión eficiente de inventario y compras. En Los próximos 12 meses
- La reducción de costos de inventario en un 10% al optimizar los niveles de existencias y minimizar el exceso de inventario.
- Minimizar los faltantes de inventario en un 50% al implementar una programación de producción más precisa y ajustada a la demanda.

Introducción

La compañía se encuentra en su fase inicial y tiene entre sus objetivos establecer una estructura sólida basada en modelos de buenas prácticas desde su inicio. Se espera lograr esto aplicando los conocimientos adquiridos en la “Especialidad en Gestión de la Cadena de Suministro”. Su foco principal se centra en alcanzar una visión que busque la optimización y mejora de la dirección de las operaciones.

La implementación de procesos para la producción y para la planificación de requerimientos de materiales permitirá administrar de mejor manera los niveles de inventario, evitando la sobrecompra y el exceso de materia prima. Al conocer con exactitud las necesidades de materiales en cada etapa de producción, se evitarán costos innecesarios asociados con el almacenamiento, la obsolescencia y la falta de aprovechamiento de los recursos disponibles.

Asimismo, se buscará optimizar los plazos de entrega mediante una planificación más eficiente y coordinar adecuadamente los suministros, evitando retrasos y problemas de disponibilidad. Esto permitirá tener un cumplimiento mayor en los tiempos de entrega establecidos, así como mejorar la satisfacción en el cumplimiento de los pedidos.

Al mejorar los modelos de planeación y la programación del proceso de producción, considerando niveles de inventario, demanda, y plazos de entrega de los materiales, se fomentará la eficacia en el proceso de fabricación. Al asegurar la disponibilidad oportuna de los componentes necesarios, se reducirán los tiempos de espera y se optimizará la utilización de los recursos, lo que a su vez conducirá a una mayor eficiencia en la producción.

Por último, se espera establecer un seguimiento y análisis de los indicadores clave de rendimiento (KPI's²) relacionados con costos, tiempos de entrega y eficiencia en la producción. Esta información brindará una base sólida para reconocer áreas de oportunidad, tomar decisiones informadas y realizar ajustes necesarios en los procesos productivos propios de la cadena de suministro.

En conjunto, la implementación del MRP y la aplicación de métodos considerados como buenas prácticas dentro de la administración de la cadena de suministro permitirán a la microempresa mejorar su eficiencia en la manufactura, alcanzar reducción de costos, cumplir con los tiempos de entrega y lograr una producción más eficiente y rentable.

² “Key Performance Indicators” que se traduce al español como Indicadores Clave de Desempeño.

Descripción del escenario

CIA Raicillery SAS³ de C.V. es una pequeña empresa en desarrollo que nace después de años de trabajo en la industria de las bebidas alcohólicas y de la raicilla por parte de los socios, es una empresa familiar establecida y fundada en Jalisco, México.

Su principal objeto social es el desarrollo, la producción y comercialización de bebidas alcohólicas artesanales mexicanas y sus materias primas.

Está constituida por 3 socios, y está establecida en la Zona Metropolitana de Guadalajara en una bodega de 1,000 m². De la cual ocupa la planta baja y cuenta con dos niveles más para poder escalar. CIA Raicillery es una empresa constituida en régimen de personas morales bajo la figura de empresas por acciones simplificadas, y se constituyó en 2021, a partir de febrero de 2022 decide arrancar orientada a la producción de bebidas listas para beber (RTD's⁴), y se inicia con la remodelación y puesta en marcha del área de producción.

Cuenta con dos líneas de proceso de manufactura dentro de su estructura:

- a) Elaboración de bebidas alcohólicas listas para beber (RTD).
- b) Elaboración de cerveza artesanal.

Los canales de distribución de la empresa son principalmente de empresa a empresa (B2B⁵) partiendo de tiendas de especialidad, tiendas de conveniencia, supermercados y pequeñas tiendas de abarrotes. Pensando en una segunda etapa en la exportación principalmente a Centro América y a Estados Unidos.



³ Sociedad por acciones simplificadas.

⁴ Ready-to-Drink en inglés, que en español se traduce como listo para beber.

⁵ Business to Businesses en inglés, que en español se traduce como de empresa a empresa.



Ilustración 1- CIA Raicillery S.A.S. de C.V. Fotografía propia.

Descripción del contexto de la empresa y de la industria

En los últimos años, se ha presentado una oportunidad única para el desarrollo y comercialización de bebidas alcohólicas artesanales, lo cual es altamente valorado en una industria que se encuentra en manos de grandes organizaciones. Aunque competir resulta casi imposible en un entorno en el que los principales jugadores invierten miles de millones de dólares para el reconocimiento de sus productos, también es cierto que han surgido nichos de mercado interesados en productos que provengan de pequeños productores con una historia detrás.

Esta situación ha creado posibilidades de competir bajo otros términos, aprovechando el statu quo que los grandes monstruos han generado hacia los productos artesanales o hechos a mano. Es una ventana de oportunidad que permite a los pequeños productores entrar en el mercado y ofrecer productos innovadores y diferenciados a un público que busca experiencias auténticas y únicas.

Valor de la industria

En el año 2021, la industria de bebidas alcohólicas en México representó un valor de más de 247 mil millones de pesos a precios constantes, lo que equivale a un 0.95% del producto interno bruto (PIB) de ese año. De acuerdo con los datos de Passport Euromonitor (2022), el consumo per cápita en México fue de casi 78 litros en 2021, lo que supera el promedio mundial de 31.98 litros. Cabe destacar que el mayor consumidor a nivel mundial es la República Checa, con un consumo per cápita de 178 litros en 2021.

La industria está segmentada en cinco categorías: Cerveza que representa casi el 80% de los ingresos, las Sidras y bebidas de pera, los RTD's, los destilados y los vinos.

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Cerveza	149,462.7	159,497.9	174,341.4	180,961.5	171,706.4	192,072.5
Sidra / Pera	146.2	150.8	154.9	158.4	148.6	145.7
RTD's	4,116.8	4,348.9	4,581.0	4,727.1	4,783.7	5,014.1
Destilados	37,763.7	40,137.2	41,892.5	42,239.0	33,365.9	36,766.5
Vino	12,414.7	13,323.2	13,810.3	14,263.2	12,160.6	13,128.7
Total	203,904.1	217,458.0	234,780.2	242,349.2	222,165.1	247,127.5

Tabla 1- Tamaño de mercado bebidas alcohólicas en México, por ingresos totales. (Passport Euromonitor, 2022) Millones MXN

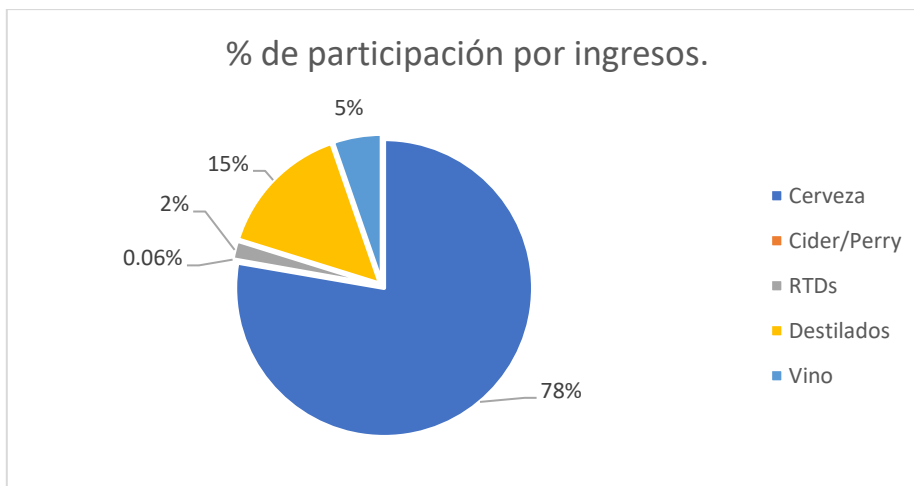


Gráfico 1- Porcentaje por ingresos categorías bebidas alcohólicas México 2021. En base a datos en base a información obtenida de (EUROMONITOR, 2019)

RTD

Una de las categorías clave para la organización es el de los RTD, pues será el portafolio que lance al mercado en su primer año de operación, respecto a esta categoría debemos resaltar que:

- Según los datos clave de la industria proporcionados por Passport Euromonitor (Passport Euromonitor, 2022)
 - El volumen total de ventas crece un 5% en 2021 a 176 millones de litros.
 - Los RTD basados en alcohol fueron la clase con mejor desempeño en 2021, con un volumen total de ventas en aumento en un 6% a 106 millones de litros.
 - Casa Herradura SA de CV es el jugador líder en 2021, con una participación de volumen total del 37%.

- El volumen total de ventas aumentará a una CAGR⁶ del 3% durante la fase de pronosticada, esperando un crecimiento a 203 millones litros.

(EUROMONITOR, 2019)

Perspectiva de los RTD en México

En el análisis de Euromonitor sobre el mercado de las Bebidas Listas para Beber (RTD) en México, se destaca que la imagen de esta categoría de bebidas está asociada a un consumo social, lo cual implicó una disminución en sus ventas durante la pandemia debido a las medidas de distanciamiento social. A pesar de que se espera un pronóstico de crecimiento significativo en el canal de centros de consumo, se prevé que el volumen de ventas en el canal minorista se mantenga por encima de los centros de consumo durante todo el período de pronóstico. (Passport Euromonitor, 2022).

La lenta tasa de recuperación económica durante el período de pronóstico podría favorecer las ventas de las bebidas RTD, ya que representan una alternativa más económica en comparación con la compra de una botella completa de destilado. Durante el período de revisión, los RTD a base de vino han adquirido importancia como alternativa asequible al vino. Marcas como Boone's Farm y Sunset, incluso se ofrecen en un formato similar al del vino - botellas de vidrio de 750 ml (EUROMONITOR, 2019). Los RTD a base de vino se perciben como más ligeros en sabor y contenido alcohólico, lo cual ha aumentado su popularidad entre los consumidores jóvenes adultos que buscan algo ligero y refrescante y que apenas están adquiriendo el gusto por las bebidas alcohólicas. Se espera que las ventas de bebidas listas para tomar a base de vino experimenten un mayor crecimiento a medida que más marcas ingresen al mercado y su precio y conveniencia atraigan a los consumidores. No obstante, la competencia feroz entre las marcas existentes y los obstáculos relacionados con la distribución, con tiendas de conveniencia que priorizan cada vez más la cerveza, es probable que disuada a algunas nuevas marcas y empresas de ingresar a esta categoría en el corto plazo. (Passport Euromonitor, 2022).

En 2021, el valor del mercado de RTD en México se estimó en 175,750 miles de litros, con un valor a precios corrientes de ese año de 12,408 millones de pesos a precios al consumidor final valor de precios al por menor. (EUROMONITOR, 2019)

⁶ "Compound Annual Growth Rate" en inglés, que en español se traduce como Tasa de Crecimiento Anual Compuesto.

		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Valor Total RSP ⁷	MXN millones	10,656.70	11,210.30	11,771.00	12,128.00	11,686.60	12,408.70
Valor Total MSP ⁸	MXN millones	4,116.80	4,348.90	4,581.00	4,727.10	4,783.70	5,014.10
Volumen total RTD	000 litros	141,667.20	148,745.40	155,238.50	161,317.90	167,430.90	175,750.30

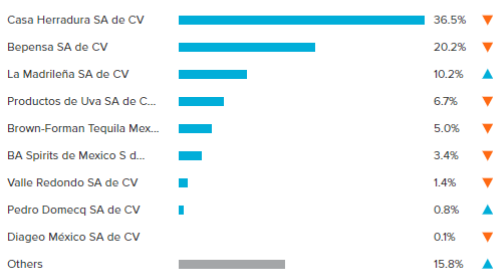
Tabla 2 - Valor del mercado RTD's 2016 - 2021. RPS Valor del Retail. MSP Valor de fabricante (Passport Euromonitor, 2022)

La participación del mercado de esta industria se encuentra liderada principalmente por tres empresas Casa Herradura que en 2006 paso a ser propiedad de Brown-Forman, Bepensa empresa mexicana que principalmente comercializa productos Coca Cola y La Madrileña empresa también mexicana. Encabezados por las marcas New Mix de Jimador, Caribe Cooler, Boones y Viña Real.

Competitive Landscape

Company Shares of RTDs

% Share (NBO) - Total Volume - 2021



Brand Shares of RTDs

% Share (LBN) - Total Volume - 2021

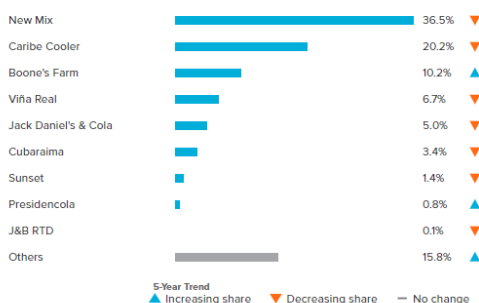


Gráfico 2 - Participación de mercados RTD en Mexico 2021 (Passport Euromonitor, 2022)

Las bebidas artesanales en México

Se espera que los Destilados Artesanales ganen relevancia durante el período de previsión, conforme los consumidores adquieran mayor conocimiento y muestren una mayor curiosidad. Aunque los consumidores pueden relacionarse con la producción artesanal, el concepto de artesanía aún no se valora. Los Destilados como el mezcal y el pulque (jugo de agave fermentado) están asociados con los procesos artesanales, pero no necesariamente se perciben como licores artesanales. Durante el período de previsión, se espera que las empresas inviertan en estrategias de comunicación que animen a los consumidores a diferenciar entre productos Artesanales y los Hechos a Mano. Se espera que estos últimos busquen un posicionamiento como bebidas de alta calidad que

⁷ Retail Sale Price en inglés, que en español se traduce como Precio de Venta al Por Menor.

⁸ manufacturer selling Price en inglés, que en español se traduce como Precio de Venta al Mayorista

mantengan su esencia invirtiendo en ingredientes de alta calidad y procesos de producción precisos. (EUROMONITOR, 2019)

Revisión de la literatura

Basándonos en el análisis realizado en el artículo "*Analysis of Material Requirement Planning (MRP) Implementation on The Company*"⁹ escrito por Furqon, Sultan y Pramudita (2017), se abordan los siguientes aspectos en la revisión de literatura:

En primer lugar, se explora la "Planificación de Necesidades de Materiales" y su implementación en la organización. El artículo examina cómo esta metodología se utiliza para gestionar y controlar los requerimientos de materiales en el proceso de producción, asegurando una eficiente planificación y abastecimiento de estos. (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017)

Asimismo, se profundiza en la técnica de Lote por Lote (LFL¹⁰) utilizada en el MRP. Esta técnica implica la producción o adquisición de materiales en lotes de tamaño óptimo, minimizando los costos asociados al inventario y maximizando la eficiencia en la cadena de suministro. (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017)

El artículo también destaca la Cantidad Económica de Pedido (EOQ¹¹) como un método comúnmente utilizado en el MRP. La EOQ determina la cantidad óptima de materiales a ordenar teniendo en cuenta los costos de mantenimiento de inventario y los costos de pedido, buscando encontrar un equilibrio entre el costo de almacenamiento y el costo de escasez. (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017)

Además, se analiza la Cantidad de Pedido Periódico (POQ¹²) como una técnica de reservas basada en intervalos de tiempo específicos. Esta estrategia consiste en realizar pedidos en momentos predefinidos, lo que permite mantener niveles de inventario constantes y predecibles. (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017)

Por último, se abordan los costos que se asocian al inventario, como son los costos de pedido, de mantenimiento, de preparación. El artículo examina cómo estos costos impactan en la eficiencia y rentabilidad de la gestión de inventarios en el contexto del MRP. (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017)

En resumen, el artículo de (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017) ofrece un análisis exhaustivo de la implementación del MRP en la empresa, abarcando aspectos clave como

⁹ "Análisis de la Implementación de la Planificación de Requisitos de Materiales (MRP) en la Empresa"

¹⁰ "Lot for Lot" en inglés, que en español se traduce como Lote por Lote.

