



PROPUESTA DE MEJORA

EN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA PANIFICADORA DE MAR DEL PLATA

**TRABAJO FINAL DE LA CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Departamento de Ingeniería Industrial

Autores:

Bandiera,
Tomás



Emilio,
Marianella

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Autores:

Bandiera, Tomás

Emilio, Marianella

Evaluadores:

Directora:

Ing. Bounoure, Jacqueline Andrea

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Codirector:

Dr. Ing. Melian, Jose Isaac

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Estudio de trabajo	3
2.1.1. Cursograma sinóptico del proceso	4
2.1.2. Cursograma analítico	5
2.1.3. Diagrama de recorrido	7
2.1.4. Simbología	7
2.1.5. Distribución de planta	8
2.2. Principios de ergonomía.....	12
2.2.1. Principios de la economía de movimientos	13
2.3. Principios de manejo de materiales.....	15
2.4. Manufactura esbelta.....	15
2.4.1. Metodología 5S.....	15
2.5. Indicadores clave de rendimiento.....	17
3. DESARROLLO	19
3.1. La empresa	19
3.2. Relevamiento de la situación actual	20
3.2.1. Descripción del proceso.....	20
3.2.2. Proceso de elaboración del núcleo	27
3.2.3. Relevamiento de distribución en planta	29
3.2.4. Carros bandejeros	32
3.2.5. Documentación asociada.....	34
3.3. Diagnóstico de la situación actual	34
3.3.1. Desorden general en los espacios de trabajo	34
3.3.2. Falta de delimitación e identificación de sectores y materiales	35
3.3.3. Problemas en el traslado post-horneado	36
3.3.4. Problemas de ergonomía en el área de moldeado	37
3.3.5. Estudio del cuello de botella	38

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

3.3.6. Distribución y ergonomía en el laboratorio de núcleos	38
3.3.7. Distribución de planta	39
3.4. Propuestas de mejora	42
3.4.1. Rediseño del laboratorio	42
3.4.2. Ergonomía en la divisora volumétrica	46
3.4.3. Optimización del traslado post-horneado	47
3.4.4. Mejora en la aplicación de conservantes	48
3.4.5. Rediseño de transporte de carros bandejeros	49
3.4.6. Distribución en planta propuesta.....	52
3.5. Control	54
3.5.1. Tiempo promedio de preparación de un núcleo	55
3.5.2. Porcentaje de panes deformados	55
3.5.3. Cumplimiento del orden y delimitación.....	55
3.5.4. Frecuencia de medición.....	57
4. CONCLUSIÓN	58
5. BIBLIOGRAFÍA.....	60
6. ANEXO.....	62
6.1. Anexo 1: Producción mensual.....	62
6.2. Anexo 2: Cálculo de capacidad por etapa	63

Índice de Figuras

Figura 1: Pasos para la aplicación del estudio de métodos.....	3
Figura 2: Tipos de gráficos y diagramas para el estudio del trabajo.....	4
Figura 3: Ejemplo de cursograma sinóptico del montaje de un rotor de interruptor.....	5
Figura 4: Ejemplo de cursograma analítico del material para desmontaje, limpieza y desengrase de un motor	6
Figura 5: Ejemplo de diagrama de recorrido	7
Figura 6: Ejemplo de diagrama de relación de actividades	10
Figura 7: Ejemplo de hoja de trabajo	11
Figura 8: Ejemplo de diagrama adimensional de bloques	12

