

Implementation of the MRP System for Production Optimization: A Case Study in a Manufacturing Company in the Food Sector

Torres-Velásquez Julio Winston, Master in Operations and Supply Chain Management¹; Miñano-Colchado Milagros Dariana, Industrial Engineering Student²; Duran-Bazan Hernando David, Industrial Engineering Student³; Rivera-Cabanillas Aldair Efrain, Industrial Engineering Student⁴
^{1,2,3,4}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c23976@utp.edu.pe, u22220959@utp.edu.pe, u22246449@utp.edu.pe, u22210750@utp.edu.pe

Abstract– Production planning in food companies faces challenges related to demand variability, input perishability, and coordination among production, inventories, and distribution. At Ottone E.I.R.L., located in Chimbote, Peru, the absence of a formal planning system caused mismatches among demand, production, and material supply. This study aimed to implement a material requirements planning system to improve the company's production and logistics management. The research followed a quantitative and applied approach, developed through a case study based on historical data on sales, production, inventories, and distribution. The procedure included root cause diagnosis, forecasting model evaluation, master production schedule development, material explosion through MRP, and the analysis of operational indicators. The results showed improvements in product availability, service level, and inventory record reliability. It is concluded that MRP is an effective tool for strengthening operational planning in medium-sized food companies.

Keywords– MRP, Production optimization, Inventory planning, Demand forecasting, Food sector.

Implementación del sistema MRP para la optimización de la producción: estudio de caso en una empresa manufacturera del sector alimentario

Torres-Velásquez Julio Winston, Magister en Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento ¹; Miñano-Colchado Milagros Dariana, Estudiante de Ingeniería Industrial ²; Duran-Bazan Hernando David, Estudiante de Ingeniería Industrial ³; Rivera-Cabanillas Aldair Efrain, Estudiante de Ingeniería Industrial ⁴
^{1,2,3,4}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c23976@utp.edu.pe, u22220959@utp.edu.pe, u22246449@utp.edu.pe, u22210750@utp.edu.pe

Resumen– *La planificación de la producción en empresas alimentarias enfrenta desafíos vinculados con la variabilidad de la demanda, la perecibilidad de los insumos y la coordinación entre producción, inventarios y distribución. En Ottone E.I.R.L., ubicada en Chimbote, Perú, la ausencia de un sistema formal de planificación generaba desajustes entre la demanda, la producción y el abastecimiento de materiales. El estudio tuvo como objetivo implementar un sistema de planificación de requerimientos de materiales para mejorar la gestión productiva y logística de la empresa. La investigación tuvo enfoque cuantitativo y aplicado, desarrollada mediante un estudio de caso basado en datos históricos de ventas, producción, inventarios y distribución. El procedimiento incluyó el diagnóstico de causas raíz, la evaluación de modelos de pronóstico, la elaboración del plan maestro de producción, la explosión de materiales mediante MRP y el análisis de indicadores operativos. Los resultados evidenciaron mejoras en la disponibilidad de productos, el nivel de servicio y la confiabilidad de los registros de inventario. Se concluye que el MRP constituye una herramienta efectiva para fortalecer la planificación operativa en empresas alimentarias de mediana escala.*

Palabras clave– MRP, Optimización de producción, Planificación de inventarios, Pronóstico de demanda, Sector alimentario.

I. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria enfrenta retos estructurales asociados a la variabilidad estacional de la demanda, la alta volatilidad del consumo y la corta vida útil de los productos, lo que exige la implementación de sistemas de planificación robustos capaces de equilibrar producción, inventarios y distribución, minimizando la incertidumbre operativa y mejorando la exactitud de las decisiones productivas [1]–[3]. En economías emergentes como la peruana, donde el sector secundario desempeña un rol clave en el crecimiento económico local, la transición desde enfoques empíricos hacia metodologías estructuradas como el Material Requirements Planning (MRP) ha demostrado su capacidad para reducir sobrecostos, mejorar la sincronización productiva y elevar la eficiencia operativa, aunque la persistencia de modelos centralizados, reactivos y de baja digitalización en pequeñas y medianas empresas (PYMEs) continúa limitando su adopción sostenida [4], [5].

En este contexto, la integración progresiva de herramientas digitales, modelos analíticos y sistemas computacionales, tales como pronósticos cuantitativos, planificación jerárquica y

esquemas de control distribuido, favorece la transición hacia modelos productivos resilientes, capaces de adaptarse dinámicamente a cambios abruptos en la demanda, pese a barreras estructurales como la limitada penetración de sistemas ERP modulares y la baja madurez digital en entornos productivos de menor escala [6]–[8]. Bajo este marco, el MRP se consolida como el eje articulador de la sincronización entre los requerimientos materiales y los planes maestros de producción, complementándose con el Capacity Requirements Planning (CRP) para la validación de capacidades productivas y con el Distribution Requirements Planning (DRP) para la optimización de los flujos logísticos, particularmente en redes productivas multiproducto [9], [10].

Los avances recientes en técnicas de lot-sizing aplicadas al MRP, que incorporan restricciones reales como los lotes mínimos de proveedores, la incertidumbre híbrida y algoritmos avanzados de programación, han permitido incrementar la precisión operativa en sistemas multilínea hasta en un 12%, optimizando simultáneamente los niveles de inventario, los tiempos de entrega y la utilización de capacidades productivas [11]–[13]. De manera complementaria, en entornos de demanda irregular característicos del sector panadero, los modelos probabilísticos de Economic Order Quantity (EOQ) y Periodic Order Quantity (POQ) bajo escenarios lumpy han evidenciado reducciones en los costos de inventario cercanas al 18%, alineándose eficazmente con patrones estacionales marcados por picos de consumo en campañas festivas y valles durante los primeros meses del año [14].