¹¹ "Economic Order Quantity" en inglés, que en español se traduce como Cantidad Económica de Pedido.

¹²

la técnica de Lote por Lote, la Cantidad Económica de Pedido, la Cantidad de Pedido Periódico y los costos asociados al inventario. Esta investigación proporciona información valiosa para comprender y mejorar la gestión de los requisitos de materiales en un entorno empresarial.

Por otro lado, en el artículo "*A Study On Implementation of Material Requirement Planning (MRP) In Manufacturing and Small Sized Industries*¹³" escrito por Sahu (2015), se abordan los siguientes aspectos en su revisión literaria:

En primer lugar, se examinan las necesidades de programación de requisitos de material de fabricación para la empresa por pedido, según el estudio realizado por J. Hoey y otros investigadores. El artículo analiza cómo el MRP se aplica de manera efectiva en entornos de fabricación bajo pedido, garantizando una gestión eficiente de los requisitos de material y optimizando los procesos de producción.

Además, se destacan la programación y liberación de pedidos como aspectos relevantes para determinar el papel del stock de seguridad de inventario en el MRP, según James R. Ashby. El artículo explora cómo la programación adecuada y la liberación oportuna de pedidos son elementos clave en la gestión del MRP, garantizando un balance ideal entre la disponibilidad de productos en stock y los gastos correlacionados.

Asimismo, se aborda el tema del posicionamiento óptimo del stock de seguridad en el MRP, basándose en el estudio realizado por A.G. Lagodimos y otros investigadores. El artículo examina cómo la ubicación estratégica del stock de seguridad dentro del proceso de MRP puede contribuir a minimizar los riesgos de escasez y garantizar una cadena de suministro eficiente.

Por último, se analiza la complejidad de la estructura del producto y su influencia en el MRP, según W.C. Benton. El artículo explora cómo la complejidad de los productos influye en la planificación y ejecución del MRP, destacando la importancia de considerar factores como la variedad de componentes, las relaciones de dependencia y la estandarización en la gestión de los requisitos de material.

En resumen, el artículo de (Sahu, 2015) ofrece una revisión literaria exhaustiva sobre la implementación del MRP en la industria manufacturera y las pequeñas empresas. Se

¹³ "Estudio sobre la Implementación de la Planificación de Requisitos de Materiales (MRP) en la Industria Manufacturera y en Pequeñas Empresas"

abordan aspectos clave como las necesidades de planificación de requisitos de material, la programación y liberación de pedidos, el posicionamiento óptimo del stock de seguridad y la influencia de la complejidad de la estructura del producto en el MRP. Esta investigación proporciona información valiosa para comprender y mejorar la implementación del MRP en diversos entornos empresariales.

En conjunto, estas investigaciones proporcionan una visión integral de la implementación del MRP y los diferentes aspectos relacionados con la planificación de requisitos de material en la gestión empresarial.

Administración en la cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro es una disciplina crítica en la administración empresarial contemporánea debido a su capacidad para optimizar los procesos de negocios y mejorar el rendimiento general de la organización (Scott, Lundgren, & Thompson, 2011). Se trata de la coordinación, concepción, implementación y supervisión de todas las etapas relacionadas con la obtención, fabricación y entrega de productos y servicios, abarcando desde su origen hasta su consumo final. (Samson, 2010).

La cadena de suministro está formada por diversas entidades interrelacionadas, como proveedores, sector manufactura, distribuidores, minoristas y clientes. Cada una de estas entidades depende de las demás para obtener un resultado eficiente en la cadena de suministro. Los proveedores suministran los materiales y componentes necesarios, los fabricantes los transforman en productos intermedios y finales, los distribuidores se encargan de transportarlos y entregarlos a los minoristas, quienes a su vez los venden a los clientes finales. (Scott, Lundgren, & Thompson, 2011).

Al gestionar la cadena de suministro, se desarrollan una variedad de actividades como el manejo de relaciones con proveedores y clientes, control de inventarios, la planificación de la producción, la gestión del transporte, entre otros. La gestión de la cadena de suministro involucra una serie de procesos fundamentales, tales como la predicción de la demanda, la planificación de la producción, la gestión de inventarios, la administración de órdenes, la logística y el transporte, y la coordinación y colaboración entre los diferentes participantes de la cadena. (Samson, 2010)

Algunos de los enfoques y conceptos aplicados en la gestión de la cadena de suministro son los siguientes:

- Justo a Tiempo (JIT¹⁴): Se enfoca en eliminar desperdicios y reducir inventarios al entregar los materiales y productos en el momento exacto para su uso o venta (Scott, Lundgren y Thompson, 2011).
- Planificación, Pronóstico y Reposición Colaborativa (CPFR¹⁵): Es una orientación a la colaboración entre socios comerciales que busca mejorar la precisión de las previsiones de demanda, planificar en conjunto las necesidades y coordinar el reabastecimiento de inventarios (Scott, Lundgren y Thompson, 2011).
- Manufactura sin desperdicios (Lean Manufacturing): Se basa en la reducción de desperdicios y la mejora continua en los procesos para lograr una producción eficiente y una entrega rápida de productos (Scott, Lundgren y Thompson, 2011).
- Analítica de la Cadena de Suministro: Utiliza herramientas y técnicas de analítica para analizar datos de la cadena de suministro con la finalidad de hacer decisiones informadas, como la optimización de inventarios, asignación de recursos y gestión de la demanda (Scott, Lundgren y Thompson, 2011).
- Gestión del Riesgo en la Cadena de Suministro: Hace referencia a la identificación y mitigación de riesgos que pueden afectar el flujo de materiales y productos en la cadena, como desastres naturales, la interrupción en el suministro de la cadena y a las variaciones en la demanda (Scott, Lundgren y Thompson, 2011).

Una implementación positiva de la gestión de la cadena de suministro puede brindar beneficios significativos, como una reducción en costos, mejorar eficiencia de la organización, la optimización de inventarios, la mejora del servicio al cliente y la generación de una ventaja competitiva en el mercado (Scott, Lundgren y Thompson, 2011).

La planificación de requerimientos de materiales (MRP)

Desempeña una función esencial en la administración de la cadena de suministro al asegurar la adquisición puntual y la disponibilidad de los materiales necesarios para la producción. El MRP (Material Requirements Planning) se basa en analizar la demanda de productos, identificar los materiales y componentes requeridos, y coordinar su adquisición según las necesidades de producción y los plazos de entrega. Este proceso se respalda en herramientas como el ERP¹⁶ y permite un seguimiento detallado de los niveles de

¹⁴ *"Just intime"* en inglés, que en español se traduce como Justo a Tiempo.

¹⁵ *"Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment"*

¹⁶ *"Enterprise Resource Plannin"* en inglés, que en español se traduce como Planificación de Recursos Empresariales.

inventario, la programación de órdenes de compra y la gestión de proveedores. (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2020).

El proceso de planificación del MRP tiene como objetivo minimizar los tiempos de espera, optimizar los niveles de inventario y asegurar la disponibilidad de los materiales requeridos en el momento adecuado. Asimismo, contribuye a la reducción de costos al evitar excesos o escasez de inventario, al mismo tiempo que mejora la eficiencia y la agilidad en la cadena de suministro. La correcta implementación de la planificación de requerimientos de materiales garantiza la disponibilidad oportuna de los materiales necesarios para la producción, optimizando los recursos y aportando a la eficiencia y competitividad de las empresas. (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2020).

Integración con la administración de la demanda

Es fundamental resaltar que el MRP debe estar integrado con otros sistemas de planificación y control de la producción para una gestión integral de la cadena de suministro. La planificación de MRP se complementa con la gestión de la demanda, la cual se enfoca en garantizar que las empresas produzcan y suministren los productos adecuados en el momento oportuno para satisfacer la demanda. Esta combinación efectiva de gestión de la cadena de suministro y administración de la demanda brinda una ventaja competitiva sostenible y contribuye al logro de los objetivos estratégicos a largo plazo de las empresas.

Determinación del tamaño del lote

La determinación del tamaño de lote es un elemento clave en la gestión de inventario. Existen diversos métodos para determinar el tamaño de lote, entre ellos el enfoque de lote por lote (LFL), la cantidad económica de pedido (EOQ) y la cantidad de pedido periódico (POQ). Estos métodos se emplean para establecer las cantidades de pedido de los artículos en stock y minimizar los costos relacionados con el proceso de pedido, la configuración y el mantenimiento del inventario. (Jay & Heizer, 2014)

El enfoque conocido como Lote por Lote (LFL) se emplea para determinar la cantidad óptima de materias primas necesarias para cumplir con los planes establecidos, especialmente en productos costosos o con demanda intermitente. El LFL tiene como objetivo minimizar los costos de mantenimiento al producir justo a tiempo, evitando tanto el exceso como la escasez de inventario. No obstante, este método resulta más efectivo cuando los costos y tiempos de configuración se han reducido a niveles insignificantes (Li, 2020).

En contraposición, la Cantidad Económica de Pedido (EOQ) es otro método ampliamente utilizado en la gestión de inventario. La EOQ busca determinar la cantidad óptima de pedido que minimiza los costos totales asociados con el inventario, incluyendo los costos de pedido y los costos de mantenimiento del inventario. Este enfoque considera variables como el costo de pedido, el costo de mantenimiento, la demanda esperada y el tiempo de entrega (Li, 2020).

La EOQ se determina a través de una fórmula matemática que busca encontrar el equilibrio entre los costos de pedido y los costos de mantenimiento del inventario, con el propósito de minimizar los costos totales. Al emplear la EOQ, las empresas pueden optimizar sus niveles de inventario y disminuir los gastos vinculados a la administración del inventario. (Li, 2020).

Por otro lado, la Cantidad de Pedido Periódico (POQ) es un enfoque utilizado para determinar el tamaño del lote en el cual los pedidos se realizan a intervalos regulares, en contraste con la utilización de una fórmula matemática como en el caso de la EOQ. Con el POQ, se establece un período de tiempo específico para realizar los pedidos, y la cantidad de pedido se determina en función de la demanda esperada durante ese período (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2020)

El POQ se emplea en situaciones donde los costos de pedido son altos y se busca reducir la frecuencia de los pedidos. Al agrupar los pedidos en intervalos regulares, las empresas pueden disminuir los costos relacionados con los pedidos y la gestión del inventario. No obstante, es importante tener en cuenta que el POQ puede resultar en un nivel promedio de inventario más elevado en comparación con la EOQ, ya que los pedidos se realizan en intervalos fijos, independientemente de la demanda real (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2020)

En resumen, la determinación del tamaño del lote constituye un elemento clave en la gestión de inventario y la planificación de los requerimientos de materiales. Los métodos como el lote por lote, la EOQ y el POQ ofrecen enfoques distintos para encontrar el equilibrio óptimo entre los costos de pedido y los costos de mantenimiento del inventario, permitiendo a las empresas optimizar sus niveles de inventario y asegurar la disponibilidad de los materiales necesarios para la producción.

Inventario

En la cadena de suministro, el inventario juega un papel crítico al actuar como un buffer o amortiguador entre la oferta y la demanda de productos (Jenkins, 2022). La correcta gestión del inventario es esencial para lograr un equilibrio entre la disponibilidad de productos y los costos asociados al almacenamiento y la gestión de inventarios. En este estudio de revisión de literatura, se examinará el papel estratégico del inventario en la cadena de suministro, así como se analizarán técnicas y herramientas de gestión que permiten a las empresas tomar decisiones fundamentadas y optimizar sus niveles de inventario en función de la demanda y los objetivos comerciales. (Jenkins, 2022).

Gestión estratégica del inventario

La administración del inventario implica el seguimiento y control de los activos y materiales que una empresa posee, ya sea para su venta o para su uso futuro (Jenkins, 2022). Una gestión efectiva del inventario juega un papel clave en la optimización de los procesos, la reducción de costos y el mejoramiento del rendimiento general de la empresa dentro de la cadena de suministro. Además, permite mantener un equilibrio adecuado entre la oferta y la demanda, así como anticipar cambios en el mercado y responder de manera ágil a las necesidades de los clientes. (Jenkins, 2022).

Modelos de pronóstico y sistemas de control de inventario:

Los modelos de pronóstico desempeñan un papel crucial en la gestión de inventario, ya que permiten predecir la demanda futura de productos y determinar los niveles apropiados de inventario (Smith, 2021). Estos modelos utilizan datos históricos y técnicas estadísticas para proyectar la demanda, lo que brinda a las empresas una base sólida para planificar sus compras y producciones de manera más precisa.

Por otro lado, los sistemas de control de inventario son mecanismos que permiten monitorear y mantener actualizada la información relacionada con el inventario (Jones, 2022). Estos sistemas aprovechan la tecnología, como los códigos de barras y los sistemas de gestión de inventario, para realizar un seguimiento preciso de los niveles de inventario, las ventas y las reposiciones necesarias. Al contar con información en tiempo real, las empresas pueden tomar decisiones más informadas sobre el reabastecimiento y la optimización del inventario.

Estrategias de reabastecimiento:

Las estrategias de reabastecimiento son enfoques utilizados para determinar cuándo y en qué cantidad se debe reponer el inventario. Algunas estrategias comunes incluyen:

- Cantidad Económica de Pedido (EOQ): Este enfoque calcula la cantidad óptima de inventario que debe pedirse, considerando los costos asociados tanto al pedido como al mantenimiento del inventario. El objetivo principal es minimizar los costos totales relacionados con el inventario (Kuuse, 2023).
- Punto de Reorden (ROP¹⁷): Este es el nivel de inventario en el cual se debe realizar un pedido para evitar quedarse sin existencias antes de que llegue un nuevo pedido. El cálculo del ROP toma en cuenta el tiempo de entrega y la demanda esperada durante ese período, asegurando que se realicen pedidos a tiempo para evitar la falta de stock (Turovski & Scott, 2023).
- Cantidad de Pedido Periódico (POQ): En este enfoque, se utiliza el modelo EOQ para determinar el tiempo económico entre pedidos, en lugar de la cantidad de pedido. Se realizan pedidos periódicamente para cubrir los requisitos de inventario durante el período de tiempo calculado (Control Group, 2023).

Costos asociados al inventario:

Los costos asociados al inventario engloban los gastos derivados de adquirir, almacenar y administrar el inventario de una empresa. Esto incluye costos de pedido, costos de almacenamiento, costos de obsolescencia y costos por falta de existencias. Una gestión efectiva del inventario puede contribuir a reducir estos costos y mejorar la eficiencia y la organización del negocio (Lumsden, 2023)

Inventario de seguridad

El inventario de seguridad se define como el nivel adicional de existencias que se mantienen para mitigar el riesgo de desabastecimiento debido a cambios imprevistos en la oferta, la demanda o ambos. (Kuuse, 2023)

El autor plantea dos fórmulas sencillas para calcular los stocks de seguridad. La primera fórmula se basa en el promedio de demanda por día (D_{avg}^{18}) y el plazo promedio de entrega en días (LT_{avg}^{19}). Utilizando estos valores, se determina el número de días de seguridad necesarios y se multiplica por la demanda promedio para obtener los stocks de seguridad.

La fórmula adicional propuesta por (Kuuse, 2023) toma en cuenta tanto el plazo de entrega máximo como la demanda máxima. Se calcula sumando el plazo de entrega

¹⁷ " *Reorder Point*" en inglés, que en español se traduce como Punto de Reorden.

¹⁸ " *Daily Average Demand*".

¹⁹ " *Average Lead Time in Days*".

máximo y la demanda máxima, y restando el plazo de entrega promedio y la demanda promedio para obtener los niveles de inventario de seguridad.

Planteamiento del problema

En el entorno empresarial actual, la gestión efectiva del inventario se ha vuelto indispensable para asegurar el éxito de las empresas. Es especialmente desafiante para aquellas en etapas iniciales, como CIA Raicillery S.A.S., una empresa de bebidas que enfrenta dificultades en el establecimiento de una estrategia adecuada de gestión de inventario. Un área particular de preocupación es la adquisición insumos clave y la estimación precisa de las cantidades de materia prima necesarias.