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Figura 9: Clasificaciones de movimientos	15
Figura 10: Metodología 5S	16
Figura 11: Modelo de planilla para auditoria 5S	17
Figura 12: Línea de productos	19
Figura 13: Cursograma sinóptico de pan de molde.....	24
Figura 14: Cursograma analítico del material para pan de molde	25
Figura 15: Capacidad productiva de la planta de pan de molde.....	26
Figura 16: Plano detallado del laboratorio.....	27
Figura 17: Cursograma analítico del operario dentro del laboratorio.....	28
Figura 18. Plano de planta	30
Figura 19: Diagrama de recorrido de pan de molde tamaño familiar.....	31
Figura 20: Cursograma analítico del carro bandejero	32
Figura 21: Diagrama de recorrido de carro bandejero.....	33
Figura 22: Desorden de carros bandejeros en área de moldeado	35
Figura 23: Falta de delimitación en el suelo en depósito de harina	36
Figura 24: Desnivel entre cintas a la salida del horno	36
Figura 25: Panes deformados a la entrada del área de enfriado.....	37
Figura 26: Diferencia de altura entre operario y divisora volumétrica.....	38
Figura 27: Diagrama de relación de actividades	39
Figura 28: Diagrama adimensional de bloques	41
Figura 29: Mesa elevadora hidráulica	43
Figura 30: Mesa de trabajo con canastos inclinados.....	43
Figura 31: Representación visual de redistribución del laboratorio	44
Figura 32: Cursograma propuesto de operarios en el laboratorio	45
Figura 33: Elevador de batea.....	46
Figura 34: Amasadora con batea extraíble.....	47
Figura 35: Cinta transportadora de banda curva.....	48
Figura 36: Capacidad de planta propuesta	48
Figura 37: Representación de cinta transportadora propuesta.....	49
Figura 38: Representación de la cinta transportadora propuesta para el traslado de carros.....	50
Figura 39: Diagrama de recorrido de carros bandejeros propuesto	51
Figura 40: Cursograma propuesto del movimiento de carros bandejeros	51
Figura 41: Distribución en planta propuesta.....	53
Figura 42: Diagrama de recorrido propuesto.....	54
Figura 43: Producción mensual de mayo	62

Índice de tablas

Tabla 1: Simbología para cursogramas	8
--	---

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una
panificadora de Mar del Plata

Tabla 2: Componentes del núcleo según variedad.....	21
Tabla 3: Documentación generada durante los procesos.....	34
Tabla 4: Hoja de trabajo	40
Tabla 5: Planilla de control de orden	56

Tabla de siglas

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

OIT: Organización Internacional del Trabajo

Resumen

El presente trabajo de fin de carrera se enfoca en el análisis y la optimización de los procesos productivos y la distribución en planta de una empresa panificadora industrial en Mar del Plata, especializada en la producción de pan de molde y pan de viena.

Para ello, se realizó un relevamiento del proceso productivo, identificando ineficiencias vinculadas al flujo de materiales, la disposición de áreas y los métodos de trabajo. Sobre la base de los principios de estudio del trabajo, manejo de materiales, manufactura esbelta y ergonomía, se elaboraron cursogramas sinópticos y analíticos, diagramas de recorrido y de relación de actividades que permitieron diagnosticar las causas de los problemas detectados.

Las principales propuestas incluyen el rediseño del laboratorio de núcleos, la mejora ergonómica en el área de moldeado, la optimización del traslado post-horneado, la duplicación de la línea de aplicación de conservantes y un nuevo diseño para el transporte y almacenamiento de carros bandejeros. Estas mejoras se integran en una nueva propuesta de distribución en planta que reduce las distancias de transporte y organiza el flujo de manera más eficiente. Finalmente, se definieron indicadores de control para evaluar el impacto de las acciones implementadas.

Los resultados esperados comprenden una reducción significativa de tiempos improductivos, una mejora en la calidad del producto final y una mayor seguridad para los operarios. A su vez, demuestran que la aplicación sistemática de herramientas de ingeniería industrial permite desarrollar propuestas viables y sostenibles que contribuyen a la mejora continua del desempeño productivo.