La literatura contemporánea resalta que la integración del MRP con sistemas avanzados de pronóstico, planificación distribuida y control logístico redefine los niveles de resiliencia operativa en el contexto de la Industria 4.0, al permitir una respuesta más rápida ante disrupciones y una mayor estabilidad en el cumplimiento de los planes productivos [15], [16]. En paralelo, los marcos de sostenibilidad basados en los lineamientos del Global Reporting Initiative (GRI) vinculan directamente las fases de planificación productiva con métricas ambientales, sociales y económicas, posicionando al MRP como una de las etapas con mayor influencia en la generación de impactos sostenibles dentro de la cadena de valor [17], [18].

En el contexto latinoamericano, estudios aplicados en panaderías industriales que combinan enfoques Lean Manufacturing, MRP, Master Production Scheduling (MPS) y

Aggregate Planning han validado, mediante simulaciones y estudios de caso, reducciones en los ciclos productivos de hasta 25%, incrementos de productividad del 22% y mejoras sustanciales en el nivel de servicio al cliente, principalmente a través de la desagregación semanal de planes y la gestión integrada de inventarios perecederos [19]–[22]. Asimismo, la correcta implementación del MRP ha demostrado potenciar indicadores clave de desempeño como el On Time In Full (OTIF), reforzando la competitividad operativa en el sector alimentario [23].

El manejo de incertidumbres híbridas, particularmente aquellas asociadas a la demanda, los tiempos de aprovisionamiento y la variabilidad del abastecimiento, cobra especial relevancia en este entorno. En este sentido, los enfoques de programación matemática bajo restricciones de credibilidad, integrando componentes difusos y estocásticos, han logrado optimizar el lot-sizing hasta en un 15%, contribuyendo significativamente a la estabilidad del sistema MRP frente a perturbaciones externas [24], [25]. De igual manera, estrategias basadas en crowdsourcing y planificación colaborativa han demostrado reducir los retrasos logísticos en redes productivas complejas hasta en un 18%, fortaleciendo la coordinación interorganizacional [26].

Bajo este marco, el presente estudio desarrolla un diagnóstico exhaustivo y una propuesta técnica integral para la empresa Ottone, orientada a optimizar sus procesos de planificación, inventarios y distribución mediante la implementación coordinada de MRP, CRP y DRP, incorporando herramientas analíticas, modelos cuantitativos y enfoques de mejora continua. De esta manera, se busca sentar bases metodológicas replicables que contribuyan al fortalecimiento de la manufactura alimentaria peruana, promoviendo mayores niveles de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad en entornos productivos altamente dinámicos.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación adoptó un enfoque cuantitativo, aplicado y desarrollado bajo la modalidad de estudio de caso, orientado a la mejora del sistema de planificación de la producción de la empresa Ottone E.I.R.L. La estrategia metodológica se sustentó en el análisis de información histórica de ventas, producción, inventarios, capacidad instalada y distribución, con el propósito de estructurar un sistema de planificación basado en herramientas de gestión de operaciones. Para ello, se emplearon procedimientos de diagnóstico, pronóstico de demanda, planificación maestra de producción, planificación de requerimientos de materiales, análisis de capacidad y evaluación logística mediante indicadores operativos [7], [8]. La validación de los resultados se efectuó mediante la contrastación con registros históricos, siguiendo criterios de consistencia operativa y confiabilidad de datos documentados en la literatura especializada [20].

En la primera fase se abordaron los aspectos fundamentales del análisis operativo y diagnóstico inicial del sistema productivo, incluyendo la adquisición, organización y

caracterización de los datos. Para ello, se consolidaron diversas fuentes internas de información, entre las cuales se incluyeron los reportes históricos de ventas, hojas de producción, registros de inventarios, niveles de capacidad instalada y costos operativos. Posteriormente, se identificaron las variables relevantes del sistema, clasificándolas en categorías como demanda mensual, producción real, capacidad utilizada, inventario disponible y costos asociados, estableciendo como rango temporal de análisis el periodo comprendido entre los años 2023 y 2024, conforme a los lineamientos metodológicos para estudios aplicados en entornos productivos [21].

La segunda fase estuvo orientada al procesamiento, depuración y validación estadística de los datos recopilados. Los registros fueron trasladados a matrices estructuradas en Microsoft Excel, donde se aplicaron procedimientos sistemáticos de limpieza, estandarización, detección de valores atípicos, verificación de consistencia y control de coherencia interna, con el objetivo de garantizar la calidad, integridad y confiabilidad de la base de datos [22]. Como resultado, se consolidó un conjunto de 48 observaciones mensuales correspondientes a cuatro años completos de operación, configurando una base de datos homogénea, estructurada y apta para el análisis cuantitativo.

En la tercera fase se procedió al análisis de los indicadores operativos clave y a la elaboración de pronósticos de demanda, empleando técnicas cuantitativas como promedio móvil, promedio móvil ponderado y regresión lineal, ampliamente utilizadas en el modelamiento de series temporales aplicadas a la planificación de la producción [7], [20]. La evaluación comparativa de los modelos se realizó mediante métricas de error como el Mean Absolute Deviation (MAD) y el Mean Squared Error (MSE), lo que permitió seleccionar el método de pronóstico con mayor precisión y estabilidad.

Paralelamente, se analizaron patrones operativos relevantes, tales como variabilidad de la demanda, estacionalidad, eficiencia productiva mensual, brechas entre capacidad instalada y producción real, así como el comportamiento dinámico de los inventarios. Sobre esta base, se implementaron los módulos de Material Requirements Planning (MRP), Capacity Requirements Planning (CRP) y Distribution Requirements Planning (DRP), con el fin de identificar de manera integrada las necesidades de materiales, restricciones de capacidad y requerimientos logísticos de la empresa [1], [2], [5].

En la cuarta fase se desarrolló un dashboard interactivo de control y monitoreo, diseñado para integrar los resultados del análisis cuantitativo y facilitar la visualización dinámica de métricas clave, tendencias temporales y comparativos mensuales. Este tablero permitió representar de forma clara la relación entre demanda y producción, el comportamiento de los inventarios, la identificación de meses críticos de operación y los niveles de utilización de la capacidad productiva, proporcionando una herramienta de apoyo efectivo a la toma de decisiones operativas y estratégicas, conforme a los principios de diseño de sistemas de información visual [8].