La producción de bebidas de CH Raicillery S.A.S. requiere seguir recetas precisas para mantener la calidad de sus productos. Además, es crucial contar con pronósticos que faciliten la adquisición y almacenamiento de la materia prima. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 ha generado volatilidad en el mercado de estos insumos, lo que ha incrementado sus costos y dificultado la tarea de calcular la cantidad adecuada a adquirir. Esta situación plantea un desafío significativo, ya que la empresa debe asegurar un flujo constante de productos terminados sin experimentar escasez, al tiempo que evita gastos innecesarios, inmovilización de capital y desperdicio de espacio de almacenamiento.

Además, en esta etapa inicial de la empresa, se identifica la falta de reglas claras de abastecimiento y métodos para pronosticar las cantidades requeridas. Esta situación puede generar complicaciones, como los escasos de materias primas clave para la producción de bebidas, lo que afecta la habilidad de la organización para lo demandado por el mercado. Esto se traduce en problemas como retrasos en las entregas, baja rotación de inventario y una capacidad de respuesta lenta ante los cambios en la demanda o ante los requerimientos de materia prima.

Cabe destacar que hacer frente a esta problemática supone el requerir del desarrollo de un plan efectivo de gestión de inventario que se adapte a las necesidades específicas la organización. Esto incluirá la adopción de métodos de pronóstico precisos, estrategias flexibles así como reglas de abastecimiento claras para garantizar un flujo constante de materiales y productos terminados, minimizando así los costos y maximizando la eficiencia operativa.

Problemática basada en (VSM²⁰):

La empresa enfrenta diversos desafíos en su línea de producción de Raicilla RTD, que requieren mejorar la calidad y eficiencia en sus procesos. A continuación, se presenta la problemática basada en el desarrollo y análisis del Mapa de flujo de valor de a partir de los datos proporcionados:

Falta de estadísticos de venta confiables: La empresa carece de un sistema o proceso establecido para recopilar y analizar datos de ventas de manera precisa. Esto dificulta la capacidad de prever la demanda y tomar decisiones informadas sobre la producción y el inventario.

Producción basada en productos agotados: La producción se realiza en función de los productos que ya no están en existencia, lo que lleva a un enfoque reactivo y desordenado. Esta falta de planificación puede generar problemas de disponibilidad de productos y una gestión ineficiente del inventario.

Ausencia de un departamento de ventas formal: No hay un departamento de ventas dedicado que realice un seguimiento y registro adecuado de los productos entregados y cobrados. Esto puede generar falta de control sobre las ventas, dificultades en la facturación y una comunicación deficiente entre el equipo de ventas y otros departamentos.

Baja estandarización en los procesos de producción: Existe una falta de uniformidad y estandarización en los procesos de producción, lo que conduce a demoras, fallas y la necesidad de retrabajo. La falta de procedimientos y directrices claras puede afectar la calidad y eficiencia de la producción.

Falta de orden y señalización en las áreas de trabajo: Existe una falta de organización visual y señalización clara en las áreas de trabajo. Esto puede provocar confusiones, pérdida de tiempo y dificultades para localizar herramientas, materiales o productos, lo que afecta la eficiencia y el flujo de trabajo.

Otro problema importante es el cuello de botella en el inventario de botellas de vidrio. Esta limitación en la disponibilidad de botellas restringe la capacidad de producción y puede generar interrupciones dentro de la línea de producción. Asimismo, no contar con un programa para el manejo adecuado de las aguas residuales y la disposición inadecuada de

²⁰ "Value Stream Mapping" (VSM) en inglés, que se traduce al español como Mapeo del Flujo de Valor.

los desechos orgánicos son aspectos que afectan la sostenibilidad ambiental de la empresa.

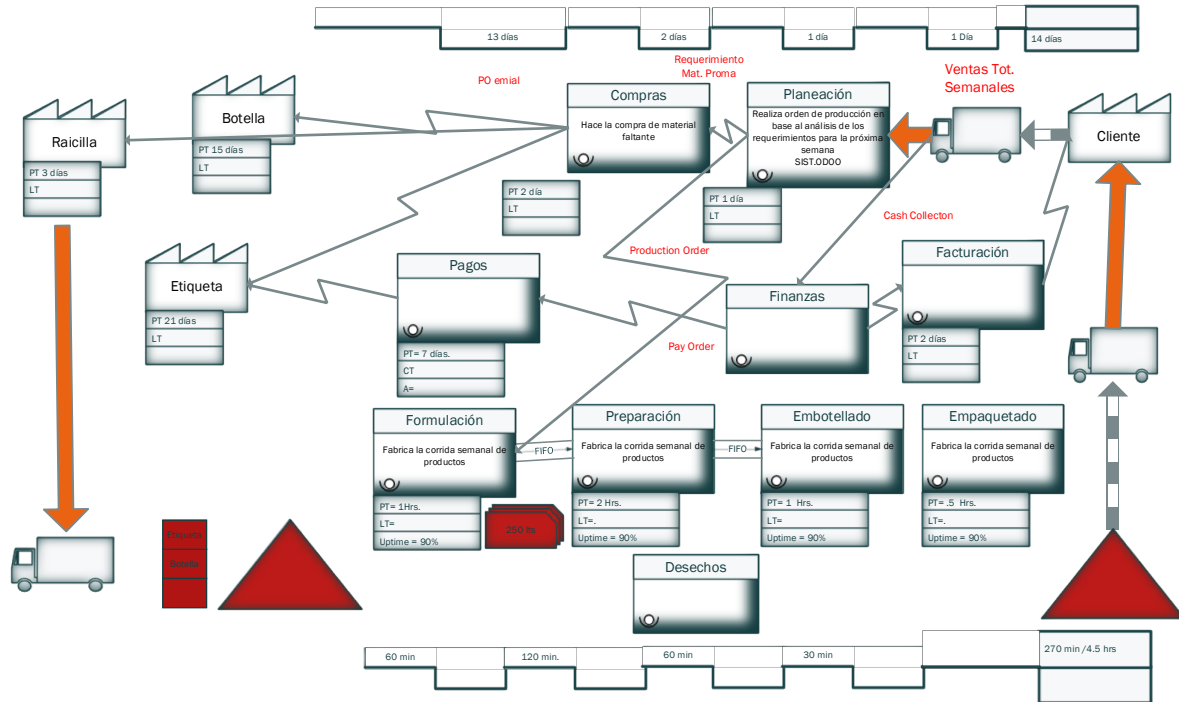


Ilustración 2- VSM Actual de la empresa. Realizada en base a datos de la empresa

Validación de las condiciones del proyecto y del cambio.

Durante este proceso es importante considerar los siguientes indicadores clave de rendimiento (KPI) con la finalidad de evaluar la situación:

Días de cobertura de inventario: Se busca optimizar el número de días de cobertura de inventario, que es el período en el que el inventario disponible puede satisfacer la demanda sin reabastecerse. El objetivo es establecer un rango de 5 a 20 días para garantizar un flujo constante de productos terminados sin incurrir en escasez o gastos innecesarios.

La línea base de enero a mayo del 2023 es de:

Producto	Inventario Promedio	Costo de Bienes Vendidos (COGS)	Días de Cobertura de Inventario

Horchata	-426	\$10,777	-1.33 días
Margarita	-355	\$10,970.32	-0.97 días
Daiquiri	-354	\$11,674.16	-0.92 días
Mojito	-150	\$4,704	-1.91 días

Tabla 3- Línea base días de cobertura de inventario. Realizada en base a datos de la empresa

Flujo de efectivo neto: El objetivo es mejorar en un 20% el flujo de efectivo de la empresa mediante una gestión eficiente de inventario y compras. Esto implica optimizar los niveles de existencias y minimizar el exceso de inventario para la reducción de los costos relacionados y mantener un flujo de efectivo positivo en los próximos 12 meses.

Línea Base

Producto	Ingresos Totales	Egresos Totales	Flujo de Efectivo Neto
Horchata	\$20,874.80	\$10,083.50	\$10,791.30
Margarita	\$20,284.86	\$12,280.00	\$8,004.86
Daiquiri	\$20,511.76	\$12,398.40	\$8,113.36
Mojito	\$8,712.96	\$5,145.00	\$3,567.96
		Total	\$30,477.48

Tabla 4- Flujo de efectivo neto. Realizada en base a datos de la empresa

Costo de inventario: Se busca disminuir los costos de inventario en un 10% al optimizar los niveles de existencias y minimizar el exceso de inventario. Esto implica establecer políticas de inventario adecuadas basadas en el análisis de la demanda y el comportamiento de los materiales.

De enero a mayo del 2023 se produjeron 69 piezas más que las requeridas para ventas. Es decir, un 4% por encima de lo estimado

Mes	Horchata		Margarita		Daiquiri		Mojito	
	Inventario	Costo	Inventario	Costo	Inventario	Costo	Inventario	Costo
Enero	96	\$ 2,251.20	90	\$ 2,210.40	80	\$ 2,066.40	0	\$ -
Febrero	112	\$ 2,626.40	120	\$ 2,947.20	100	\$ 2,583.00	0	\$ -
Marzo	84	\$ 1,969.80	90	\$ 2,210.40	90	\$ 2,324.70	0	\$ -
Abril	98	\$ 2,298.10	100	\$ 2,456.00	100	\$ 2,583.00	100	\$ 2,450.00
Mayo	40	\$ 938.00	100	\$ 2,456.00	110	\$ 2,841.30	110	\$ 2,695.00
Total	430	\$ 10,083.50	500	\$ 12,280.00	480	\$ 12,398.40	210	\$ 5,145.00
							Total, costo	\$ 39,906.90

Tabla 5 -Costo de Inventario. Realizada en base a datos de la empresa

- Tasa de faltantes de inventario: La meta es minimizar los faltantes de inventario en un 50% al implementar una programación de producción más precisa y ajustada a

la demanda. Esto implica configurar e integrar el software MRP seleccionado en los sistemas existentes de la empresa para recopilar y actualizar correctamente los datos que se relacionan con la estructura de productos, demanda y proveedores.

- Exactitud del pronóstico de demanda: Se busca implementar un pronóstico preciso de las cantidades requeridas de materia prima utilizando técnicas y herramientas adecuadas. El objetivo es minimizar el riesgo de escasez o exceso de inventario al tener una estimación más precisa de la demanda.

Producto	A la mano	Pronóstico	Ruta prefer...	Proveedor	Cantidad ...	Cantidad ...	Por ordenar			
Azúcar Estándar	-14.39	-45.56	Recoger		0.00	0.00	45.56	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Goma de Xanta...	-0.15	-0.15	Recoger		0.00	0.00	0.15	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Arroz Molido	-0.87	-0.87	Recoger		0.00	0.00	0.87	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Lechada de Arroz	-12.99	-12.99	Fabricar		0.00	0.00	100.00	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Sabor Leche 34...	-0.06	-0.06	Recoger		0.00	0.00	0.06	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Ejote Vainilla G...	-0.06	-0.06	Recoger		0.00	0.00	0.06	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Botella Boston ...	0.00	-1,700.00	Recoger		0.00	0.00	1,700.00	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Etiqueta Margar...	1,000.00	-540.00	Recoger		0.00	0.00	540.00	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer
Margarita RTD	0.00	-493.00	Fabricar		0.00	0.00	500.00	Ordenar una vez	Automatizar órdenes	Posponer

Ilustración 3 - Reabastecimiento Odo en base a datos de la empresa

Este proyecto muestra una planificación temporal para la implementación de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales.

Cada actividad tiene una duración asignada en días, así como fecha de inicio y fecha de finalización programada. Estas fechas pueden ser ajustadas según la planificación y ejecución del proyecto.

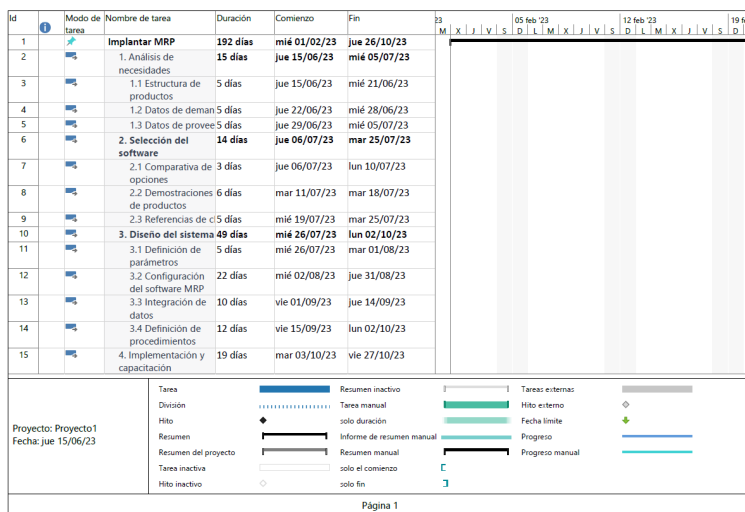


Ilustración 4- Plan de proyecto en tiempos. Realizada en base a datos de la empresa

Delimitación de la(s) área(s) a intervenir.

El delimitar el área de intervención se considera de importancia alta si se desea tener éxito en cualquier proyecto organizacional, y en este caso en particular, se ha decidido enfocarse en el área de producción con especial atención en los aspectos relacionados con materiales e inventario a lo largo de todo el proceso. El objetivo principal es asegurar que exista un nivel adecuado de productos terminados en inventario para satisfacer los altos estándares de servicio al cliente.

Para lograr esto, la planificación y programación de la producción serán elementos fundamentales que se tomarán en consideración. Se analizará la demanda esperada, el nivel del inventario existente y el tiempo de entrega de los materiales necesarios. Estos aspectos serán cuidadosamente coordinados con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos productivos.

Propósitos de la intervención y/o consultoría y su pertinencia.

El objetivo principal de la intervención o consultoría es mejorar la producción de la empresa mediante una correcta planificación de los requerimientos de materiales, utilizando el MRP. El objetivo es asegurar que la empresa cuente con la producción necesaria para satisfacer la demanda de los clientes en el tiempo establecido. Con esta intervención, se busca hacer un mejor uso en el inventario de materiales, optimizar la eficiencia de los procesos de producción, detectar problemas relacionados con esta y mejorar las metas de la empresa a largo plazo, al mismo tiempo que se disminuyen los tiempos de manufactura y entrega.

La pertinencia de esta intervención radica en la necesidad de la empresa de mejorar su gestión de inventario y producción, en la búsqueda de mejorar al máximo posible la satisfacción de sus clientes y aumentar su competitividad en el mercado. La correcta planificación de los requerimientos de materiales permitirá a la empresa la mejora en la eficiencia de sus procesos productivos y reducir el desperdicio de recursos. Además, al detectar problemas relacionados con la producción de manera temprana, la empresa podrá tomar medidas preventivas y corregir cualquier desviación que pudiera afectar la calidad del producto final.

Esta intervención es pertinente en un entorno empresarial altamente competitivo, donde las empresas requieren adecuarse rápidamente a los cambios del mercado y mejorar su eficiencia operativa para mantenerse competitivas. Con una intervención efectiva, la empresa podrá incrementar la rentabilidad y crecer la participación en el mercado, lo que le permitirá competir de manera efectiva

Metodología

La metodología propuesta se basará en el análisis realizado por Chairul Furqon, Mokh. Adib Sultan y Rifqi Jalu Pramudita en su estudio titulado "Analysis of Material Requirement Planning (MRP) Implementation on The Company". En este estudio se examina la gestión del inventario, con un enfoque especial en la implementación del Material Requirement Planning (MRP) en la empresa. El sistema MRP utiliza técnicas de dimensionamiento de lote como Lote a Lote (LFL), Cantidad Económica de Pedido (EOQ) y Cantidad de Pedido Periódico (POQ) para determinar cuándo y cuántos materiales se requieren en función de los costos que la empresa debe asumir. (Furqon, Pramudita, & Sultan, 2017)

El estudio emplea métodos descriptivos comparativos y analiza diversos datos, como las especificaciones del producto, el número de pedidos realizados en un período de un año, el tiempo de espera, el costo de configuración, el costo de mantenimiento, entre otros. En general, los resultados demuestran que el análisis MRP utilizando la técnica POQ es el método más eficiente en términos de costos. (Furqon C. a.)