Palabras clave

Estudio del trabajo – Distribución en planta – Mejora de procesos – Manejo de materiales

1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de productos industrializados de panificación exige que las empresas del sector optimicen su productividad, reduzcan pérdidas y mejoren la eficiencia operativa a través de una adecuada gestión de procesos y una correcta distribución en planta. En este contexto, el presente trabajo se centra en el análisis y optimización de los procesos internos de una panificadora industrial marplatense, con el propósito de proponer mejoras que incrementen la eficiencia operativa y el aprovechamiento del espacio disponible.

La empresa se especializa en la producción de pan de molde y pan de viena. Su proceso productivo es de carácter semi continuo, combinando equipamiento automatizado en etapas clave con actividades manuales desarrolladas por los operarios. Durante el relevamiento inicial se identificaron ineficiencias en la disposición de las áreas de trabajo y en los métodos de ejecución de tareas, lo que genera tiempos improductivos, recorridos excesivos y acumulación de material en proceso. Estos factores impactan negativamente sobre la productividad global, la utilización del espacio y la ergonomía del personal.

El objetivo general del presente trabajo es desarrollar una propuesta de mejora a partir del análisis de la gestión de los procesos productivos y de la distribución en planta, con el fin de optimizar el flujo operativo, facilitar el manejo de materiales y rediseñar la disposición física.

Como objetivos específicos se establecen:

1. Realizar un relevamiento de la producción de panificados.
2. Analizar la distribución en planta actual con el fin de detectar oportunidades de mejora.
3. Diseñar propuestas de mejora para los procesos para las ineficiencias encontradas.
4. Identificar indicadores claves para la producción que permitan controlar las mejoras propuestas.

Metodológicamente, el trabajo se enmarca en una investigación aplicada del tipo descriptiva, orientada al análisis y comprensión de la situación actual del sistema productivo. Para ello, se recurrirá a observación directa y personal, así como entrevistas no estructuradas con el personal operativo, mandos medios y gerentes, junto con la revisión de documentación relevante vinculada a los procesos analizados.

Asimismo, se emplearon diversas herramientas de estudio del trabajo que permitieron identificar oportunidades de mejora y sustentar las propuestas desarrolladas. Entre ellas se destacan los cursogramas sinópticos y analíticos, los diagramas de recorrido y la aplicación de principios de ergonomía y distribución en planta, las cuales facilitaron el diagnóstico y la formulación de alternativas de optimización.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

En cuanto a la estructura del documento, una vez fijados los objetivos, el primer bloque presenta el marco teórico, donde se describen las herramientas conceptuales utilizadas para el análisis. En el segundo se expone el desarrollo que incluye la descripción de la empresa, un diagnóstico de la situación actual, análisis crítico y finalmente las propuestas de mejora. En el último bloque se exponen las conclusiones generales y recomendaciones para la implementación y seguimiento.

De este modo, el trabajo articula diagnóstico, análisis técnico y fundamentación metodológica como base para la formulación de propuestas orientadas a mejorar el desempeño integral de la planta productiva.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estudio de trabajo

La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1996) define al estudio del trabajo como el análisis sistemático de los métodos empleados para llevar a cabo las actividades, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y establecer estándares de desempeño para las tareas realizadas. Comprende varias técnicas y entre ellas se encuentra el estudio de métodos y el estudio de tiempos.

El estudio de métodos consiste en analizar y registrar de forma sistemática y crítica la manera en que se realizan las actividades, con el objetivo de implementar mejoras. Consiste en una aplicación metodológica de ocho pasos sobre el método que se quiere estudiar. Estos pasos son explicados en la Figura 1.

1 – <i>SELECCIONAR</i>	el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.
2 – <i>REGISTRAR</i>	por observación directa los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios.
3 – <i>EXAMINAR</i>	de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
4 – <i>ESTABLECER</i>	el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas concernidas.
5 – <i>EVALUAR</i>	las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método y el actual.
6 – <i>DEFINIR</i>	el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes pueda concernir (dirección, capataces y trabajadores).
7 – <i>IMPLANTAR</i>	el nuevo método como una práctica normal y formar a todas las personas que han de utilizarlo.
8 – <i>CONTROLAR</i>	la aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuados para evitar una vuelta al uso del método anterior.