Finalmente, el enfoque metodológico adoptado permitió integrar el análisis cuantitativo, el modelamiento del sistema MRP y la visualización interactiva de los resultados, garantizando la consistencia técnica y la aplicabilidad práctica de la propuesta, así como su replicabilidad en contextos industriales similares.

III. RESULTADOS

A. Diagnóstico de Causas Raíz (Análisis de Pareto)

Con el objetivo de identificar de manera objetiva y priorizar los factores críticos que restringen la eficiencia operativa de la empresa Ottone, se aplicó la técnica del Diagrama de Pareto, ampliamente utilizada en el análisis de procesos para la toma de decisiones basada en datos. Para ello, se construyó una matriz de priorización a partir de la recopilación sistemática de incidencias negativas registradas en el proceso productivo, las cuales fueron clasificadas y ponderadas en función de su frecuencia de ocurrencia y nivel de impacto operativo.

Como se muestra en la Tabla I, las causas raíz (CR) fueron organizadas en orden descendente según su contribución relativa al problema global. Los resultados evidencian que cinco causas principales concentran más del 40% de las incidencias identificadas, lo que permitió focalizar los esfuerzos de mejora en los factores de mayor relevancia, mientras que el resto de causas fueron agrupadas en una categoría residual, facilitando una gestión eficiente de los recursos y una intervención estratégica orientada al mayor impacto.

TABLA I
 PRINCIPALES CAUSAS RAÍZ IDENTIFICADAS (PARETO)

Cód.	Causa Raíz (Deficiencia)	Frecuencia	% Acumulado
CR10	Falta oportuna de materiales de producción	30	8.70%
CR3	Control de calidad poco estandarizado	30	17.39%
CR7	Falta de control en rotación de inventarios	27	25.22%
CR11	Registros de producción incompletos	27	33.04%
CR8	Compras reactivas (ante faltantes)	26	40.58%
---	Otras 12 causas menores	205	100.00%

Nota: La frecuencia corresponde al número de incidencias registradas durante el periodo de análisis.

La representación gráfica presentada en la Fig. I evidencia que la gestión logística constituye el núcleo más crítico del sistema, dado que la combinación de la falta oportuna de materiales de producción (CR10), las compras reactivas ante faltantes (CR8) y la insuficiente rotación de inventarios (CR7) conforma una barrera sistémica que compromete directamente la continuidad operativa, la estabilidad del flujo productivo y el cumplimiento oportuno de los pedidos.

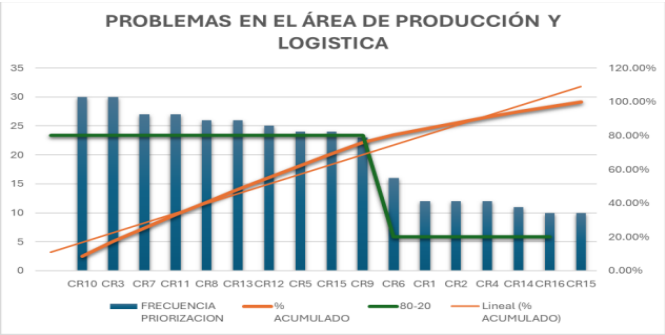


Fig. 1. Diagrama de Pareto de las deficiencias productivas en Ottone.

Estos resultados confirman que las deficiencias operativas de la panadería no responden a eventos aislados, sino a la ausencia de una planificación estructurada. La alta incidencia de paradas por desabastecimiento justifica técnica y económicamente la implementación del MRP (Material Requirements Planning) como herramienta para alinear las compras con las necesidades reales de producción y neutralizar las principales causas raíz.

B. Análisis de la demanda y selección del modelo de pronóstico

Como primera etapa, se abordó la reducción de la incertidumbre asociada a la demanda, mediante la evaluación comparativa de distintos modelos de pronóstico aplicados sobre los registros históricos de ventas. Tal como se presenta en la Tabla II, el modelo de Promedio Móvil Simple Ponderado (PMSP) evidenció un mejor nivel de ajuste respecto al promedio simple, alcanzando una reducción significativa en la desviación absoluta media (MAD), lo que permitió seleccionar un esquema de estimación más preciso para el proceso de planificación.

TABLA II
 VALIDACIÓN ESTADÍSTICA DE MODELOS DE PRONÓSTICO

MÉTODO DE PRONÓSTICO	DAM	SELECCIÓN
PROMEDIO MÓVIL SIMPLE (PMS)	522	DESCARTADO
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO (PMSP)	437	SELECCIONADO

De manera complementaria, se aplicó un modelo de regresión lineal incorporando índices de estacionalidad, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.84, lo que evidencia una relación significativa entre la variable temporal y el comportamiento de las ventas. A partir de este ajuste, se estimó la demanda desestacionalizada proyectada para el año 2025, permitiendo suavizar las fluctuaciones estacionales y establecer una base más estable para la planificación de la capacidad productiva.

TABLA III
 PROYECCIÓN DE DEMANDA DESESTACIONALIZADA
 (MUESTRA 1ER TRIMESTRE)

PERIODO (2025)	ÍNDICE ESTACIONALIDAD	DEMANDA DESESTACIONALIZADA	DEMANDA ESTACIONALIZADA
----------------	-----------------------	----------------------------	-------------------------

ENERO	0.80	8,377	6,679
FEBRERO	0.82	8,388	6,917
MARZO	0.87	8,400	7,296

Con el fin de operacionalizar el pronóstico en el corto plazo, se realizó la desagregación estacional de la demanda mensual a nivel semanal. La Tabla IV presenta los factores de participación semanal empleados para distribuir la demanda proyectada en programas de producción semanales más precisos y consistentes, facilitando una planificación operativa alineada con el comportamiento real del consumo.