Análisis de necesidades

Lo primero que se debe hacer es analizar las necesidades de la empresa en cuanto a la implementación del MRP. Esto implica identificar los objetivos de la implementación, los procesos que se verán afectados y las áreas de la compañía que se verán beneficiadas. Para ello, se pueden utilizar herramientas como entrevistas con el personal involucrado, análisis de los flujos de trabajo y revisión de los sistemas actuales.

Según (Jacobs, Berry, Whybark, & Vollmann, 2010), el análisis de las necesidades es la primera fase del proceso de implementación del MRP y es de suma importancia para el triunfo de la implementación. Además, sugieren que es importante involucrar al personal de la empresa en esta fase para obtener una visión completa de las necesidades y expectativas.

Selección de la aplicación informática

Una vez que se han identificado las necesidades, se debe seleccionar la aplicación informática adecuada para el MRP. Es importante evaluar varias opciones y asegurarse de que el software seleccionado cumpla con los requisitos que la organización requiere. Para ello, se pueden utilizar técnicas como comparativas aplicaciones, demostraciones de productos y referencias de clientes.

En su libro "Enterprise Resource Planning²¹", (Wagner & Monk, 2008) señalan que la selección de la aplicación informática es una de las decisiones más importantes en la implementación de un MRP y recomiendan que se realice una evaluación cuidadosa y detallada para seleccionar la mejor opción para la empresa.

Implantación de la aplicación

Una vez seleccionada, se debe implantar el sistema de MRP para que se adapte a los procesos de la empresa. Esto implica configurar el MRP siguiendo las necesidades de la empresa, definir los procesos de trabajo y establecer los procedimientos de control.

Según (Jacobs, Berry, Whybark, & Vollmann, 2010). el diseño del sistema es la fase más crítica en la implementación del MRP y puede ser un proceso complejo y largo. Sugieren que es importante involucrar a los usuarios finales en esta fase para asegurar que el sistema diseñado sea práctico y fácil de usar.

Para lo cual pretende utilizar el siguiente proceso:

1. Establecimiento de parámetros: Se determinarán los diferentes parámetros del sistema, como la determinación de niveles de seguridad de inventario, los tamaños de los lotes de pedido y las políticas de reposición de existencias. Estos parámetros serán clave para asegurar un correcto funcionamiento del sistema y garantizar un flujo eficiente de materiales.
2. Configuración de la aplicación MRP: Se elegirá y configurará el MRP más adecuado para satisfacer las necesidades específicas de la empresa. Esta configuración incluirá la adaptación de los módulos y funciones del software a los requisitos y procesos de la empresa, asegurando su correcta operatividad.
3. Integración de datos: Se procederá a integrar en el sistema MRP los datos recopilados durante el análisis de la empresa. Esto incluirá la estructura de los productos, los datos de demanda de los clientes y los datos de los proveedores. Esta integración permitirá al sistema MRP contar con información actualizada y precisa que sirva en la toma de decisiones.
4. Definición de procedimientos: Se establecerán los procedimientos y políticas internas relacionadas con el uso del sistema MRP. Esto implica definir las responsabilidades y roles de los empleados en el manejo y actualización de datos

²¹ Planificación de Recursos Empresariales

en el sistema, así como establecer flujos de trabajo eficientes. Estos procedimientos asegurarán una correcta utilización del sistema y garantizarán la calidad de los datos que en él se registran.

Capacitación

Una vez configurado el sistema, se debe implementar el MRP en la empresa y capacitar al personal en su uso. Es transcendental que el personal esté bien capacitado para usar el sistema y se sientan cómodo con él. Para ello, deberán realizar sesiones de capacitación y materiales de consulta.

Evaluación y mejora continua

Una vez implementado el MRP, se debe evaluar su desempeño y realizar mejoras continuas. Esto implica realizar un seguimiento de los resultados, identificar áreas de mejora y realizar ajustes al sistema de MRP según sea necesario. Para ello, se pueden utilizar herramientas como análisis de datos y retroalimentación del personal de la empresa.

En su libro "Operations Management²²", (Heizer, Render, & Munson, 2016). destacan la importancia de la evaluación y mejora continua en la implementación del MRP. Sugieren que la evaluación constante del sistema de MRP de gran importancia en el afán de identificar oportunidades de mejora y garantizar el éxito a largo plazo del proyecto.

Las actividades incluyen:

1. Seguimiento del desempeño: Se analizarán los resultados y métricas generados por el sistema MRP para evaluar su desempeño y realizar ajustes si es necesario.
2. Mejoras en los procesos: Se identificarán áreas de mejora en los procesos relacionados con el MRP y se implementarán cambios para optimizar la eficiencia y la efectividad.
3. Actualización de datos: Se actualizarán regularmente los datos de demanda, proveedores y productos en el sistema MRP para mantener la precisión de las predicciones y planificaciones,

Además, se plantea alcanzar los siguientes factores clave:

²² gestión de las operaciones.

KPI	Fórmula	Objetivo
Días de cobertura de inventario	$(\text{Inventario promedio} / \text{Costo de bienes vendidos}) * \text{Días del período}$	Reducir de 5 a 20 días
Flujo de efectivo neto	Ingresos totales - Gastos totales	Aumentar en un 20% en los próximos 12 meses
Costo de inventario	Valor monetario promedio del inventario	Reducir en un 10%
Tasa de faltantes de inventario	$(\text{Cantidad de pedidos pendientes} / \text{Cantidad de pedidos solicitados}) * 100$	Reducir en un 50%
Exactitud del pronóstico de demanda	$(\text{Ventas reales} - \text{Pronóstico de demanda}) / \text{Ventas reales} * 100$	Mejorar la precisión en un porcentaje específico

Tabla 6 -KPI meta. Realizada en base a datos de la empresa

Resultados

Una vez elaborado el plan de trabajo para la intervención llegamos a los siguientes resultados:

Análisis de necesidades

Pronósticos de venta.

A partir de entrevistas con los socios mismos que operan el lugar pudimos identificar las entradas necesarias para el desarrollo de la planificación de necesidades de materiales. Iniciando por un pronóstico de ventas que nos permitiera la planeación de un programa maestro de producción, esto basado en los 4 productos principales de la empresa y con la metodología de promedios móviles. Se observa que los dos primeros meses del pronóstico de año siguiente de ejemplo no aparece ya que esta metodología promedia los 3 meses iguales anteriores.

	Ventas 2022								
	Daiquiri .290			Margarita 290ml.		Horchata 290ml.		Mojito 290ml.	
	2022	2023		2022	2023	2022	2023	2022	2023
Enero	1,051.20			700.80		1,051.20		700.80	

Febrero	1,051.20			700.80		1,051.20		700.80	
Marzo	1,314.00	1,138.80		876.00	759.20	1,314.00	1,138.80	876.00	759.20
Abril	1,576.80	1,314.00		1,051.20	876.00	1,576.80	1,314.00	1,051.20	876.00
Mayo	3,942.00	2,277.60		2,628.00	1,518.40	3,942.00	2,277.60	2,628.00	1,518.40
Junio	1,576.80	2,365.20	591.30	1,051.20	1,576.80	1,576.80	2,365.20	1,051.20	1,576.80
Julio	2,102.40	2,540.40	508.08	1,401.60	1,693.60	2,102.40	2,540.40	1,401.60	1,693.60
Agosto	1,839.60	1,839.60	459.90	1,226.40	1,226.40	1,839.60	1,839.60	1,226.40	1,226.40
Septiembre	1,576.80	1,839.60	459.90	1,051.20	1,226.40	1,576.80	1,839.60	1,051.20	1,226.40
Octubre	3,416.40	2,277.60	569.40	2,277.60	1,518.40	3,416.40	2,277.60	2,277.60	1,518.40
Noviembre	4,467.60	3,153.60	788.40	2,978.40	2,102.40	4,467.60	3,153.60	2,978.40	2,102.40
Diciembre	2,365.20	3,416.40	854.10	1,576.80	2,277.60	2,365.20	3,416.40	1,576.80	2,277.60

Tabla 7- Pronóstico de ventas promedios móviles. Realizada en base a datos de la empresa

Para esta metodología se utilizó la siguiente fórmula: Pronóstico de Ventas = (Suma de los valores de ventas anteriores) / (Número de períodos considerados en el promedio móvil)

Estructura de productos

La estructura de productos establecida para el negocio, se han categorizado las bebidas RTD (Ready-to-Drink) y se han definido distintas categorías para clasificar los productos. En primer lugar, se cuenta con una variedad de bebidas RTD, como el Mojito Raicilla RTD 10oz, el Daiquiri Raicilla RTD 10oz, la Horchata RTD 10oz y la Margarita Raicilla RTD 10oz. Estas bebidas listas para consumir brindan comodidad y sabor, ofreciendo a los clientes una experiencia única.

Además, dentro de la estructura de productos, se han establecido diferentes categorías para clasificar los productos según su naturaleza. Estas categorías son las siguientes:

- Vendibles (producto terminado): Aquí se encuentran los productos finales, es decir, las bebidas RTD listas para ser comercializadas y consumidas.
- Componentes (insumos): Esta categoría incluye los elementos que forman parte integral de las bebidas RTD, pero que no se venden como productos independientes. Estos componentes se utilizan en la preparación de las bebidas y juegan un papel crucial en la calidad y el sabor de cada una de ellas.
- Materia Prima (Material Raw): Por último, se ha definido una categoría para la materia prima utilizada en la producción de las bebidas RTD. Esto incluye los ingredientes y materiales básicos que se transforman y procesan para crear los

productos finales. La calidad y la selección adecuada de la materia prima son fundamentales para garantizar la excelencia de las bebidas.

Listado de materiales (Bill of materials)

Después de calcular el punto de reorden y tenerlo establecido en 430 unidades, se realizó un listado de materiales y se actualizó el inventario disponible. Esta actualización del inventario permitiría tener un seguimiento de las existencias actuales y tomar decisiones de compra o producción en función de las necesidades del punto de reorden.

Al actualizar el inventario disponible, se registraron las cantidades de cada material o producto en stock. Esto puede incluir información como el nombre del material, la cantidad disponible actualmente, la unidad de medida utilizada (por ejemplo, unidades, kilogramos, litros, etc.), y cualquier otra información relevante para el control de inventario.

Con el inventario actualizado, se puede realizar un seguimiento regular del nivel de existencias y compararlo con el punto de reorden establecido. Si el inventario disponible cae por debajo del punto de reorden, se activa la necesidad de realizar un pedido de reposición o tomar medidas para reabastecer el stock.

Además, tener un inventario actualizado y realizar un seguimiento regular del mismo permite identificar desviaciones o discrepancias entre el inventario supuesto y el inventario físico, lo que ayuda a detectar posibles problemas como robos, pérdidas o errores en los registros.

Favorita	Nombre	Categoría de producto	Tipo de producto	Cantidad a la mano	Cantidad pronosticada
Favorita	Azúcar Invertido	All/ Component ²³	Producto almacenable	0.00	0.00
Favorita	Concentrado de horchata	All/ Component	Producto almacenable	0.00	0.00
Favorita	Daiquiri 10oz	All / Saleable	Producto almacenable	80.00	480.00
Favorita	Lechada de Arroz	All/ Component	Producto almacenable	0.00	0.00
Favorita	Margarita 10oz	All / Saleable	Producto almacenable	2.00	480.00
Favorita	RTD Horchata Raicilla 10oz	All / Saleable	Producto almacenable	0.00	2,400.00
Favorita	RTD Mojito Raicilla 10oz	All / Saleable	Producto almacenable	104.00	104.00
Normal	ACIDO CITRICO FINO CHINO WEIFANG	All/ Raw Material	Producto almacenable	18.93	18.93
Normal	Agua	All/ Raw Material	Producto almacenable	9,891.15	9,891.15
Normal	Arroz Delgado	All/ Raw Material	Producto almacenable	0.00	0.00

²³ Todos Componentes, Todos Materia Prima, Todos Vendibles

Normal	Arroz Molido	All/ Raw Material	Producto almacenable	0.00	0.00
Normal	Azúcar Estándar	All/ Raw Material	Producto almacenable	21.98	71.98
Normal	Azúcar refinada	All/ Raw Material	Producto almacenable	50.00	100.00
Normal	BENZOATO DE SODIO EXTRUIDO CHINO DONGDA	All/ Raw Material	Producto almacenable	18.98	18.98
Normal	Botella Boston 10 OZ	All/ Raw Material	Producto almacenable	0.00	-878.00
Normal	Botella Boston 16 oz	All/ Raw Material	Producto almacenable	0.00	0.00
Normal	Botella con tapa de plástico Boston 12oz	All/ Raw Material	Producto almacenable	0.00	0.00
Normal	Caja 24 Margarita 10oz	All / Saleable	Producto almacenable	2.00	2.00
Normal	Caja para 24	All/ Raw Material	Producto almacenable	0.00	0.00

Tabla 8 - Lista de materiales. Realizada en base a datos de la empresa

Programa Maestro de Producción (Máster Production Schedule):

A partir del pronóstico de ventas realizado utilizando promedios móviles, la lista de materiales estructurada y el inventario actualizado, se ha desarrollado el programa maestro de producción para nuestras bebidas: Daiquiri 290.ml, Margarita 290ml., Horchata 290ml., y Mojito 290ml. Este programa nos permitirá planificar de manera eficiente la producción y asegurar el cumplimiento de la demanda del mercado.

Como parte de nuestra estrategia de gestión de inventario, se ha establecido un objetivo de existencias de seguridad de 250 piezas para cada sabor de nuestras bebidas. Este objetivo se ha planteado con el propósito de mantener un nivel de servicio del 90%, considerando los tiempos de entrega promedio de nuestros proveedores, que no exceden los 3 días. Para determinar el punto de reorden, se ha utilizado la siguiente fórmula:

- Punto de Reorden = Demanda Diaria Promedio (60) x Tiempo de entrega en días (3) + Inventario de seguridad (250)

Además del punto de reorden, se ha establecido un mínimo de 100 unidades para reabastecer y un máximo de 1,000 unidades. Estos límites nos permiten realizar pedidos o producir de manera oportuna y evitar tanto la escasez de inventario como el exceso de existencias.

El programa maestro de producción y la definición de los objetivos de existencias de seguridad, punto de reorden y límites mínimo y máximo nos brindan una guía clara para la planificación y control de nuestra producción. Al seguir este programa, podemos asegurar un flujo eficiente de nuestras bebidas y cumplir con las expectativas de nuestros clientes,

manteniendo un nivel de servicio óptimo y evitando interrupciones en la cadena de suministro.

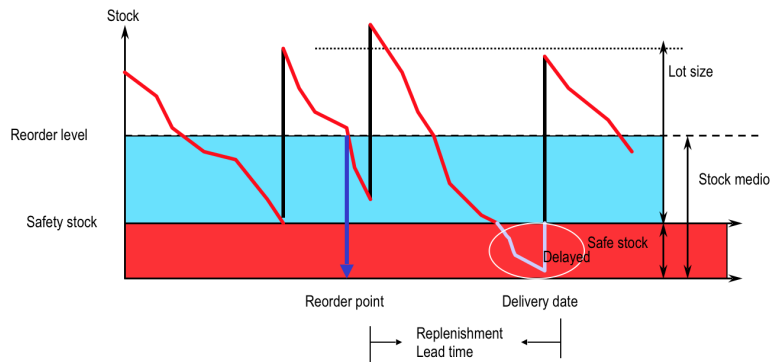


Ilustración 5 -Programa Maestro de producción. (Zona Logistica, 2023)

Por lo tanto, el punto de reorden sería 430 unidades. Esto significa que cuando el nivel de inventario llegue a 430 unidades, se debe realizar un pedido de reposición para reabastecer el stock y evitar quedarse sin inventario durante el tiempo de entrega.