Figura 1: Pasos para la aplicación del estudio de métodos
Fuente: Kanawaty (1996)

Una vez definido el trabajo que se ha de estudiar, se utilizan los gráficos y diagramas mostrados en la Figura 2 para registrar los hechos relevantes del trabajo. Existen dos grandes grupos:

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

1. Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala.
2. Los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

A. GRAFICOS	Que indican la SUCESION de los hechos Cursograma sinóptico del proceso Cursograma analítico del operario Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo o maquinaria Diagrama bimanual Cursograma administrativo
B. GRAFICOS	Con ESCALA DE TIEMPO Diagrama de actividades múltiples Simograma
C. DIAGRAMAS	Que indican MOVIMIENTO Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Ciclograma Cronociclograma Gráfico de trayectoria

Figura 2: Tipos de gráficos y diagramas para el estudio del trabajo
Fuente: Kanawaty (1996)

2.1.1. Cursograma sinóptico del proceso

La OIT describe el cursograma sinóptico como un gráfico que brinda una visión general del proceso, en el cual solo se representan las operaciones e inspecciones más relevantes. Se muestra un ejemplo en la Figura 3.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

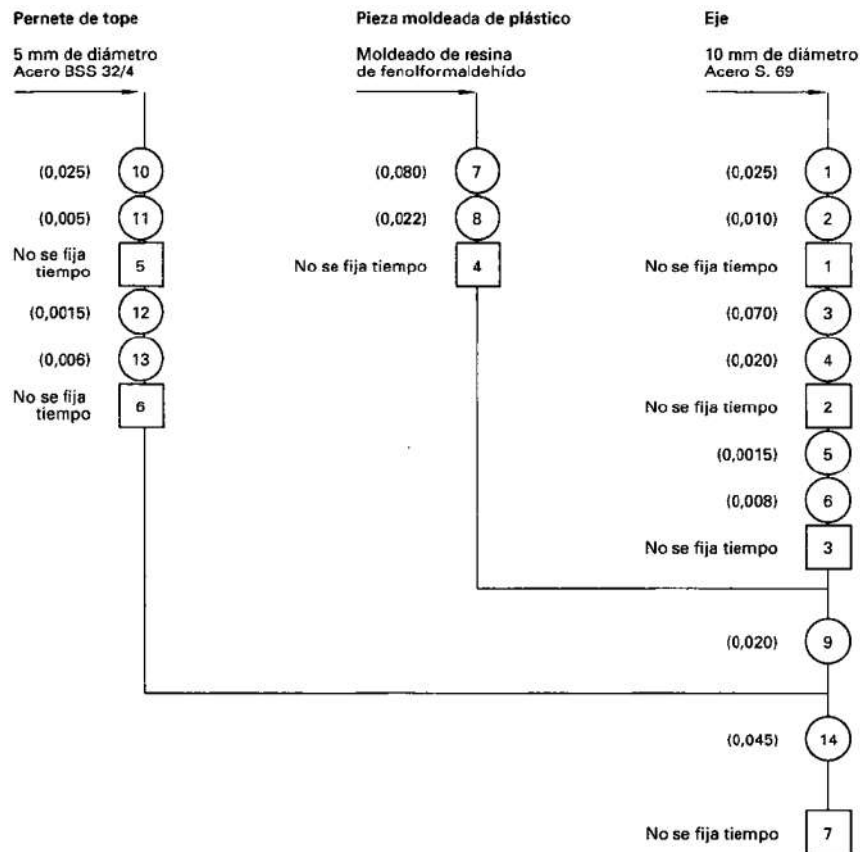


Figura 3: Ejemplo de cursograma sinóptico del montaje de un rotor de interruptor
Fuente: Kanawaty (1996)

2.1.2. Cursograma analítico

El cursograma analítico se elabora posteriormente al cursograma sinóptico con el propósito de profundizar en el estudio del trabajo. A diferencia del sinóptico, no solo contempla las operaciones e inspecciones, sino que también incorpora los transportes, las esperas y los almacenamientos, ofreciendo así un mayor nivel de detalle del proceso analizado. Existen tres tipos de cursogramas analíticos.