TABLA IV

MATRIZ DE DESAGREGACIÓN ESTACIONAL DE LA DEMANDA (SEMANAL)

PRODUCTO (SKU)	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	TOTAL
PAN FRANCÉS	27%	23%	24%	26%	100%
PAN ESPECIAL	33%	21%	11%	35%	100%
PAN LABRANZA	35%	26%	14%	25%	100%
PAN INTEGRAL	22%	28%	23%	27%	100%

C. Criterios de cálculo y evaluación operativa

Para asegurar la consistencia del análisis cuantitativo, se definieron criterios de cálculo asociados al pronóstico de demanda, la planificación agregada, el Plan Maestro de Producción, la planificación de requerimientos de materiales y la medición de indicadores operativos. Estas expresiones permitieron sistematizar el procesamiento de la información histórica y convertir los datos de demanda, producción e inventarios en decisiones operativas de planificación.

La precisión de los modelos de pronóstico fue evaluada mediante la desviación absoluta media. Sea D_t la demanda real del periodo t , F_t el pronóstico estimado para el mismo periodo y n el número total de observaciones, el cálculo se realizó mediante:

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n} \quad (1)$$

De manera complementaria, se estimó el error cuadrático medio, donde D_t representa la demanda real, F_t el valor pronosticado y n el número de periodos evaluados:

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n} \quad (2)$$

Para la evaluación de las estrategias del Plan Agregado de Producción, el costo total de cada alternativa se calculó considerando los costos asociados a producción regular, horas extras, inventario, faltantes, tercerización, contratación y despido de personal. Sea $C_{PAP,k}$ el costo total de la estrategia k , se utilizó la siguiente expresión:

$$C_{PAP,k} = \sum_{m=1}^M (C_{PR,m,k} + C_{HE,m,k} + C_{INV,m,k} + C_{FAL,m,k} + C_{TER,m,k} + C_{CON,m,k} + C_{DES,m,k}) \quad (3)$$

Donde C_{PR} corresponde al costo de producción regular, C_{HE} al costo por horas extras, C_{INV} al costo de mantenimiento

de inventario, C_{FAL} al costo por faltantes, C_{TER} al costo de tercerización, C_{CON} al costo de contratación, C_{DES} al costo de despido, m representa el mes de análisis y M el horizonte total de planificación.

La estrategia seleccionada fue aquella que presentó el menor costo total dentro del conjunto de alternativas evaluadas:

$$C_{PAP}^* = \min(C_{PAP,k}) \quad (4)$$

En el Plan Maestro de Producción, el inventario proyectado se determinó a partir del inventario inicial, la producción programada y la demanda firme de cada periodo. Sea IP_t el inventario proyectado del periodo t , IP_{t-1} el inventario del periodo anterior, P_t la producción programada y DF_t la demanda firme, se utilizó:

$$IP_t = IP_{t-1} + P_t - DF_t \quad (5)$$

Asimismo, el disponible para promesa se calculó como la diferencia entre la producción programada y los pedidos comprometidos del periodo. Sea ATP_t el disponible para promesa, P_t la producción programada y PC_t los pedidos comprometidos, se tiene:

$$ATP_t = P_t - PC_t \quad (6)$$

Para el cálculo del MRP, los requerimientos brutos de materiales se determinaron a partir del Plan Maestro de Producción y la lista de materiales de cada producto. Sea $RB_{i,t}$ el requerimiento bruto del material i en el periodo t , $MPS_{j,t}$ la cantidad programada del producto j y q_{ij} la cantidad del material i requerida por unidad del producto j , se aplicó:

$$RB_{i,t} = \sum_{j=1}^J (MPS_{j,t} \times q_{ij}). \quad (7)$$

Posteriormente, el requerimiento neto se calculó considerando los requerimientos brutos, el stock de seguridad, el inventario disponible y las recepciones programadas. Sea $RN_{i,t}$ el requerimiento neto del material i en el periodo t , SS_i el stock de seguridad, $ID_{i,t}$ el inventario disponible y $RP_{i,t}$ las recepciones programadas, se utilizó:

$$RN_{i,t} = RB_{i,t} + SS_i - ID_{i,t} - RP_{i,t}. \quad (8)$$

Cuando el requerimiento neto fue positivo, se generó una orden planificada de recepción. Sea $OPR_{i,t}$ la orden planificada de recepción del material i en el periodo t , se definió:

$$OPR_{i,t} = \max(0, RN_{i,t}). \quad (9)$$

La orden planificada de liberación se determinó desplazando la orden planificada de recepción según el tiempo de entrega del material. Sea $OPL_{i,t}$ la orden planificada de liberación, $OPR_{i,t}$ la orden planificada de recepción y LT_i el lead time del material i , se aplicó:

$$OPL_{i,t-LT_i} = OPR_{i,t}. \quad (10)$$

Finalmente, para evaluar el impacto operativo de la implementación, se utilizaron indicadores de disponibilidad, nivel de servicio, exactitud de registros de inventario y desempeño logístico. La disponibilidad de productos se calculó como la relación entre las unidades disponibles y las unidades requeridas por la demanda:

$$Disponibilidad = \frac{Unidades\ disponibles}{Unidades\ requeridas} \times 100 \quad (11)$$

La exactitud del registro de inventarios se calculó mediante el indicador ERI. Sea *RC* el número de registros correctos y *RE* el total de registros evaluados, se empleó:

$$ERI = \frac{RC}{RE} \times 100. \quad (12)$$

El indicador OTIF se calculó considerando el cumplimiento simultáneo de entregas a tiempo y entregas completas. Sea *EA* el porcentaje de entregas a tiempo y *EC* el porcentaje de entregas completas, se utilizó:

$$OTIF = EA \times EC. \quad (13)$$

En conjunto, estos criterios permitieron construir las tablas de pronóstico, planificación agregada, MPS, MRP y evaluación de desempeño operativo, asegurando trazabilidad entre los datos históricos, los cálculos realizados y los resultados obtenidos.