Tiempo de entrega (Lead Time)

Durante el análisis de resultados utilizando la metodología VSM, se realizó una evaluación exhaustiva de los tiempos de entrega como un elemento fundamental para comprender y mejorar la eficiencia de nuestra cadena de suministro.

A través de este análisis, hemos identificado posibles puntos de congestión y áreas de oportunidad en términos de tiempo. Esto nos ha brindado una mejor comprensión del flujo de trabajo y la secuencia de actividades, permitiéndonos identificar aquellas que generan retrasos o ineficiencias en nuestro proceso.

Además, el análisis de los tiempos de entrega nos ha proporcionado una visión clara de los plazos involucrados en cada etapa de nuestro proceso, a partir la admisión de materias primas hasta la entrega final de los bienes terminados. Esto ha permitido establecer objetivos realistas y medibles para reducir esos tiempos, mejorar nuestra eficiencia operativa y responder de manera más ágil a las demandas del mercado.

Con base en los resultados obtenidos del VSM, hemos se implementaron acciones concretas para reducir estos tiempos. Estas acciones incluyen la optimización en procesos, la adopción de tecnologías avanzadas y la mejora en la relación y comunicación entre los diferentes departamentos involucrados en la cadena de suministro.

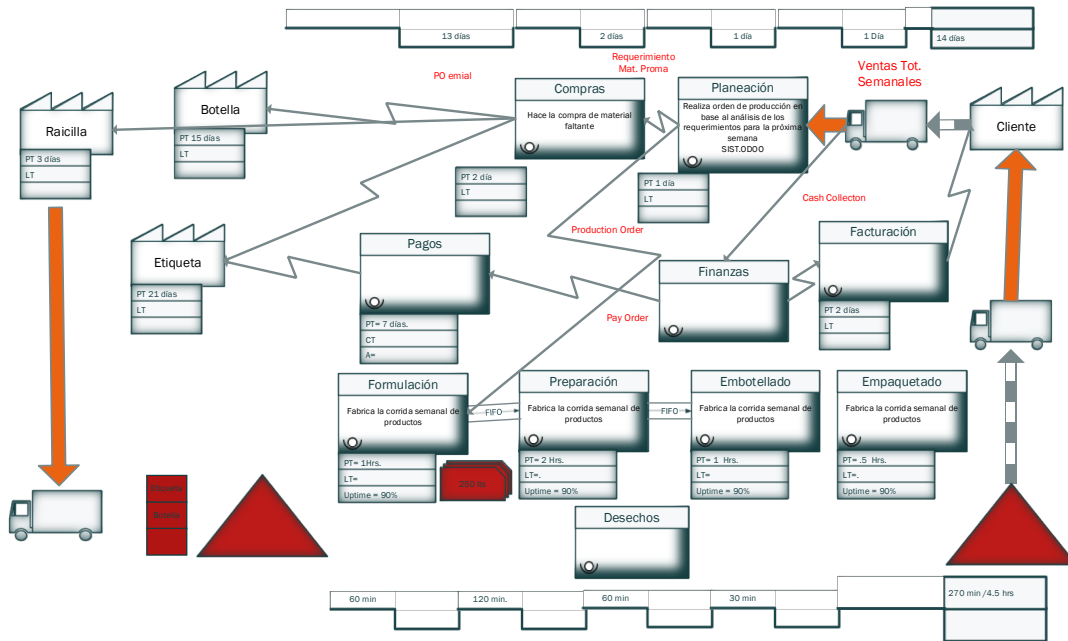


Ilustración 6 - VSM actual de la organización. Realizada en base a datos de la empresa

Plan de Requerimientos Brutos (Gross Requirements Plan)

Se elaboro el Plan de Requerimientos Brutos (Gross Requirements Plan) con el objetivo de determinar las necesidades de producción y abastecimiento de materiales. A continuación, se presenta un resumen del plan para los productos Daiquiri 10oz, Daiquiri RTD, Etiqueta Margarita 10oz y Botella Boston 10oz, basado en la información recopilada.

Ejemplo de GRP:

Producto	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29
Daiquiri 10oz	80	250	250	250	250
- Demanda pronosticada	591	591	508	635	508
+ Reabastecimiento sugerido	761	591	508	635	508
Daiquiri RTD					
- Pronóstico de demanda indirecta	392.08	147.32	184.15	147.32	147.32
+ Reabastecimiento sugerido	392.08	147.32	184.15	147.32	147.32
Etiqueta Margarita 10oz					
- Pronóstico de demanda indirecta	508	635	508	508	
+ Reabastecimiento sugerido	452	508	635	508	508
Botella Boston 10oz	0	-352	0	0	0
- Pronóstico de demanda indirecta	1,352.00	508	635	508	508
+ Reabastecimiento sugerido	1,000.00	860	635	508	508

Tabla 9 - Plan de requerimientos Brutos. Realizada en base a datos de la empresa

Para lo cual se empleo la siguiente formula: Plan de Requerimientos Brutos = Demanda neta + Inventario inicial - Inventario proyectado

Plan de Requerimientos Netos (Net Requirements Plan)

Se calculo la cantidad neta de materiales requeridos restando los inventarios disponibles y los materiales ya comprometidos.

Ejemplo:

Producto	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Total
Daiquiri 10oz	80	250	250	250	250	1080
Daiquiri RTD	23.2	72.5	72.5	72.5	72.5	313.2
Etiqueta Margarita 10oz	80	250	250	250	250	1080
Botella Boston 10oz	80	250	250	250	250	1080

Tabla 10 - Plan de requerimientos Netos Realizada en base a datos de la empresa

Para lo cual se empleo la siguiente formula: Plan de Requerimientos Netos = Plan de Requerimientos Brutos - Inventario en Mano - Pedidos Pendientes + Requisitos de Seguridad

Lanzamiento de Orden de Producción Planificada o LFL

Utilizamos esta técnica, en donde el tamaño del lote de producción o compra se ajusta exactamente a la cantidad requerida para satisfacer la demanda en cada período.

Para cada producto y período, se liberará un pedido planificado igual a la cantidad requerida para esa semana en particular.

Selección de la aplicación informática.

Como parte de los resultados de nuestra selección MRP, hemos identificado que, como pequeños fabricantes la empresa se enfrenta a limitaciones presupuestarias y recursos de TI reducidos.

En este campo el objetivo principal es encontrar soluciones de MRP adecuadas para pequeñas empresas que sean rentables y fáciles de implementar y utilizar. Durante el proceso de evaluación, se han considerado diversas opciones, entre las que se encuentran la adquisición de un sistema completo o la posibilidad de utilizar software de MRP gratuito basado en código abierto.

Es importante destacar que la prioridad ha sido encontrar una solución que se ajuste al presupuesto limitado y proporcione las funcionalidades esenciales para optimizar nuestras operaciones de fabricación. También se ha considerado la facilidad de

implementación y uso, ya que se desea evitar complicaciones y la necesidad de contar con conocimientos técnicos avanzados.

En resumen, el enfoque se ha centrado en identificar soluciones de MRP diseñadas específicamente para pequeñas empresas, buscando un equilibrio entre la rentabilidad, la facilidad de implementación y la funcionalidad requerida para impulsar el crecimiento y eficiencia operativa.

Para esto se realizó el siguiente análisis:

Análisis de las necesidades de la empresa

Durante el análisis de los requerimientos de la empresa, se identificaron diversas necesidades fundamentales. En primer lugar, la empresa necesitaba un software que fuera asequible y compatible con la tecnología de nube. Era crucial que este software pudiera integrarse y adaptarse a medida que las necesidades de la empresa evolucionaran, comenzando con un costo inicial bajo y permitiendo una escalabilidad flexible en el uso de la licencia.

Además, se requería que el sistema tuviera la capacidad de gestionar eficientemente las órdenes de producción, las órdenes de compra y el manejo de inventarios. Asimismo, se necesitaba una funcionalidad adecuada para administrar las listas de materiales, los costos de producción y los precios de venta basados en los costos, considerándolos como principios mínimos indispensables.

En resumen, la empresa buscaba un software que ofreciera una solución rentable en la nube, que se adaptara a medida que la empresa creciera, y que cumpliera con las funciones esenciales de gestión de órdenes de producción, órdenes de compra, inventarios, listas de materiales, coste en la producción y precio de venta basados en costos.

Una vez planteadas estas necesidades se hizo una búsqueda virtual y una tabla comparativa de los sistemas disponibles en el mercado.

Nombre de la herramienta	Mejor para	Precio	Prueba gratuita	Implementación
Katana MRP Software	Una plataforma para múltiples soluciones	Plan Esencial: \$99/mes Plan Profesional: \$349/mes	Disponible por 14 días	En la nube, SaaS, basada en la web

MRP easy	Operaciones simples y fáciles para pequeños fabricantes	Plan Inicial: \$49/mes Plan Profesional: \$69/mes	Disponible por 30 días	En la nube, SaaS, basada en la web, dispositivos móviles Android/Apple
Acumatica	Una solución escalable de MRP con excelente servicio al cliente y funciones de CRM	Contactar directamente para obtener cotización de precios	No disponible	En la nube, SaaS, en las instalaciones, dispositivos móviles Android/Apple
Epicor Software	Aborda las necesidades complejas y desafiantes de los clientes	Contactar directamente para obtener cotización de precios	No disponible	En la nube, SaaS, basada en la web, en las instalaciones, escritorio de Windows, dispositivos móviles Android/Apple
Genius ERP	Satisface las necesidades de ingeniería y fabricación	Contactar directamente para obtener cotización de precios	No disponible	En la nube, SaaS, basada en la web, escritorio de Windows, en las instalaciones
Odoo	Amplia funcionalidad MRP con integración de ventas, compras, inventario y contabilidad	8.90 USD por usuario al mes, todas las aplicaciones	Por tiempo ilimitado para 1 usuario 1 aplicación.	En la nube, SaaS, basada en la web, dispositivos móviles Android/Apple, en las instalaciones

Tabla 11- Comparativa de MRP. Realizada en base información de internet

Odoo

La empresa optó por utilizar Odoo debido a varias razones. Una de ellas es que Odoo no solo integra la parte de MRP, sino que puede ser integrado prácticamente en todas las áreas de la empresa, como compras, inventario, producción, calidad, ventas, facturación, y mercadotecnia, entre otras.

El precio de Odoo es sumamente accesible y permite acceder al sistema desde cualquier dispositivo con conexión a internet. Sin embargo, una de las desventajas identificadas fue la implementación, ya que su sistema de soporte no era bien recomendado en internet. No obstante, gracias a la experiencia previa de uno de los socios con el uso de Odoo, se consideró como la alternativa más viable. Otras plataformas tenían un precio más elevado debido al uso de licencias y requerían aprender a utilizarlas desde cero.

Entre las características de Odoo se encuentran las siguientes:

- Ofrece flexibilidad y aplicaciones integradas que agilizan los procedimientos de integración.

- Es un software MRP gratuito que también ofrece una versión de pago. Un sistema basado en aplicaciones integradas capaz de abordar casi todas las necesidades de la organización, desde métodos de control de calidad hasta procedimientos de informes y cumplimiento. Las aplicaciones proporcionadas por Odoo pueden funcionar tanto en línea como fuera de línea, y se pueden ejecutar en un escritorio o en un dispositivo móvil.
- Ayuda a mejorar el rendimiento de ventas mediante herramientas de marketing por correo electrónico, pronóstico de niveles de stock, creación de facturas, entre otros.
- Permite organizar proyectos y plazos.
- Facilita la creación de listas de materiales y la implementación de medidas de control de calidad.
- Proporciona informes de Eficiencia Global de Equipos (OEE) para optimizar la productividad.

En conclusión, Odoo es considerado uno de los mejores sistemas MRP ERP y ofrece soluciones sencillas para las necesidades de fabricación de la empresa. Su enfoque en la integración de aplicaciones y su amplia gama de características lo convierten en una opción atractiva para mejorar la eficiencia y el rendimiento en diferentes áreas de la organización.

Implantación de la Definición de parámetros

Se establecieron lotes de pedido para adquirir de manera eficiente la materia prima considerada como “insumos Clave”, considerando las condiciones de venta y los beneficios económicos asociados a la compra a gran escala. Entre los elementos destacados se encuentran:

- Botellas: Se decidió adquirir las botellas en lotes para aprovechar descuentos por volumen y asegurar un suministro constante de este componente clave en la producción.

- Conservadores: Los conservadores también se adquieren por lotes, a pesar de que se utilizan en cantidades mínimas por cada lote de producción (entre un 0.01% y un 0.05%), debido a que el precio por costal es significativamente más bajo y tienen una vida útil de aproximadamente 3 años.

- Raicilla: La raicilla, otro componente esencial en la producción, se adquiere en lotes para garantizar una disponibilidad continua y obtener mejores condiciones de precio. Además, según las normas establecidas, solo se puede comprar un mínimo de raicilla por lote, lo cual asegura la calidad de cada adquisición.

- Etiquetas: Las etiquetas necesarias para el etiquetado de los productos también se adquieren por lotes. Esto permite mantener un suministro constante y lograr ahorros significativos en los costos de producción, considerando que su tiempo de producción es de aproximadamente 3 semanas.

La implementación de estos lotes de pedido contribuye a optimizar la gestión de la cadena de suministro al garantizar una provisión adecuada de los elementos esenciales para la producción. Esto asegura una eficiencia operativa y la capacidad de cumplir con las demandas del mercado de manera oportuna.

Niveles de inventario

Se han definido los niveles de inventario para cada uno de los elementos considerados en base a diversos factores. A continuación, se detallan los niveles establecidos para garantizar una gestión eficiente:

Análisis de la demanda: Se evaluó la demanda histórica y proyectada del producto. Revisando los datos de ventas anteriores, pronósticos de demanda y factores estacionales que pudieran afectar la demanda.

Se recopilaron datos históricos de ventas durante un período de 3 meses. Estos datos mostraron una demanda promedio mensual de 500 unidades del producto, se tiene la hipótesis de que existirán variaciones estacionales en ciertos meses del año. Además, se realizaron pronósticos de demanda basados en promedios móviles (ver tabla 7) y proyecciones del mercado.

Al analizar los datos históricos, los pronósticos de demanda y los datos de la industria, se identificaron patrones estacionales en la demanda, con un aumento significativo en los meses de verano, septiembre, noviembre, diciembre y enero, debido a la demanda estacional más alta. Además, se observó cierta variabilidad mensual en la demanda, pero dentro de un rango predecible.

Con estos hallazgos, se pudo determinar un nivel mínimo de inventario basado en la demanda promedio mensual de 500 unidades. Esto aseguraría que haya suficiente inventario para cubrir la demanda esperada en un mes típico.

Además, se estableció un nivel máximo de inventario de 1,500 unidades para evitar un exceso de inventario y los costos asociados. Este nivel máximo se basó en el análisis de la variabilidad mensual de la demanda y el espacio disponible para el almacenamiento del producto.

Asimismo, se calculó un nivel de seguridad de 100 unidades para cubrir posibles fluctuaciones en la demanda y retrasos en la entrega de los proveedores. Este nivel de seguridad proporcionaría un colchón adicional para garantizar la disponibilidad del producto y evitar la escasez.

En resumen, el análisis de la demanda permitió establecer un nivel mínimo de 500 unidades, un nivel máximo de 1,500 unidades y un nivel de seguridad de 100 unidades para el inventario de este producto. Estos niveles ayudarán a la empresa a mantener un inventario óptimo y satisfacer la demanda de manera eficiente.

Tiempos de entrega: Se hizo un análisis de los tiempos de entrega de los proveedores de los productos clave. Esto incluyó el tiempo necesario para procesar un pedido y entregar los productos al almacén de la empresa.