2.1.2.1. Cursograma analítico del material

Es un diagrama, como el que se muestra en la Figura 4, en donde se registra de manera detallada cómo se manipula, desplaza o trata el material a lo largo de todo el proceso productivo. Este tipo de cursograma permite visualizar con claridad el recorrido que sigue la materia prima o el producto en elaboración.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo			
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen			
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Motores de autobús usados		Operación	4		
Actividad:		Transporte	21		
Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección		Espera	3		
Método: Actual/Propuesto		Inspección	1		
Lugar: Taller de desengrase		Almacenamiento	1		
Operario(s):	Ficha núm. 1234	Distancia (m)	237,5		
Compuesto:	Fecha:	Tiempo (min.-hombre)	—	—	—
Aprobado por:	Fecha:	Costo	—		
		Mano de obra	—		
		Material	—		
		Total	—	—	—
Descripción	Can-tidad	Dis-tancia (m)	Tiem-po (min.)	Símbolo	Observaciones
En almacén de motores usados	1	—	—		
Motor recogido					Con grúa eléctrica
Transportado hasta grúa siguiente		24			Con grúa eléctrica
Descargado en tierra					
Recogido					Con grúa eléctrica
Transportado hasta taller de desmontaje		30			Con grúa eléctrica
Descargado en tierra					
Desmontado					
Piezas principales limpiadas y extendidas					
Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado					
Piezas llevadas a jaula de desengrase		3			
Cargadas para llevar a desengrasar					
Transportadas hasta desengrasadora		1,5			Con grúa de mano
Descargadas en desengrasadora					
Desengrasadas					
Sacadas de desengrasadora					Con grúa de mano
Transportadas desde desengrasadora		6			Con grúa de mano
Descargadas en tierra					
Dejadas enfriar					
Transportadas hasta bancos de limpieza		12			A mano
Limpiadas a fondo					
Colocadas ya limpias en una caja		9			A mano
Esperar transporte					
Cargadas en carrillo las piezas salvo bloque y culetas de cilindros					
Transportadas hasta departamento de inspección de motores		76			En carrillo
Descargadas y extendidas en mesa de inspección					
Bloque y culetas de cilindros cargados en carrillo					
Transportados hasta departamento de inspección de motores		76			En carrillo
Descargados en tierra					
Depositados provisionalmente en espera de inspección					

Figura 4: Ejemplo de cursograma analítico del material para desmontaje, limpieza y desengrase de un motor
Fuente: Kanawaty (1996)

2.1.2.2. Cursograma analítico del operario

Similar al diagrama de recorrido, este diagrama representa de manera secuencial las actividades realizadas por la persona que interviene en el proceso. Permite identificar el tipo de tareas que ejecuta, el tiempo que demanda cada una y la relación entre operaciones, inspecciones y períodos de espera.

2.1.2.3. Cursograma analítico del equipo

Finalmente, este diagrama refleja cómo se utiliza un equipo o máquina a lo largo del proceso, indicando las etapas en las que está en funcionamiento, en espera o inactivo.

2.1.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido, presentado en la Figura 5, es una representación gráfica del flujo de materiales, personas o información dentro de un proceso productivo o de servicio. Se superpone generalmente sobre el plano de la planta o del área de trabajo y surge del cursograma analítico previamente elaborado. Permite visualizar la secuencia de desplazamientos, identificando la distancia recorrida, la frecuencia de los movimientos y los puntos de inicio y destino.