D. Planificación Agregada de Producción (PAP) y Plan Maestro de Producción (MPS)

Una vez definida la demanda proyectada, se procedió a la evaluación comparativa de las estrategias de planificación agregada. El análisis de costos presentado en la Tabla V evidenció que la estrategia de Persecución Pura constituye la alternativa más eficiente desde el punto de vista económico, al registrar un costo anual mínimo de S/. 286,892.

TABLA V
RESUMEN COMPARATIVO DE ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN

ESTRATEGIA	COSTO TOTAL (S/.)	DECISIÓN
PERSECUCIÓN	286,892	SELECCIONADO
HORAS EXTRAS	300,326	–
NIVELACIÓN	365,398	–
TERCERIZACIÓN	396,203	–

Con base en la estrategia seleccionada, se formuló el Plan Maestro de Producción (MPS). La Tabla VI muestra la programación correspondiente al primer mes de operación, en la cual se observa una política de inventario proyectado igual a cero, así como un valor de Available to Promise (ATP) nulo, lo que refleja un alineamiento estricto entre los niveles de producción y los pedidos efectivamente confirmados, minimizando la generación de inventarios innecesarios.

TABLA VI
RESUMEN DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN – MES DE ENERO

SKU	PERIODO	DEMANDA FIRME	PRODUCCIÓN	INVENTARIO PROYECTADO	ATP
PAN FRANCÉS 35G	SEM1	33,693	33,693	0	0
PAN ESPECIAL 55G	SEM 1	3,947	3,947	0	0
PAN LABRANZA 40G	SEM 1	10,913	10,913	0	0
PAN MANTEQUILLA 26G	SEM 1	14,175	14,175	0	0

E. Planificación de requerimiento de materiales (MRP)

La explosión de materiales permitió convertir el MPS en un plan estructurado de aprovisionamiento, facilitando la determinación precisa de los requerimientos de compra. La Tabla VII presenta el resumen de las Órdenes de Requerimiento de Aprovisionamiento (ORAP) generadas para los insumos críticos, garantizando su disponibilidad oportuna y evitando, simultáneamente, incrementos innecesarios en los niveles de inventario.

TABLA VII
PLAN DE COMPRAS CONSOLIDADO (ORAP) – INSUMOS CRÍTICOS

INSUMO CRÍTICO	UNIDAD	MES 1	MES 2
PREPARADO DE TRIGO	KG	2,696,000	3,011,200
AZÚCAR	KG	75,600	73,800
MANTECA	KG	61,800	64,000
LEVADURA	KG	57,500	0
SAL	KG	42,800	41,800

F. Planificación de Recursos de Distribución (DRP)

Como etapa final del proceso de planificación, se desarrolló el cronograma integral de pedidos de materiales para todo el horizonte de planeamiento, integrando de manera coherente los resultados del pronóstico de demanda, el cálculo de los requerimientos netos y las restricciones operativas del sistema productivo. Este enfoque permitió traducir los planes tácticos en decisiones operativas concretas, garantizando la sincronización entre producción, inventarios y abastecimiento.

La Tabla VIII presenta las cantidades finales requeridas por periodo, determinadas a partir del contraste sistemático entre la demanda bruta proyectada, el stock de seguridad y las existencias físicas disponibles, lo que facilitó la definición de un programa de aprovisionamiento estructurado, oportuno y orientado a asegurar la continuidad operativa, minimizando simultáneamente los costos asociados al sobrestock y a los quiebres de inventario.

TABLA VIII
CUADRO DE PEDIDOS DE MATERIALES (DRP) – HORIZONTE 2 MESES

MATERIAL	DEMANDA TOTAL (KG)	STOCK ACTUAL	STOCK SEGURIDAD	CANTIDAD A PEDIR
PREPARADO DE TRIGO	2,500	300	0	2,200
AZÚCAR	1,620	1,200	0	420
LEVADURA	1,300	800	0	500
SAL	480	200	0	280
LECHE EN POLVO	560	340	0	220
MANTECA	850	650	0	200

Este cronograma permitió establecer políticas de reposición diferenciadas según el comportamiento de consumo

y la criticidad de cada insumo, priorizando aquellos materiales con mayor impacto en la continuidad del proceso productivo, tales como el preparado de trigo, el azúcar y la levadura [21]. De este modo, se fortaleció la robustez del sistema de abastecimiento, reduciendo la exposición al riesgo operativo y mejorando la confiabilidad del plan maestro [24].

G. Impacto en la Disponibilidad y Nivel de Servicio

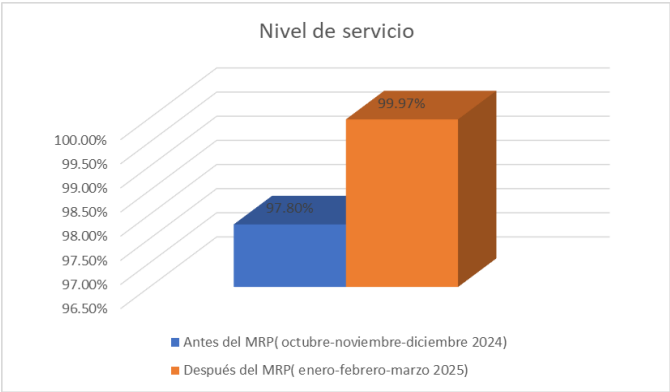
Previo a la intervención, el diagnóstico operativo correspondiente al último trimestre de 2024 evidenció limitaciones significativas en la capacidad de respuesta frente a la variabilidad de la demanda, reflejadas en desajustes recurrentes entre producción, inventarios y abastecimiento, lo que afectaba directamente la continuidad del flujo productivo y el cumplimiento oportuno de los pedidos [23]. En este contexto, la implementación del sistema MRP permitió articular de manera integral los requerimientos de insumos críticos con el Plan Maestro de Producción (MPS), reduciendo la dispersión en los procesos de aprovisionamiento, estabilizando los flujos logísticos y fortaleciendo la coordinación interfuncional [23].