Variabilidad de la demanda y los tiempos de entrega: Evaluar la variabilidad de la demanda y los tiempos de entrega. Esto implica considerar la incertidumbre en la demanda y los posibles retrasos en la entrega de los proveedores.

Producto	Tiempo de entrega (días hábiles)	Variabilidad de la demanda
Botella	3 a 5	80 - 120 unidades por semana
Conservadores	5 a 10	1 - 2 kg por semana
Raicilla	7 a 15	10 - 20 litros por semana
Etiqueta	21 a 30	80 - 120 unidades por semana

Tabla 12 - Variabilidad de la demanda y tiempos de entrega. Realizada a partir de los datos analizados de la empresa

Nivel de servicio deseado. Para garantizar la satisfacción del cliente y una experiencia positiva, se ha establecido un nivel de servicio deseado del 90%. Esto significa que se

espera cumplir con el 90% de los pedidos dentro de los plazos acordados y entregar los productos solicitados en las cantidades y condiciones requeridas. Este nivel de servicio busca asegurar una alta disponibilidad de productos, tiempos de entrega confiables y una comunicación efectiva con los clientes. Se monitoreará de cerca el nivel de servicio para identificar áreas de mejora y tomar acciones correctivas en caso de desviaciones.

Cálculo del nivel de seguridad. Para calcular el nivel de seguridad en cada uno de los productos con rangos de tiempo de entrega y variabilidad de la demanda, podemos utilizar el enfoque de stock de seguridad considerando los valores mínimos y máximos de cada parámetro.

La fórmula para calcular el stock de seguridad es:

Stock de seguridad = (Tiempo de entrega * Desviación estándar de la demanda * Factor de confianza) - (Demanda media * Lead time). Utilizaremos un factor de confianza de 1.28, correspondiente a un nivel de confianza del 90%.

Realizaremos los cálculos para cada producto. Ejemplo:

Botella:

- Tiempo de entrega (mínimo) = 3 días
- Tiempo de entrega (máximo) = 5 días
- Variabilidad de la demanda (mínimo) = 80 unidades por semana
- Variabilidad de la demanda (máximo) = 120 unidades por semana
- Calculamos el stock de seguridad considerando los valores mínimos y máximos:
- Stock de seguridad (mínimo) = $(3 * 80 * 1.28) - (100 * 3) = 307.2 - 300 = 7.2$
- Stock de seguridad (máximo) = $(5 * 120 * 1.28) - (100 * 5) = 768 - 500 = 268$

Producto	Tiempo de entrega (días)	Variabilidad de la demanda	Nivel de seguridad Min-Max
Botella	3 – 5	80 - 120 unidades/semana	7.2 - 268
Conservadores	5 – 10	1 - 2 kg/semana	0 - 11
Raicilla	7- 15	10 - 20 litros/semana	0 - 84
Etiqueta	21 - 30	80 - 120 unidades/semana	50 - 1608

Tabla 13- Cálculo de nivel de seguridad realizada a partir de los datos analizados de la empresa.

Establecimiento del nivel mínimo y máximo: Considerando la demanda esperada, los tiempos de entrega y el nivel de seguridad, establecer el nivel mínimo y máximo de inventario. El nivel mínimo asegura que haya suficiente inventario disponible antes de realizar un nuevo pedido, mientras que el nivel máximo evita el exceso de inventario y los costos asociados.

Para establecer el nivel mínimo y máximo de inventario, se consideraron diversos factores como la demanda, el tiempo de entrega, la variabilidad de la demanda y el nivel de servicio deseado. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo establecer los niveles mínimo y máximo de inventario para diferentes productos, ejemplo

Producto: Botella

- Tiempo de entrega (días hábiles): 3-5
- Variabilidad de la demanda: 80-120 unidades por semana
- Nivel de servicio deseado: 90%
- Calcular el promedio semanal de la demanda:
 - Demanda promedio semanal = $(\text{Demanda máxima} + \text{Demanda mínima}) / 2$
 - Demanda promedio semanal = $(120 + 80) / 2 = 100$ unidades por semana
- Calcular el tiempo de entrega promedio:
 - Tiempo de entrega promedio = $(\text{Tiempo de entrega máximo} + \text{Tiempo de entrega mínimo}) / 2$
 - Tiempo de entrega promedio = $(5 + 3) / 2 = 4$ días
- Calcular el nivel de seguridad:
 - Nivel de seguridad = $(\text{Demanda promedio semanal} * \text{Tiempo de entrega promedio}) * (1 - \text{Nivel de servicio deseado})$
 - Nivel de seguridad = $(100 * 4) * (1 - 0.90) = 40$ unidades
- Calcular el nivel mínimo de inventario:
 - Nivel mínimo de inventario = $\text{Demanda promedio semanal} * \text{Tiempo de entrega promedio} + \text{Nivel de seguridad}$
 - Nivel mínimo de inventario = $(100 * 4) + 40 = 440$ unidades
- Calcular el nivel máximo de inventario:
 - Nivel máximo de inventario = $\text{Demanda promedio semanal} * \text{Tiempo de entrega promedio} + \text{Nivel de seguridad} + \text{Demanda máxima}$
 - Nivel máximo de inventario = $(100 * 4) + 40 + 120 = 560$ unidades

Producto	Tiempo de entrega (días hábiles)	Variabilidad de la demanda	Nivel de servicio deseado	Nivel mínimo de inventario	Nivel máximo de inventario
Botella	3-5	80-120 unidades por semana	90%	440 unidades	560 unidades
Conservadores	5-10	1-2 kg por semana	90%	15 kg	25 kg
Raicilla	7-15	10-20 litros por semana	90%	240 litros	360 litros
Etiqueta	21-30	80-120 unidades por semana	90%	440 unidades	560 unidades

Tabla 14- Nivel mínimo y máximo de inventario. Realizado a partir de datos de la empresa

Políticas de aprovisionamiento

Las políticas de reaprovisionamiento se han definido para establecer las estrategias adecuadas en cuanto al momento y la cantidad en que se deben realizar los pedidos de reposición de inventario. Estas políticas buscan lograr un equilibrio óptimo entre la disponibilidad de los bienes y los costos asociados al almacenamiento y a la realización de nuevos pedidos.

En el contexto descrito anteriormente, se han establecido las siguientes políticas de reaprovisionamiento:

- Para las botellas, se ha implementado una política de reaprovisionamiento basada en la revisión periódica del inventario. Se realiza un análisis regular de los niveles de inventario de botellas y se efectúa un pedido de reposición cuando se alcanza el nivel de seguridad de 100 unidades.
- En cuanto a los conservadores, se ha adoptado una política de reaprovisionamiento basada en el punto de pedido. Se ha establecido un punto de pedido de 1 kg, lo que implica que se realiza un pedido de reposición cuando el inventario llega a esta cantidad.
- En el caso de la raicilla, se ha implementado una política de reaprovisionamiento basada en la revisión continua del inventario. Se monitorea de forma constante el nivel de inventario de raicilla y se efectúa un pedido de reposición cuando se alcanza el nivel de seguridad de 20 litros.
- Para las etiquetas, se ha adoptado una política de reaprovisionamiento basada en la revisión periódica del inventario. Se lleva a cabo un análisis regular de los niveles de inventario de etiquetas y se realiza un pedido de reposición cuando se alcanza el nivel de seguridad de 400 unidades.

Estas políticas de reaprovisionamiento han sido diseñadas teniendo en cuenta los patrones de demanda, los tiempos de entrega de los proveedores y los costos asociados a los pedidos y al almacenamiento. El objetivo es garantizar que los niveles de inventario se mantengan dentro de los parámetros establecidos, evitando tanto la escasez de productos como el exceso de almacenamiento innecesario.

Para lo cual se seguirán los siguientes pasos:

Integración de datos

Los datos recopilados en el análisis de la empresa han sido integrados en el sistema MRP de Odoo. Esta integración ha abarcado diversos aspectos, como la estructura de productos, los datos de demanda, los datos de proveedores, los costos, los clientes, las recetas y los tiempos de entrega.

En relación con la estructura de productos, se ha incorporado al sistema MRP la información detallada sobre los distintos productos y componentes utilizados en el proceso de producción. Esto permite tener un registro completo de los elementos necesarios para fabricar los productos finales.

Los datos de demanda, por su parte, han sido integrados para proporcionar una visión clara de las cantidades y frecuencias con las que los productos son solicitados por los clientes. Esta información es fundamental para establecer pronósticos de demanda precisos y planificar eficientemente las actividades de producción.

Asimismo, se han incorporado los datos de proveedores al sistema MRP. Esto incluye información relevante sobre los proveedores con los que la empresa tiene relaciones comerciales, como sus datos de contacto, condiciones de entrega y precios negociados. Esta integración facilita la gestión de la cadena de suministro y asegura una comunicación fluida con los proveedores.

En cuanto a los costos, se han introducido en el sistema MRP los datos relacionados con los precios de los materiales, los costos de producción y otros gastos asociados. Esto permite llevar un registro preciso de los costos involucrados en la fabricación de los productos y contribuye a una gestión financiera más precisa.

Además de estos datos, se han integrado en el sistema MRP los datos de los clientes, lo cual incluye: nombre de contacto, compras realizadas y preferencias. Esto facilita la el

administrar la relación con los clientes y permite ofrecer servicio personalizado y adaptado a sus necesidades.

Por último, se han incluido en el sistema MRP las recetas y los tiempos de entrega. Las recetas describen detalladamente los pasos y los componentes necesarios para la elaboración de cada producto. Por otro lado, los tiempos de entrega registran el tiempo estimado que se requiere para entregar los productos a los clientes una vez que se realiza el pedido.

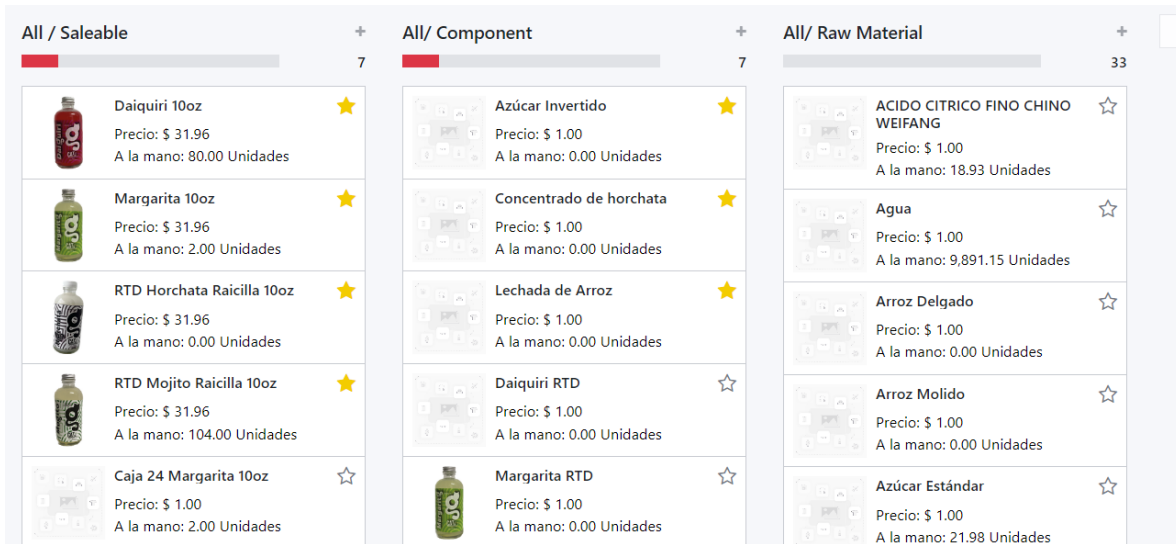


Ilustración 7 - Vista de productos Odoo

Definición de procedimientos

Definición de responsabilidades y roles

Para asegurar una correcta asignación de responsabilidades y un flujo de trabajo eficiente en el sistema MRP, se establecerán los siguientes roles y responsabilidades clave:

Rol	Responsabilidades
Encargado de producción	- Planificar y gestionar las órdenes de producción en el sistema MRP.
	- Supervisar el proceso de fabricación, monitorear los tiempos de producción y asegurar la calidad del producto final.

Rol	Responsabilidades
	- Coordinar con el encargado de compras para asegurar el abastecimiento adecuado de materiales y componentes.
Encargado de compras y pagos	- Gestionar y controlar las compras de materia prima y suministros necesarios para la producción.
	- Realizar el seguimiento de los pedidos, negociar con proveedores y garantizar la entrega oportuna de los productos.
	- Coordinar los pagos a proveedores y mantener actualizada la información financiera relacionada con las compras.
Encargado de ventas y cobros	- Administrar el proceso de ventas, incluyendo la gestión de pedidos, cotizaciones y facturación en el sistema MRP.
	- Realizar el seguimiento de las ventas, coordinar la entrega de productos y gestionar los cobros de los clientes.
	- Mantener una comunicación fluida con los clientes para atender sus consultas y asegurar su satisfacción.
Analista de procesos	- Analizar y mejorar los procesos relacionados con el sistema MRP.
	- Identificar oportunidades de optimización, proponer mejoras en los flujos de trabajo y asegurar su implementación.
	- Generar informes y análisis que ayuden a la toma de decisiones estratégicas en la gestión de la producción y el inventario.
Socios	- Participar activamente en la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el sistema MRP.
	- Proporcionar orientación y apoyo a los encargados de producción, compras, ventas y cobros en la implementación de las políticas y objetivos de la empresa.
	- Colaborar estrechamente con el analista de procesos para identificar oportunidades de crecimiento y mejorar la eficiencia en la cadena de suministro.

Rol	Responsabilidades
Encargado de IT	- Administrar y mantener el sistema MRP, asegurando su correcto funcionamiento y disponibilidad.
	- Brindar soporte técnico a los usuarios, resolver problemas y realizar actualizaciones o mejoras en el sistema.
	- Coordinar con el analista de procesos y los demás roles para implementar cambios o integraciones necesarias en el sistema.

La definición clara de estas responsabilidades y roles permitirá una distribución eficiente del trabajo, una mayor coordinación entre los equipos y una gestión más efectiva del sistema MRP. Además, fomentará la colaboración entre los diferentes actores clave y contribuirá al éxito de la empresa en el logro de sus objetivos operativos y estratégicos.

Flujos de trabajo

Actividad	Responsable	Pasos del flujo de trabajo
Generación de órdenes de producción	Encargado de producción	1. Revisar la demanda de productos.
		2. Verificar los niveles de inventario.
		3. Crear órdenes de producción para los productos necesarios.
		4. Asignar recursos y establecer fechas de inicio y finalización.
		5. Notificar a los operarios sobre las órdenes de producción generadas.
Proceso de compra y pago	Encargado de compras	1. Analizar las necesidades de compra en base a los niveles de inventario y las órdenes de producción pendientes.
		2. Buscar proveedores y solicitar cotizaciones.
		3. Comparar cotizaciones y seleccionar al proveedor adecuado.
		4. Generar órdenes de compra y enviarlas al proveedor seleccionado.
		5. Realizar seguimiento a las órdenes de compra y coordinar la entrega de los productos.
		6. Verificar las facturas recibidas y procesar los pagos correspondientes.
Gestión de ventas y cobros	Encargado de ventas	1. Recibir y procesar pedidos de venta.
		2. Verificar la disponibilidad de los productos en inventario.

		3. Preparar los pedidos y coordinar su envío.
		4. Emitir facturas a los clientes y enviarlas para su cobro.
		5. Realizar seguimiento a los pagos y gestionar los cobros pendientes.
Análisis de procesos	Analista de procesos	1. Evaluar los flujos de trabajo existentes e identificar posibles mejoras.
		2. Analizar los datos recopilados en el sistema MRP y generar informes de rendimiento.
		3. Proponer y diseñar cambios en los procesos para optimizar la eficiencia y la productividad.
		4. Implementar y monitorear las mejoras propuestas.
Supervisión y soporte	Socios	1. Revisar los informes generados por el analista de procesos.
		2. Brindar orientación y apoyo a los responsables de cada área.
		3. Evaluar el desempeño general del sistema MRP y tomar decisiones estratégicas.
	Encargado de IT	1. Mantener y actualizar el sistema MRP, asegurando su correcto funcionamiento.
		2. Brindar soporte técnico a los usuarios y resolver problemas o incidencias.
		3. Realizar copias de seguridad y mantener la seguridad de los datos en el sistema.