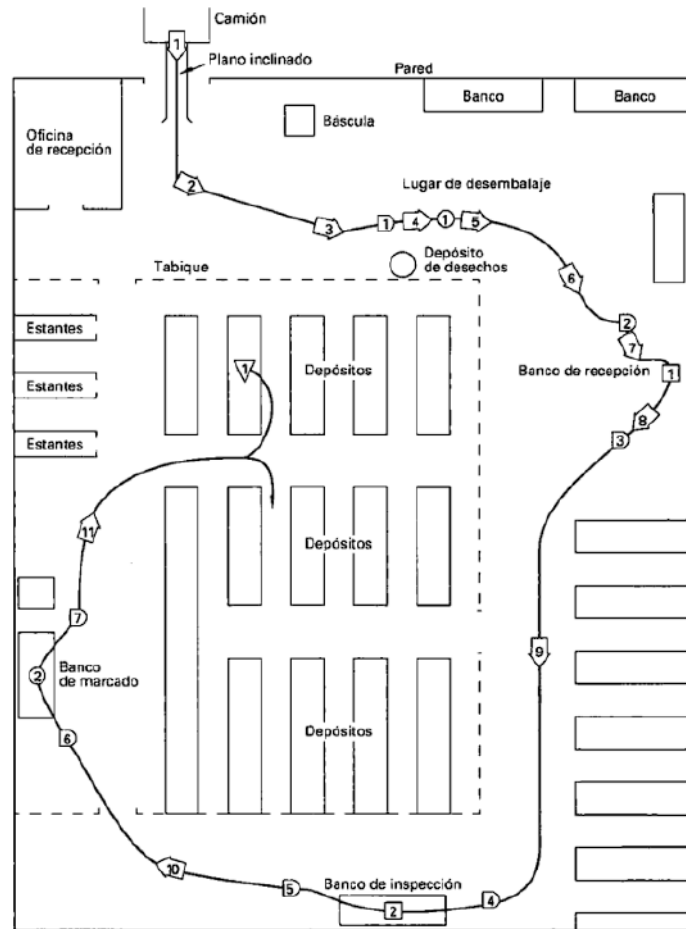


Figura 5: Ejemplo de diagrama de recorrido
Fuente: Kanawaty (1996)

2.1.4. Simbología

Para la elaboración de cursogramas se emplea un conjunto de símbolos normalizados que permiten representar de manera gráfica y uniforme las distintas actividades de un proceso. Cada símbolo tiene un significado específico, lo que facilita la interpretación del diagrama y asegura la claridad en la comunicación del método o procedimiento. Estos son:

- 1. Operación:** se representa mediante un círculo, e indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
- 2. Inspección:** mediante un cuadrado, indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.
- 3. Transporte:** se representa mediante una flecha e indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
- 4. Depósito provisional o espera:** mediante un semicírculo, indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
- 5. Almacenamiento permanente:** con un triángulo invertido se representa el depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
- 6. Actividades combinadas.** Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades.

Tarea	Operación	Inspección	Transporte	Espera	Almacenamiento	Combinada
Símbolo	○	□	⇒	D	▽	◻

Tabla 1: Simbología para cursogramas
Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Distribución de planta

La distribución en planta puede seguir diferentes criterios según las características del producto, el volumen de producción y el grado de flexibilidad requerido. Meyers y Stephens (2006) establecen dos enfoques clásicos sobre los tipos de distribución: orientada al producto y orientada al proceso. La primera se organiza en torno al flujo lineal de los materiales, alineando los equipos y operaciones de acuerdo con la secuencia de fabricación, lo que la hace ideal para producciones estandarizadas y de alto volumen. La segunda, en cambio, agrupa los recursos por tipo de operación o función, ofreciendo mayor flexibilidad para elaborar productos variados, aunque con recorridos más largos y complejos. La elección entre ambos esquemas impacta directamente en la eficiencia, los costos operativos, los niveles de inventario y la capacidad de respuesta a la demanda.