Conforme a la evidencia estadística presentada, la disponibilidad de productos experimentó un incremento sustancial, pasando de 97.94% en el escenario pre-MRP a 99.99% durante el periodo post-MRP (enero–marzo de 2025). Este resultado, detallado en la Tabla IX, corrobora la hipótesis de que la planificación estructurada basada en MRP constituye un mecanismo eficaz para reducir los quiebres de stock, mejorar la confiabilidad operativa y garantizar la atención sostenida de la demanda [24].

TABLA IX COMPARATIVO DE INDICADORES OPERATIVOS (PRE Y POST IMPLEMENTACIÓN)			
INDICADOR	ESCENARIO PRE-MRP (2024)	ESCENARIO POST-MRP (2025)	VARIACIÓN
DISPONIBILIDAD DE PRODUCTOS	97.94%	99.99%	+2.05%
NIVEL DE SERVICIO	97.80%	99.97%	+2.17%
TOTAL, UNIDADES DESPACHADAS	738,506	852,545	+15.4%

Adicionalmente, el incremento del 15.4% en el total de unidades despachadas evidencia que la mejora en la disponibilidad no solo permitió atender de manera más eficiente la demanda existente, sino también absorber un mayor volumen de pedidos sin afectar la estabilidad del sistema productivo, lo que confirma la capacidad de escalamiento operativo inducida por la implementación del MRP.

La reducción de la brecha de disponibilidad se ilustra gráficamente en la Fig. 2, donde se evidencia el impacto positivo del sistema MRP en la estabilización del proceso de abastecimiento. Se observa que la planificación estructurada permitió absorber de manera eficiente el incremento sostenido de la demanda durante el primer trimestre de 2025, asegurando la continuidad operativa sin incurrir en quiebres de stock,



fortaleciendo así la confiabilidad, previsibilidad y resiliencia del sistema productivo.

Fig. 2. Evolución comparativa de la Disponibilidad de Productos antes y después del MRP.

De manera simultánea, el nivel de servicio al cliente final alcanzó un 99.97%, reflejando una mejora sustancial en el desempeño logístico y comercial. Tal como se aprecia en la Fig. 3, la dispersión en los tiempos de entrega se redujo significativamente, lo que valida la correlación positiva entre la estandarización de los procesos de planificación, la estabilidad operativa y el incremento sostenido en la satisfacción del cliente, consolidando así la efectividad integral de la solución implementada y su impacto directo sobre los indicadores clave de desempeño del negocio.

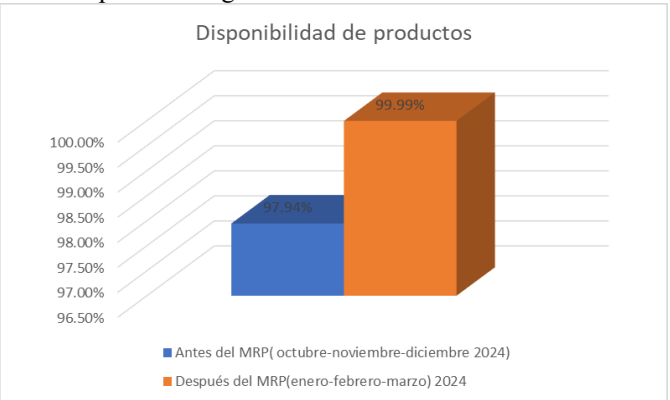


Fig. 3. Incremento del Nivel de Servicio tras la estandarización de procesos.

H. Confiabilidad del inventario (ERI)

La exactitud de los registros de inventario constituye un requisito fundamental para la correcta operación y sostenibilidad del sistema MRP, dado que la confiabilidad de la planificación depende directamente de la calidad de la información maestra disponible [25]. En este sentido, el diagnóstico inicial, evaluado mediante el indicador de Exactitud de Registro de Inventarios (ERI), evidenció un nivel crítico del 52%, reflejando una marcada discrepancia entre los registros lógicos del sistema y la realidad física del almacén. Esta brecha informacional generaba distorsiones significativas en el cálculo de los requerimientos netos, afectando la precisión del abastecimiento, la programación productiva y el control de inventarios.

Posteriormente, tras la implementación de protocolos sistemáticos de conteo cíclico, la estandarización de los procesos de recepción y la formalización de procedimientos operativos, el indicador ERI se optimizó hasta alcanzar un 80%, tal como se presenta en la Fig. 4. Esta mejora de 28 puntos porcentuales resulta estadística y operativamente significativa, evidenciando el impacto positivo de la disciplina operativa sobre la calidad de la información. No obstante, el margen de error remanente pone de manifiesto la necesidad de incorporar tecnologías de automatización y captura automática de datos, tales como códigos de barras, RFID o sistemas WMS integrados, con el fin de garantizar la integridad, trazabilidad y actualización en tiempo real de la información maestra, especialmente en escenarios de mayor complejidad operativa.



Fig. 4. Tablero de control comparativo del indicador ERI (2024 vs. 2025).

I. Desempeño logístico externo (OTIF)

A pesar de la optimización alcanzada en los procesos internos, el análisis de la cadena de suministro extendida, evaluado mediante el indicador OTIF (On Time In Full), evidenció limitaciones relevantes en la etapa de distribución, asociadas principalmente al desempeño heterogéneo de los operadores logísticos externos [26]. Tal como se presenta en la Tabla X, el desglose del indicador por proveedor permitió identificar cuellos de botella críticos, variaciones sustanciales en los niveles de cumplimiento y deficiencias estructurales en la calidad del servicio logístico, lo que impacta directamente en el nivel de servicio percibido por el cliente final.