Pautas para la entrada y actualización de datos en el sistema

Para garantizar la integridad y precisión de los datos en el sistema MRP, se establecerán las siguientes pautas para la entrada y actualización de la información:

1. Consistencia de datos:

- Se requerirá que todos los empleados ingresen los datos de acuerdo con los campos y formatos establecidos en el sistema.

- Se promoverá el uso de terminología y códigos estandarizados para evitar confusiones y facilitar la búsqueda y clasificación de información.

2. Responsabilidad por la entrada de datos:

- Cada empleado tendrá la responsabilidad de ingresar los datos correspondientes a su área de trabajo y asegurarse de su precisión y completitud.

- Se designarán responsables específicos para la introducción de datos clave, como el encargado de producción, el encargado de compras y pagos, y el encargado de ventas y cobros.

3. Actualización oportuna de datos:

- Los empleados serán responsables de mantener actualizada la información en el sistema MRP.

- Se establecerán plazos y frecuencias para la actualización de datos relevantes, como los niveles de inventario, las órdenes de producción y los pedidos de compra.

4. Verificación y validación de datos:

- Antes de confirmar la entrada o actualización de datos, se realizarán controles de verificación y validación para asegurar su exactitud.

- Se implementarán medidas de seguridad, como la asignación de permisos de acceso y la revisión de registros de cambios, para prevenir errores y garantizar la integridad de los datos.

5. Capacitación y documentación:

- Se proporcionará capacitación adecuada a los empleados sobre el uso correcto del sistema MRP y la entrada de datos.

- Se desarrollará una documentación clara y accesible que describa los procedimientos y pautas para la entrada y actualización de datos, para que los empleados puedan consultarla en caso de dudas o necesidades de referencia.

6. Monitoreo y control de calidad:

- Se establecerán mecanismos de monitoreo y control de calidad para identificar y corregir posibles errores o inconsistencias en los datos.

- Se realizarán auditorías periódicas para verificar la precisión de la información y garantizar el cumplimiento de las pautas establecidas.

La adhesión a estas pautas asegurará la calidad y confiabilidad de los datos en el sistema MRP, facilitando la toma de decisiones informadas, la planificación precisa y una gestión efectiva de la producción, las compras y las ventas. Asimismo, contribuirá a

mantener la integridad de la información y optimizar el rendimiento general del sistema MRP.

Prueba y ajuste

Se realizarán pruebas exhaustivas del sistema MRP para asegurarse de que funcione correctamente y se ajustará si es necesario.

Implantación y capacitación

Una vez configurado el sistema, se llevará a cabo una etapa de capacitación para asegurar que todos los miembros de la empresa utilicen el sistema de acuerdo con sus roles específicos. Durante esta etapa, se proporcionarán las instrucciones necesarias para adquirir las habilidades y conocimientos requeridos, brindando información detallada sobre las funciones y características del sistema, así como demostraciones prácticas.

La capacitación promoverá la participación de los empleados, ofreciendo oportunidades para practicar, resolver dudas y recibir retroalimentación. El objetivo es que los empleados se sientan cómodos y seguros al utilizar el sistema, facilitando su transición exitosa hacia la incorporación del sistema en las actividades diarias de la empresa.

Además, se establecerá un plan de seguimiento y soporte posterior a la capacitación para abordar inquietudes y dificultades que puedan surgir durante la implementación del sistema. Se brindarán recursos y canales de comunicación para que los empleados busquen ayuda y compartan sus experiencias relacionadas con el sistema MRP.

En resumen, la etapa de capacitación será fundamental para garantizar el uso correcto del sistema MRP por parte de todos los miembros de la empresa, permitiéndoles desempeñar sus roles de manera eficiente y aprovechar al máximo los beneficios y funcionalidades ofrecidos por el sistema.

El plan de capacitación consistirá en:

1. Introducción al Sistema MRP:

- Objetivos y beneficios del sistema MRP.
- Importancia de la capacitación en su implementación.
- Visión general de los módulos y funciones del sistema MRP.

2. Navegación y Funcionalidades Básicas:

- Acceso al sistema y familiarización con la interfaz.
- Navegación por los diferentes módulos y opciones.
- Uso de menús, barras de herramientas y paneles de navegación.

3. Gestión de Datos Maestros:

- Creación y mantenimiento de registros de productos y materiales.
- Administración de proveedores y clientes en el sistema.
- Configuración de parámetros y configuraciones básicas.

4. Procesos de Compra y Recepción:

- Generación de órdenes de compra y seguimiento de las solicitudes de compra.
- Recepción de productos y actualización de inventarios.
- Registro y gestión de facturas de proveedores.

5. Gestión de la Producción:

- Creación de órdenes de producción y programación de tareas.
- Asignación de recursos y seguimiento del progreso de la producción.
- Control de calidad y registros de inspección.

6. Administración de Ventas y Clientes:

- Registro de pedidos de ventas y generación de cotizaciones.
- Gestión de órdenes de venta y seguimiento de entregas.
- Facturación y registro de pagos de clientes.

7. Reportes y Análisis:

- Generación y personalización de informes relacionados con la producción, inventario, ventas, etc.
- Interpretación de los datos y uso de los informes para la toma de decisiones.

8. Pautas para la Entrada y Actualización de Datos:

- Importancia de la precisión y actualización oportuna de los datos.
- Convenciones de nomenclatura y formatos a seguir.
- Proceso de verificación y corrección de discrepancias.

9. Prácticas de Seguridad y Acceso:

- Mantenimiento de la confidencialidad de los datos y protección del sistema.
- Gestión de permisos y niveles de acceso para los usuarios.
- Buenas prácticas de seguridad de la información.

10. Sesiones Prácticas y Evaluación:

- Realización de ejercicios prácticos para aplicar los conocimientos adquiridos.
- Evaluación del aprendizaje a través de pruebas o exámenes.
- Retroalimentación y seguimiento para abordar dudas o áreas de mejora.

De igual manera se creará un manual de usuario detallado que describa paso a paso cómo utilizar el sistema MRP, incluyendo la entrada y actualización de datos, la generación de informes y la interpretación de los resultados.

Evaluación y mejora continua:

Se han establecido varios indicadores clave de desempeño (KPI's) para evaluar el rendimiento del sistema MRP. Estos KPI's están diseñados para medir y monitorear aspectos críticos de la gestión de inventario y el flujo de efectivo. A continuación, se detallan los KPI's y sus respectivos objetivos:

KPI	Fórmula	Objetivo
Días de cobertura de inventario	$(\text{Inventario promedio} / \text{Costo de bienes vendidos}) * \text{Días del período}$	Reducir de 5 a 20 días
Flujo de efectivo neto	$\text{Ingresos totales} - \text{Gastos totales}$	Aumentar en un 20% en los próximos 12 meses
Costo de inventario	Valor monetario promedio del inventario	Reducir en un 10%
Tasa de faltantes de inventario	$(\text{Cantidad de pedidos pendientes} / \text{Cantidad de pedidos solicitados}) * 100$	Reducir en un 50%
Exactitud del pronóstico de demanda	$(\text{Ventas reales} - \text{Pronóstico de demanda}) / \text{Ventas reales} * 100$	Mejorar la precisión en un porcentaje específico

Tabla 15 - KPI Objetivos, y formulas

Las actividades incluyen:

- Seguimiento del desempeño: Se analizarán los resultados y métricas generados por el sistema MRP para evaluar su desempeño y realizar ajustes si es necesario.
- Mejoras en los procesos: Se identificarán áreas de mejora en los procesos relacionados con el MRP y se implementarán cambios para optimizar la eficiencia y la efectividad.
- Actualización de datos: Se actualizarán regularmente los datos de demanda, proveedores y productos en el sistema MRP para mantener la precisión de las predicciones y planificaciones.

Monitoreo y control de la calidad

Se ha establecido una lista de verificación para garantizar la correcta ejecución del MRP en Odo. El monitoreo y control de la calidad en el contexto del MRP es fundamental para asegurar que los procesos se llevan a cabo de manera eficiente y que los resultados cumplen con los estándares establecidos. La lista de verificación proporcionada es una herramienta que permite confirmar y evaluar diversos aspectos clave del sistema MRP en Odo.

Esta lista abarca varias áreas, incluyendo la configuración del sistema, la planificación del MRP, la ejecución de las órdenes de producción y compra, el control de calidad, la capacitación del personal y la mejora continua. Cada área contiene preguntas o tareas específicas que deben ser revisadas y marcadas como "Sí" o "No" según el estado de cumplimiento.

Al utilizar esta herramienta, la organización puede identificar posibles áreas de mejora, detectar errores o problemas en la ejecución del MRP y tomar las medidas correctivas necesarias.

Categoría	Área de Verificación	Pregunta o Tarea	Estado (Sí/No)
Configuración del Sistema	Parámetros del MRP	¿Se han configurado los parámetros del MRP correctamente?	
	Productos	¿Los productos están configurados con información correcta?	
	Listas de Materiales	¿Las listas de materiales se han creado y actualizado adecuadamente?	
	Rutas de Producción	¿Las rutas de producción se han configurado correctamente?	

Planificación del MRP	Planificación de la Demanda	¿Se ha realizado una previsión de demanda precisa?	
	Programación de Órdenes	¿Las órdenes de producción y compra se han programado correctamente?	
	Planificación de Recursos	¿Se ha realizado una planificación adecuada de los recursos?	
Ejecución del MRP	Generación de Órdenes de Producción	¿Las órdenes de producción se generan automáticamente según lo planificado?	
	Generación de Órdenes de Compra	¿Las órdenes de compra se generan automáticamente según lo planificado?	
	Seguimiento del Progreso	¿Se realiza un seguimiento adecuado del progreso de las órdenes de producción y compra?	
	Resolución de Problemas	¿Se identifican y resuelven los problemas de manera oportuna?	
Control de Calidad	Inspecciones de Calidad	¿Se realizan inspecciones de calidad de manera sistemática?	
	Aprobación y Rechazo de Productos	¿Se implementa un proceso para aprobar o rechazar productos basado en criterios de calidad?	
	Seguimiento de No Conformidades	¿Se registran y siguen las no conformidades para su resolución?	
	Análisis de Datos	¿Se analizan los datos de calidad para mejorar los procesos?	
Capacitación y Mejora	Capacitación del Personal	¿Se brinda capacitación adecuada sobre el uso del MRP?	
	Mejora Continua	¿Se promueve la mejora continua en los procesos relacionados con el MRP?	
	Retroalimentación de los Usuarios	¿Se recopila y se toma en cuenta la retroalimentación de los usuarios?	

Tabla 16- Lista de verificación ejecución MRP

Proceso de escalamiento MPR

El proceso de escalamiento del MRP es fundamental para garantizar que un sistema de gestión de recursos de fabricación, como Odoo, pueda adaptarse y crecer de manera eficiente a medida que la empresa y sus operaciones se expanden. El escalamiento del MRP implica evaluar y ajustar la infraestructura, la carga de trabajo, la configuración del sistema y la gestión de la base de datos, entre otros aspectos, con el objetivo de garantizar un rendimiento óptimo y una escalabilidad adecuada.

Proceso	Descripción
Evaluar la infraestructura existente	- Realizar un inventario detallado de los componentes de hardware utilizados, como servidores, sistemas de almacenamiento y redes. - Evaluar el rendimiento actual del sistema, incluyendo la capacidad de procesamiento, la velocidad con la que se accede a la base de datos y la capacidad de almacenamiento.
	- Analizar el software utilizado, incluyendo la versión de Odoo y sus módulos instalados, así como otros programas o sistemas integrados.
Analizar la carga de trabajo y los requerimientos futuros	- Examinar la carga de trabajo actual del MRP en Odoo, considerando la cantidad de transacciones, usuarios y volúmenes de datos. - Proyectar los requerimientos futuros en a partir del crecimiento de la organización, la participación en el mercado y otros factores relevantes.
	- Identificar posibles puntos de estrangulamiento o cuellos de botella en el sistema actual que puedan dificultar el escalado.
Escalar verticalmente	- Evaluar si el aumento de recursos en el hardware existente puede satisfacer los requerimientos de carga futuros, considerando incrementar la capacidad de procesamiento, la memoria RAM, el rendimiento del almacenamiento, etc.

	- Realizar una estimación de costos y beneficios para determinar la viabilidad del escalado vertical.
Escalar horizontalmente	- Evaluar la posibilidad de distribuir la carga de trabajo entre múltiples instancias de Odo.
	- Considerar el uso de conjuntos, copias de bases de datos o implementaciones en la web para equilibrar la carga y aumentar la capacidad de procesamiento.
	- Configurar un sistema de balanceo de carga para dirigir las solicitudes de manera equitativa entre las instancias.
Configurar Odo para escalabilidad	- Ajustar los parámetros de rendimiento en el archivo de configuración de Odo para optimizar el sistema, incluyendo la configuración del número máximo de hilos de trabajo, el tamaño del búfer de entrada/salida y la configuración del caché.
	- Realizar pruebas y ajustes iterativos para encontrar la configuración óptima que maximice el rendimiento y la escalabilidad.
Gestionar la base de datos	- Evaluar la estructura y el rendimiento de la base de datos en Odo.
	- Considerar técnicas como la partición de datos, el uso adecuado de índices y la optimización de consultas para mejorar el rendimiento en escenarios de alta carga.
	- Ajustar la configuración de la base de datos según las mejores prácticas recomendadas por el proveedor de base de datos utilizado.
Realizar pruebas de carga y monitoreo	- Realizar pruebas exhaustivas de carga utilizando herramientas de pruebas especializadas para simular múltiples usuarios y escenarios de producción.
Supervisar el rendimiento y realizar ajustes continuos	- Supervisar el rendimiento

Tabla 17- Proceso de escalamiento MPR

Pruebas y Ajustes

Durante la ejecución de la prueba piloto sobre un producto en particular, se capturó la fórmula del producto, los componentes utilizados y los materiales raw necesarios para su elaboración. Se esperaba que el sistema de MRP en Odo proporcionara una serie de resultados importantes, entre los que se incluyen:

Productos / Daiquiri 10oz Acción 3 / 48 < > Nuevo

IMPRIMIR ETIQUETAS ACTUALIZAR LA CANTIDAD REABASTECER

0.00 ... A La Mano
240.00 ... Pronostic...
Entrada: 0 Salida: 10
Min: 96.00 Max: 480.00
1 Lista De ...
86.00 ... Vendido

Nombre del producto
★ **Daiquiri 10oz**

Se puede vender Se puede comprar

Información general Ventas Inventario Contabilidad

Product Type? Producto almacenable

Política de facturación? Cantidades ordenadas
*Los productos almacenables son artículos físicos para los que se gestiona el nivel de inventario.
 Puede facturarlas antes de que se entreguen.*

Precio de venta? \$ [redacted]
 (= \$ [redacted] impuestos incluidos)

Impuestos del cliente? IVA(16%) VENTAS ✕ IEPS ✕

Coste? [redacted] Calcular precio de LdM

Categoría de producto All / Saleable

Referencia interna
Código de barras
Etiquetas de producto

Ilustración 8 -Forma producto Odoo

- **Inventario de materiales existentes:** Se esperaba que el sistema mostrara de manera precisa y actualizada el inventario de los materiales utilizados en la producción del producto seleccionado. Esto permitiría tener un seguimiento claro de los niveles de existencias y asegurar que se contara con los materiales necesarios para cumplir con la demanda.