2.1.5.1. Diagrama de relación de actividades

El diagrama de relación de actividades es una herramienta que permite representar gráficamente el grado de cercanía o vinculación deseada entre las distintas áreas, departamentos o procesos de una planta. Su objetivo principal es facilitar la distribución física, asegurando que aquellos sectores con mayor interacción se ubiquen próximos entre sí, mientras que los de baja o nula relación puedan colocarse más alejados. En la Figura 6, se muestra un ejemplo.

Este diagrama utiliza una matriz en la que se disponen las actividades o áreas a relacionar y se evalúan con los siguientes códigos de proximidad:

- **A (Absolutamente necesario):** se asigna esta categoría a aquellas actividades cuya proximidad física es indispensable para el correcto funcionamiento del proceso. En estos casos, el flujo de materiales es elevado y frecuente, por lo que su separación implicaría demoras, aumentos de costos o ineficiencias significativas.
- **E (Especialmente necesario):** se emplea para relaciones donde la cercanía facilita la coordinación o el suministro entre actividades, aunque no sea imprescindible que estén contiguas.
- **I / O (Importante / Ordinario):** se utilizan estas categorías para actividades cuya proximidad es deseable a fin de mantener un flujo adecuado y evitar posibles interferencias, pero cuya separación no constituye un impedimento severo para el proceso.
- **U (Sin importancia):** se asigna a pares de actividades entre las cuales no existe una relación significativa en términos de flujo o interacción. La ubicación relativa de estas áreas no impacta en la operatividad general, por lo que pueden emplazarse de manera independiente.
- **X (Indeseable):** esta categoría se reserva para actividades que, por su naturaleza, no deben ubicarse contiguas, ya sea por riesgo de contaminación, interferencias operativas o incompatibilidad funcional. Para establecimientos alimenticios, el Reglamento Técnico Mercosur sobre los Requisitos Generales de Establecimientos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos, incorporado al Código Alimentario Argentino, establece que: “los edificios e instalaciones deberán ser de tal manera que permitan separar, por partición, ubicación y otros medios eficaces, las operaciones susceptibles de causar contaminación cruzada” (Reglamento Técnico MERCOSUR, 1997, art. 4.1.3.5).

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

De esta forma, se obtiene un criterio sistemático que orienta la propuesta de distribución en planta, sustentado en las relaciones funcionales del proceso.

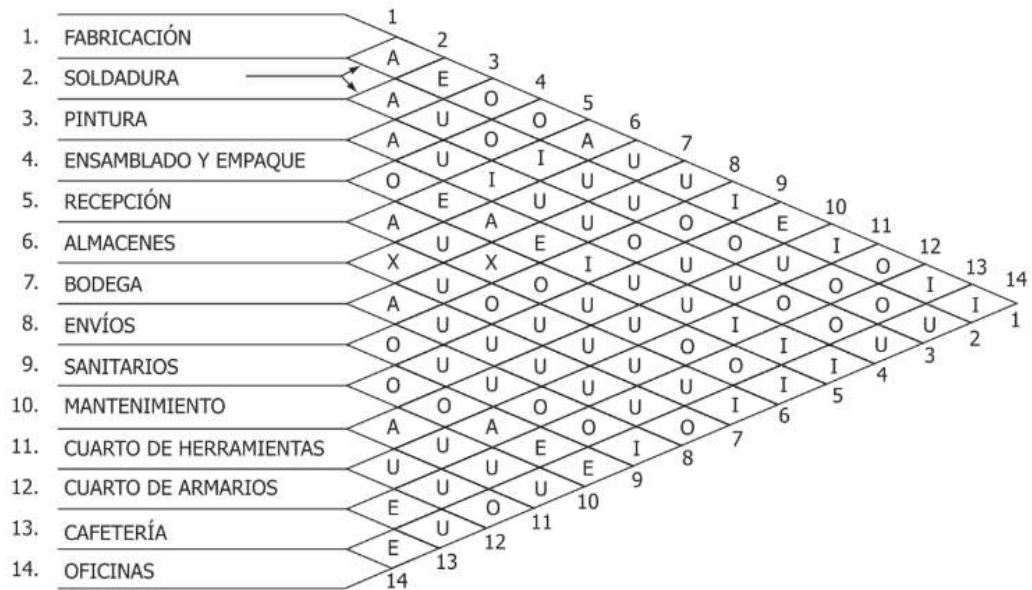


Figura 6: Ejemplo de diagrama de relación de actividades
Fuente: Fred E. Meyers & Matthew P. Stephens (2006)