TABLA X
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO POR OPERADOR LOGÍSTICO
(OTIF 2025)

TRANSPORTISTA	PEDIDOS ENTREGADOS	% A TIEMPO	% CONFORMES	OTIF FINAL
TRANSANDES	18	66.67%	38.89%	25.93%
LOGÍSTICA PERÚ	17	47.06%	35.29%	16.61%
RAPID EXPRESS	17	52.94%	17.65%	9.34%

A pesar de la optimización alcanzada en los procesos internos, el análisis de la cadena de suministro extendida, evaluado mediante el indicador OTIF (On Time In Full), evidenció limitaciones relevantes en la etapa de distribución,

asociadas principalmente al desempeño heterogéneo de los operadores logísticos externos [26]. Tal como se presenta en la Tabla X, el desglose del indicador por proveedor permitió identificar cuellos de botella críticos, variaciones sustanciales en los niveles de cumplimiento y deficiencias estructurales en la calidad del servicio logístico, lo que impacta directamente en el nivel de servicio percibido por el cliente final.

Asimismo, el análisis geográfico del desempeño logístico, presentado en la Tabla XI, evidencia una variabilidad operativa significativa entre las distintas zonas de distribución. Mientras que distritos consolidados como Trujillo alcanzan niveles de eficiencia cercanos al 100%, reflejando una operación estable, rutas estructuradas y una mayor densidad de entregas, zonas secundarias como Paiján presentan desempeños considerablemente inferiores, lo que pone de manifiesto limitaciones estructurales en cobertura, tiempos de tránsito y coordinación logística, con impacto directo en la continuidad del servicio, la confiabilidad del sistema y la percepción del cliente.

TABLA XI
DESEMPEÑO LOGÍSTICO (OTIF) SEGÚN ZONA GEOGRÁFICA

DISTRITO	PEDIDOS	% A TIEMPO	% CONFORMES	OTIF
TRUJILLO	4	100.00%	100.00%	100.00%
LIMA	2	100.00%	100.00%	100.00%
CAJAMARCA	7	71.43%	71.43%	51.02%
AREQUIPA	7	57.14%	57.14%	32.65%
PAIJÁN	4	0.00%	0.00%	0.00%

Estos resultados confirman que, si bien la planta ha logrado alcanzar elevados niveles de eficiencia en sus procesos internos, el desempeño final percibido por el cliente se ve condicionado en la etapa de la “última milla”, debido a la incidencia de factores exógenos que escapan al control directo de la organización, tales como la variabilidad en el transporte, las condiciones de infraestructura vial, la dispersión geográfica de los clientes y la capacidad operativa de los operadores logísticos, lo que limita el impacto integral de las mejoras implementadas.

DISCUSIÓN

La comparación con estudios previos permite evidenciar que la implementación del MRP no debe analizarse como una herramienta aislada, sino como parte de un sistema integrado de planificación que articula información histórica, programación de la producción, control de inventarios y seguimiento de indicadores.

En primer lugar, los resultados asociados al pronóstico de demanda coinciden con lo señalado por Altendorfer y Felberbauer [1] y Hyndman y Athanasopoulos [18], quienes destacan que la precisión del pronóstico condiciona la confiabilidad de las decisiones de producción. En el caso analizado, la selección del promedio móvil ponderado permitió

reducir el error de estimación y establecer una base cuantitativa para el desarrollo del Plan Maestro de Producción.

En segundo lugar, la integración entre MPS y MRP permitió transformar la demanda proyectada en requerimientos específicos de materiales. Este resultado es consistente con Reis [3] y Graves [9], quienes resaltan que el MRP contribuye a sincronizar los planes de producción con las necesidades de abastecimiento. En ese sentido, el estudio confirma que la planificación de materiales resulta más efectiva cuando se encuentra articulada a un programa maestro previamente definido.

Asimismo, la mejora en la disponibilidad de productos y el nivel de servicio coincide con los hallazgos de Castillo-Cala et al. [23], quienes evidencian que la aplicación de herramientas como MRP y MPS fortalece la gestión de abastecimiento y control de la producción en empresas de menor escala. En el presente caso, la disponibilidad se incrementó de 97.94% a 99.99%, mientras que el nivel de servicio pasó de 97.80% a 99.97%, lo que refleja una mejora relevante en la capacidad de respuesta operativa.

Respecto a la exactitud de inventarios, los resultados obtenidos se relacionan con lo planteado por Best et al. [25], quienes advierten que la inexactitud de los registros afecta la confiabilidad de las decisiones logísticas. La mejora del ERI de 52% a 80% evidencia que la planificación mediante MRP requiere datos confiables para evitar distorsiones en el cálculo de requerimientos netos, órdenes planificadas y necesidades de reposición.

Finalmente, el análisis del OTIF permitió identificar que, aunque la empresa mejoró sus procesos internos de planificación, el desempeño final continúa condicionado por la etapa de distribución. Este resultado coincide con Tello y Asqui [26] y con Dolgui e Ivanov [16], quienes destacan que las restricciones logísticas externas pueden afectar el nivel de servicio percibido por el cliente. Por ello, los hallazgos sugieren que la implementación del MRP debe complementarse con mecanismos de control logístico, evaluación de transportistas y acuerdos de nivel de servicio.

CONCLUSIONES

La investigación desarrollada permite concluir que la implementación de sistemas de planificación y control de operaciones, específicamente el MRP, constituye un mecanismo relevante para mejorar la eficiencia operativa en el sector de alimentos perecederos. Los hallazgos validan la hipótesis de trabajo y permiten establecer las siguientes conclusiones categóricas:

Optimización de la Disponibilidad: La implementación del MRP mejoró la disponibilidad de productos a 99.99%, alineando la producción con la demanda estacional y reduciendo significativamente los quiebres de stock.

Mejora en la Calidad de la Información: La introducción del indicador ERI permitió mejorar la exactitud de los inventarios del 52% al 80%, lo que proporcionó datos más

confiables para alimentar el MRP y minimizar la incertidumbre en la planificación.

Eficiencia Interna vs. Externa: Aunque la eficiencia interna alcanzó el 99.97%, la distribución mostró deficiencias, especialmente en los tiempos de entrega de los proveedores, lo que impactó negativamente en el desempeño general de la cadena de suministro.