Producto	Cantidad	Listo para producir	Libre de usar / a la mano	Disponibilidad	Plazo de entrega	Ruta
Daiquiri 10oz	1.00	0	0.00 / 0.00	No disponible 🚫	2 Días	Fabricar: Daiquiri 10oz
▶ Daiquiri RTD	0.29	0	0.00 / 0.00	Esperado 29/06/2023 📅	2 Días	Fabricar: Daiquiri RTD
Botella Boston 10 OZ	1.00		0.00 / 0.00	No disponible 🚫		
Etiqueta Margarita 10oz	1.00		260.00 / 900.00	Disponible 🟢		

Ilustración 9 -Inventario de materiales existentes Odoo

- **Costo por cantidades producidas:** Se esperaba que el sistema calculase automáticamente el costo de producción del producto en función de las cantidades producidas. Esto incluiría el cálculo de los costos asociados a los materiales utilizados, la mano de obra y cualquier otro gasto relacionado. De esta manera, se obtendría una visión clara del costo total de producción y se podrían realizar análisis de rentabilidad.

Daiquiri 10oz

Producto	Cantidad	Ruta	Costo de LdM
Daiquiri 10oz	██████████	Fabricar: Daiquiri 10oz	\$ 234,103.48
▶ Daiquiri RTD	2,900.00	Fabricar: Daiquiri RTD	\$ 97,903.48
Botella Boston 10 OZ	██████████		\$ 105,400.00
Etiqueta Margarita 10oz	██████████		\$ 30,800.00
Costo unitario			██████████

Ilustración 10 - Costo cantidades producidas Odoo

- **Materiales faltantes:** El sistema debería ser capaz de identificar y mostrar los materiales faltantes necesarios para completar la producción del producto. Esto permitiría tomar acciones proactivas, como realizar pedidos de materiales adicionales o ajustar la planificación de producción, para evitar retrasos o interrupciones en el proceso.

Daiquiri 10oz

Producto	Cantidad	Listo para producir	Libre de usar / a la mano	Disponibilidad
Daiquiri 10oz	[REDACTED]	0	0.00 / 0.00	No disponible 🚩
▶ Daiquiri RTD	2,900.00	0	0.00 / 0.00	No disponible 🚩
Botella Boston 10 OZ	[REDACTED]		0.00 / 0.00	No disponible 🚩
Etiqueta Margarita 10oz	[REDACTED]		260.00 / 900.00	No disponible 🚩

Ilustración 11 - Listado de materiales faltantes Odoo

- **Análisis de producción:** Se esperaba que el sistema generara informes y análisis detallados sobre la producción del producto seleccionado. Esto podría incluir métricas clave como el rendimiento de la producción, la eficiencia en el uso la materia prima y el cumplimiento de los tiempos establecidos. Estos análisis proporcionarían una visión integral del desempeño de la producción y ayudarían en la toma de decisiones estratégicas.

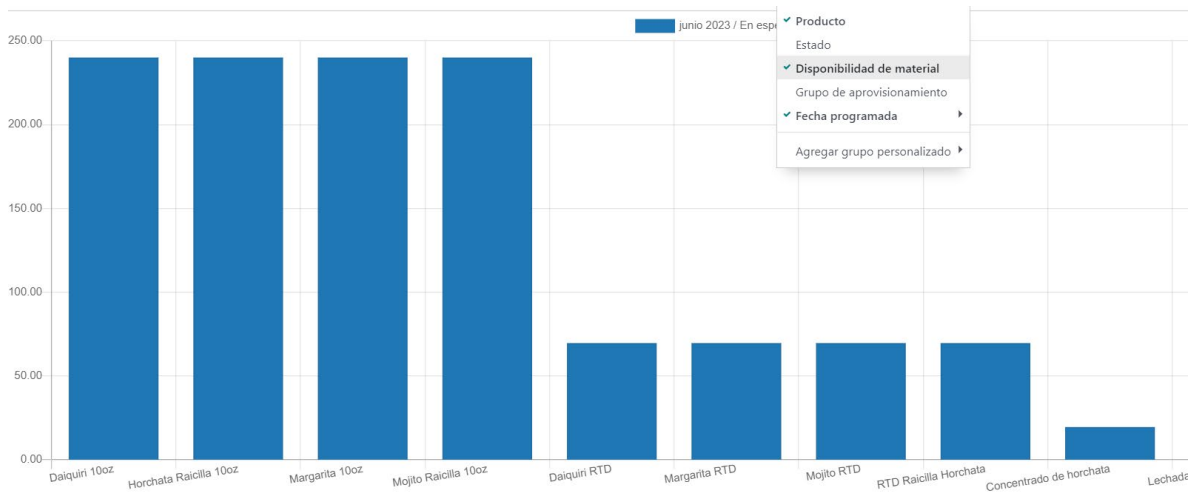


Ilustración 12- Ejemplo de Informes Odoo

Aprendizajes

Tras finalizar el trabajo de intervención, se ha confirmado el valor de una gestión eficiente de la cadena de suministros en una empresa. Durante el proceso, se ha comprendido que esta administración adecuada abarca desde la compra de materias primas hasta la entrega del producto al cliente, incluyendo procesos intermedios como producción, almacenamiento y distribución.

Uno de los descubrimientos clave ha sido que una eficiente gestión de la cadena de suministros permite incrementar la eficiencia operativa, reducir costos y optimizar los plazos de entrega. Al garantizar un flujo constante de materia prima y productos a lo largo de la cadena, se evitan interrupciones en la producción y se minimizan los riesgos de escasez o exceso de inventario.

Además, se ha comprendido la necesidad de establecer relaciones sólidas con proveedores confiables y mantener una comunicación efectiva. Esto facilita la planificación, coordinación y resolución ágil de posibles contratiempos o imprevistos en el proceso de gestión de la cadena de suministros.

Asimismo, se ha valorado la importancia de utilizar herramientas y tecnologías especializadas, como sistemas de gestión y software de planificación y control. Estas herramientas permiten recopilar y analizar datos relevantes, facilitando la toma de decisiones fundamentadas y el reconocimiento de áreas de mejora en toda la cadena de suministros.

Por otro lado, se ha adquirido conocimiento sobre la importancia de realizar análisis exhaustivos de la demanda y utilizar técnicas de pronóstico. Estos análisis detallados resultan fundamentales para una planificación adecuada de los requerimientos de materiales, mientras que las técnicas de pronóstico contribuyen a una predicción más precisa de la demanda futura, evitando problemas de inventario y garantizando una gestión eficiente.

Adicionalmente, se ha reconocido la relevancia de establecer niveles óptimos de inventario y utilizar un sistema de seguimiento para monitorear constantemente los niveles de existencias. Esto facilita la toma de decisiones basadas en datos y evita problemas de disponibilidad de materiales.

Otro aprendizaje destacado ha sido la importancia de establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar la eficiencia de la gestión de inventario y producción. Estos indicadores proporcionan métricas claras para medir el desempeño y permiten establecer metas concretas para mejorar la gestión.

En conclusión, este trabajo de intervención ha proporcionado un claro entendimiento sobre la relevancia de un manejo eficiente de la cadena de suministros, así como los conocimientos y herramientas necesarios para implementar estrategias efectivas en este ámbito. Se confía en que la aplicación de estos aprendizajes en la empresa contribuirá a mejorar su rendimiento, competitividad y éxito a largo plazo.

Conclusiones

La intervención en la implementación de una gestión eficiente de inventarios en la empresa con el objetivo principal mejorar la eficiencia productiva y optimizar el uso de los recursos disponibles, a través de un control preciso de las existencias, una mejor planificación de la producción y el cumplimiento de los tiempos de entrega busca reducir costos y lograr una mayor eficiencia en la cadena de suministro. Esta mejora en la gestión de inventarios permitirá maximizar la utilización de los recursos, evitar el exceso de inventario y garantizar la disponibilidad oportuna de los componentes necesarios. Además, contribuirá a una mayor rentabilidad y competitividad en el mercado. A partir de este trabajo se pudo observar lo siguiente:

Optimización de recursos: La implementación de una gestión de inventarios eficiente permitirá a la micro fábrica maximizar la utilización de sus recursos. Al tener un control preciso de las existencias materiales, se evitará el exceso de inventario y se reducirán los costos asociados al almacenamiento innecesario.

Mejora en la planificación de la producción: Mediante un análisis de la demanda y una planificación más efectiva de los requerimientos de materiales, la empresa podrá programar su producción de manera más precisa. Esto evitará la escasez de inventario y garantizará la disponibilidad oportuna de los componentes necesarios, reduciendo los tiempos de espera y optimizando la eficiencia en la producción.

Cumplimiento de los tiempos de entrega: La gestión adecuada de inventarios permitirá a la organización mejorar el cumplimiento de los tiempos de entrega establecidos. Al tener un control preciso de las existencias y una planificación más efectiva, se evitarán retrasos en la producción y se asegurará una entrega puntual de los productos terminados, lo que mejorará la satisfacción del cliente.

Reducción de costos: Al optimizar los niveles de inventario y evitar la sobrecompra, la empresa podrá reducir los costos asociados al almacenamiento, la obsolescencia y la falta de aprovechamiento de los recursos disponibles. Esto contribuirá a una mayor rentabilidad y competitividad en el mercado.

Mayor eficiencia en la cadena de suministro: La gestión de inventarios eficiente está estrechamente vinculada con la cadena de suministro. Al mejorar la gestión de inventarios, se optimizará el flujo de materiales, se evitarán interrupciones en la producción y se logrará una mayor eficiencia en la cadena de suministro en su conjunto.

Bibliografía

- Control Group. (10 de 06 de 2023). *Métodos de cálculo del lote de producción*. Obtenido de [https://www.controlgroup.es/tamano-lote-de-produccion-calcularlo/#:~:text=Cantidad%20peri%C3%B3dica%20de%20pedido%20\(POQ\)&text=Se%20incluye%20el%20c%C3%A1lculo%20de,un%20periodo%20entre%20la%20EOQ.](https://www.controlgroup.es/tamano-lote-de-produccion-calcularlo/#:~:text=Cantidad%20peri%C3%B3dica%20de%20pedido%20(POQ)&text=Se%20incluye%20el%20c%C3%A1lculo%20de,un%20periodo%20entre%20la%20EOQ.)
- EUROMONITOR. (2019). *Alcoholics drinks in USA* . Obtenido de <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.iteso.mx/portal/ResultsList/Index>
- Furqon, C. a. (s.f.). Analysis of Material Requirement Planning (MRP) Implementation on The Compan.
- Furqon, C., Pramudita, R. J., & Sultan, M. A. (2017). *Analysis of Material Requirement Planning (MRP) Implementation on The Company*. Pendidikan Indonesia: Universitas .
- Gattorna John. (2022). *Supply Chains in the Context of Customers and Strategy*.
- Gattorna, J. (2016). Supply Chains in the Context of. En *Gower Handbook of Supply Chain Management*.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2016). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson.
- IJRSET. (2017). MRP using DOQ and EOQ IoT Sizing Techniques. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.
- INEGI. (2022). *INEGI*. Obtenido de EMIM. Principales características, datos mensuales productos - Versión 2018: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=EMIM_ENTIDAD_35&bd=EMIM
- Jacobs, F. R., & Lummus, R. (2017). *Operations and supply chain management* . McGraw-Hill Education.
- Jacobs, F. R., Berry, W., Whybark, D. C., & Vollmann, T. (2010). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain*. McGraw-Hill Companies.
- Jay, B., & Heizer, R. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. Pearson.
- Jenkins, A. (02 de 09 de 2022). *ORACLE NETsuite*. Obtenido de <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/inventory.shtml>
- Jones, R. (2022). Inventory Control Systems: Advances in Technology and Applications. *International Journal of Production Economics*, 50,72,85.
- Juan A. Marin-Garcia, Y. B.-S.-C. (2010). Implantación de la innovación continua en la gestión de operaciones: una revisión de la literatura. *Innovar*.

- Kuuse, M. (13 de 02 de 2023). Obtenido de ¿Qué es el stock de seguridad y cómo calcularlo?: https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/stock-de-seguridad/#%C2%BFComo_calcular_los_stocks_de_seguridad
- Kuuse, M. (13 de 02 de 2023). Obtenido de [https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/la-cantidad-economica-de-pedido-eoq/#:~:text=La%20cantidad%20econ%C3%B3mica%20de%20pedido%20\(EOQ\)%20es%20un%20m%C3%A9todo%20de,mantener%20niveles%20de%20inventario%20equilibrados](https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/la-cantidad-economica-de-pedido-eoq/#:~:text=La%20cantidad%20econ%C3%B3mica%20de%20pedido%20(EOQ)%20es%20un%20m%C3%A9todo%20de,mantener%20niveles%20de%20inventario%20equilibrados).
- Li, E. b. (2019). *Supply Chain Management*. Rijeka: IN TECH d.o.o.
- Lumsden, C. (26 de 04 de 2023). *Los costes de inventario*. Obtenido de <https://www.slimstock.com/es/blog/costes-inventario/#:~:text=Los%20costes%20de%20inventario%20implican,los%20productos%20acabados%20no%20vendidos>.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2020). *Purchasing and Supply Chain Management*. Cengage Learning.
- Muñoz, G. A., Lombeida, M. D., & Mosquera, D. G. (2021). La competitividad como factor de crecimiento para las organizaciones. *INNOVA Research Journal*, 145-161.
- Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2015). *Production and Operations Analysis*. Waveland Press, Inc.
- Odo. (2022). *Aprende Odo*. Obtenido de <https://aprendeodoo.net/mrp-odoo/>
- Passport Euromonitor. (2022). *Market Sizes*. Passport.
- Passport Euromonitor. (2022). *Rtds in Mexico*. Euromonitor International.
- Phipps, S. (30 de 05 de 2023). *Slimstock*. Obtenido de ¿Qué es la cantidad económica de pedido (EOQ)?: <https://www.slimstock.com/es/blog/modelo-eoq-para-la-gestion-de-stock/>
- R., E. J., & Lindsay, J. A. (2020). *Supply Chain Management: A Strategic Perspective*. Cengage Learning.
- Riissanen, V. (2020). *LOT SIZING METHOD*. TURKU: Verner Riissanen .
- Sahu, M. K. (2015). *A Study On Implementation of Material Requirement Planning (MRP) In Manufacturing and Small Sized Industries*. Conference: Sustainable Production development in Mechanical Engineering.
- Samson, R. M. (2010). SUPPLY CHAIN RESEARCH AND EDUCATION:. En *Supply-Chain Management: Theories, Activities/Functions and Problems*.
- Scott, C., Lundgren, H., & Thompson, P. (2011). *Guide to Supply Chain Management*. Springer.
- Sebatjane, M., & Adetunji, O. (2019). *Economic order quantity model for growing items with imperfect quality*. elsevier.
- Senthilnathan, S. (2019). *ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ)*. SSRN.

- Simerson, B. K. (2011). *Strategic Planning: A Practical Guide to Strategy Formulation and Execution*. PRAEGER.
- Slack, N. B.-J. (2018). *Operations Management*. Pearson Education Limited.
- Smith, J. (2021). Forecasting Models for Inventory Management. *Journal of Operations Management*,, 35,45,58.
- Software Advice . (2023). *Find the best MRP Systems*. Obtenido de <https://www.softwareadvice.com/manufacturing/mrp-software-comparison/>
- Southern New Hampshire University. (07 de 29 de 2022). *¿Qué es la Gestión de Operaciones?* Obtenido de <https://es.snhu.edu/noticias/que-es-la-gestion-de-operaciones>
- Stevenson, W. J., & Hojati, M. (2020). *Operations management*. McGraw-Hill Higher Education.
- Turovski, M., & Scott, P. J. (2023 de 02 de 2023). *¿Qué es el punto de pedido y la fórmula del punto de pedido?* Obtenido de <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/punto-de-pedido-reorden/>
- Wagner, B., & Monk, E. (2008). *Enterprise Resource Planning*. Cengage Learning.
- Wagner, S. N., Bolton, J. M., & Nuthall, L. (2016). *Título:Gower Handbook of Supply Chain Management*.
- Zona Logística. (2023). *Planeación, gestión y control de inventarios (v)*. Obtenido de <https://zonalogistica.com/planeacion-gestion-y-control-de-inventarios-v/>