Implicaciones Gerenciales: Para sostener y potenciar los resultados, es de suma importancia evolucionar hacia la implementación gradual de un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) modular. Asimismo, establecer Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) rigurosos con los operadores logísticos para cerrar la brecha de desempeño identificada en la distribución.

REFERENCES

- [1] K. Altendorfer and T. Felberbauer, "Forecast and production order accuracy for stochastic forecast updates with demand shifting and forecast bias correction," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 125, p. 102740, 2023, doi: 10.1016/j.simpat.2023.102740.
- [2] B. Zhu, Y. Li, and F. Zhang, "Lot-sizing decisions for material requirements planning with hybrid uncertainties in a smart factory," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 51, p. 101527, 2022, doi: 10.1016/j.aei.2022.101527.
- [3] J. Reis, "Exploring applications and practical examples by streamlining material requirements planning (MRP) with Python," *Logistics*, vol. 7, no. 4, p. 91, 2023, doi: 10.3390/logistics7040091.
- [4] C. M. Bourgeois, A. R. Smith, and J. L. Chen, "Risk-based inventory scheduling framework to fulfill multi-product orders within a production network," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 182, p. 109343, 2023, doi: 10.1016/j.cie.2023.109343.
- [5] S. M. Javadi, S. J. Sadjadi, E. Teimoury, and A. Makui, "Material requirements planning with a novel lot sizing method and a new algorithm for production scheduling," *Scientific Reports*, vol. 15, no. 1, p. 27637, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-13197-8.
- [6] F. Nurprihatin, G. D. Rembulan, and Y. D. Pratama, "Comparing probabilistic economic order quantity and periodic order quantity model performance under lumpy demand environment," *Management and Production Engineering Review*, vol. 13, no. 4, pp. 16–25, 2022, doi: 10.24425/imper.2022.142391.
- [7] V. De Simone, M. Di Penta, A. Di Vaio, and R. Palladino, "The integration of sustainable standards in production planning and control: A GRI-based framework proposal," *Sustainability*, vol. 17, no. 14, p. 6446, 2025, doi: 10.3390/su17146446.
- [8] IEOM Society, "Production model based on lean manufacturing, MRP, MPS and aggregate planning in bakeries," in *Proc. Int. Conf. Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, Lima, Peru, 2023. [Online]. Available: <https://ieomsociety.org/proceedings/2023peru/5.pdf>
- [9] S. C. Graves, "How to think about planned lead times," *International Journal of Production Research*, vol. 60, no. 1, pp. 231–241, 2022, doi: 10.1080/00207543.2021.1991025.
- [10] B. Zhu, Y. Li, and F. Zhang, "A credibility-based MPS/MRP integrated programming model under complex uncertainty," *International Journal of Fuzzy Systems*, vol. 23, no. 5, pp. 1414–1430, 2021, doi: 10.1007/s40815-020-01041-2.
- [11] FoodReady.ai, "Material requirements planning guide for food manufacturers," Jun. 2025. [Online]. Available: <https://foodready.ai/blog/material-requirements-planning-mrp/>
- [12] M. Safari, A. Rahmani, and H. Ebrahimi, "Crowdsourcing-based material requirement optimization in the automotive parts production network with online demand coverage," *Tasmingiri va Tahqiq dar Amaliyyat*, vol. 10, no. 1, pp. 169–193, 2025, doi: 10.22105/dmor.2025.482155.1875.
- [13] ResearchGate, "Material requirements planning method for controlling inventory of raw materials," 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/369811998>

- [14] ResearchGate, "Production management model for increasing productivity in bakery SMEs in Peru," Aug. 2025. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/333645602>
- [15] "A case study in a bakery company," *International Journal of Industrial Management*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2023. [Online]. Available: <https://journal.ump.edu.my/ijim/article/download/9006/2695/33012>
- [16] A. Dolgui and D. Ivanov, "Ripple effect and supply chain disruption propagation: A systematic review and future research agenda," *International Journal of Production Research*, vol. 58, no. 13, pp. 4147–4164, 2020, doi: 10.1080/00207543.2020.1772735.
- [17] J. C. Fransoo and A. K. Kremer, "Forecasting and planning for supply chain resilience," *European Journal of Operational Research*, vol. 299, no. 2, pp. 401–412, 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2021.09.015.
- [18] R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, *Forecasting: Principles and Practice*, 3rd ed. Melbourne, Australia: OTexts, 2020.
- [19] S. Few, *Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring*, 2nd ed. Burlingame, CA, USA: Analytics Press, 2013.
- [20] H. Silva-Muñoz, "Evaluación de sistemas productivos," *Industrial Engineering Journal*, 2020.
- [21] R. Hernández-Sampieri and C. Mendoza, *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*, 7th ed. México: McGraw-Hill, 2021.
- [22] J. W. Tukey, *Exploratory Data Analysis*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1977.
- [23] D. A. Castillo-Cala, N. X. Muñoz-Zavala, and E. M. C. Gamarra-Gonzales, "Mejora en la gestión de abastecimiento, planeamiento y control de la producción a través de las herramientas JIT, MRP y MPS en una Mype dark kitchen," *Ingeniería Industrial*, vol. 46, pp. 83–103, 2024.
- [24] A. G. Milla-Alonso and J. G. Tamara-Bonifacio, "Implementación del MRP para mejorar la productividad en el área de operaciones de una empresa fundidora," Universidad César Vallejo, Repositorio Institucional, 2024.
- [25] K. Best, D. A. G. Vieira, and M. Kuhl, "The impacts of inventory record inaccuracy and cycle counting on distribution center performance," *Gestão & Produção*, vol. 29, p. e0822, 2022.
- [26] F. P. C. Tello and M. A. P. Asqui, "Análisis de la gestión logística y su impacto en el nivel de servicio al cliente (OTIF)," *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, vol. 22, no. 1, 2024.