2.1.5.2. Hoja de trabajo

La hoja de trabajo, como la que se observa en la Figura 7, es un instrumento complementario al diagrama de relación de actividades, que permite organizar y documentar de manera estructurada la información necesaria para justificar una distribución en planta. A través de esta herramienta se registran las áreas consideradas, las dimensiones físicas, las relaciones de cercanía entre ellas y los motivos que sustentan cada calificación.

El formato de la hoja de trabajo consiste en una tabla donde se enumeran las áreas a analizar y se consignan los códigos de relación, junto con la justificación correspondiente. De esta forma, se obtiene un soporte objetivo y ordenado para el diseño del layout, asegurando la trazabilidad de las decisiones tomadas en el proceso de planificación.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

<i>Actividades</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>I</i>	<i>O</i>	<i>U</i>	<i>X</i>
1. Fabricación	2, 6	3, 10	9, 11, 13, 14	4, 5, 12	7, 8	
2. Soldadura	1, 3		6	9, 10, 12, 13, 5	7, 8, 4, 11, 14	
3. Pintura	2, 4	1	6	12, 13, 9	5, 7, 8, 10, 11, 14	
4. Ensamblado y empaque	3, 7	6, 8	9, 12, 13, 14	1, 5	2, 10, 11	
5. Recepción	6		14	4, 2, 1, 9, 12, 13	3, 7, 10, 11	8
6. Almacenes	5, 1	4	3, 2, 14	9	8, 10, 11, 12, 13	7
7. Bodega	4, 8			14	5, 3, 2, 1, 9, 10, 11, 12, 13	6
8. Envíos	7	4	14	9, 12, 13	6, 3, 2, 1, 10, 11	5
9. Sanitarios	12	13, 14	4, 1	8, 6, 5, 11, 3, 2, 10	7	
10. Mantenimiento	11	1		9, 2	8, 7, 6, 5, 4, 3, 12, 13, 14	
11. Cuarto de herramientas	10		1	9, 14	8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 12, 13	
12. Cuarto de armarios	9	13	4	8, 5, 3, 2, 1	11, 10, 7, 6, 14	
13. Cafetería		14, 12, 9	4, 1	8, 5, 3, 2	10, 11, 7, 6	
14. Oficina		13, 9	8, 6, 5, 4, 1	11, 7	12, 10, 2, 3	

Figura 7: Ejemplo de hoja de trabajo
Fuente: Fred E. Meyers & Matthew P. Stephens (2006)

2.1.5.3. Diagrama adimensional de bloques

Según Meyers y Stephens (2006), el diagrama adimensional de bloques es “el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades y la hoja de trabajo.” El diagrama adimensional de bloques es una representación esquemática de la planta en la que se ubican las áreas o departamentos en forma de bloques, sin utilizar aún medidas reales. El propósito es traducir las relaciones de cercanía obtenidas del diagrama de actividades en una primera visualización espacial, que permita explorar alternativas de distribución de manera flexible.

En este diagrama se utilizan bloques, como los que se muestran en la Figura 8, que simbolizan las áreas, y su tamaño es relativo, no proporcional a las dimensiones físicas reales. Lo esencial es reflejar la proximidad deseada entre sectores y la secuencia lógica del flujo de materiales. Una vez definido, el diagrama sirve como base para elaborar propuestas de distribución a escala real.

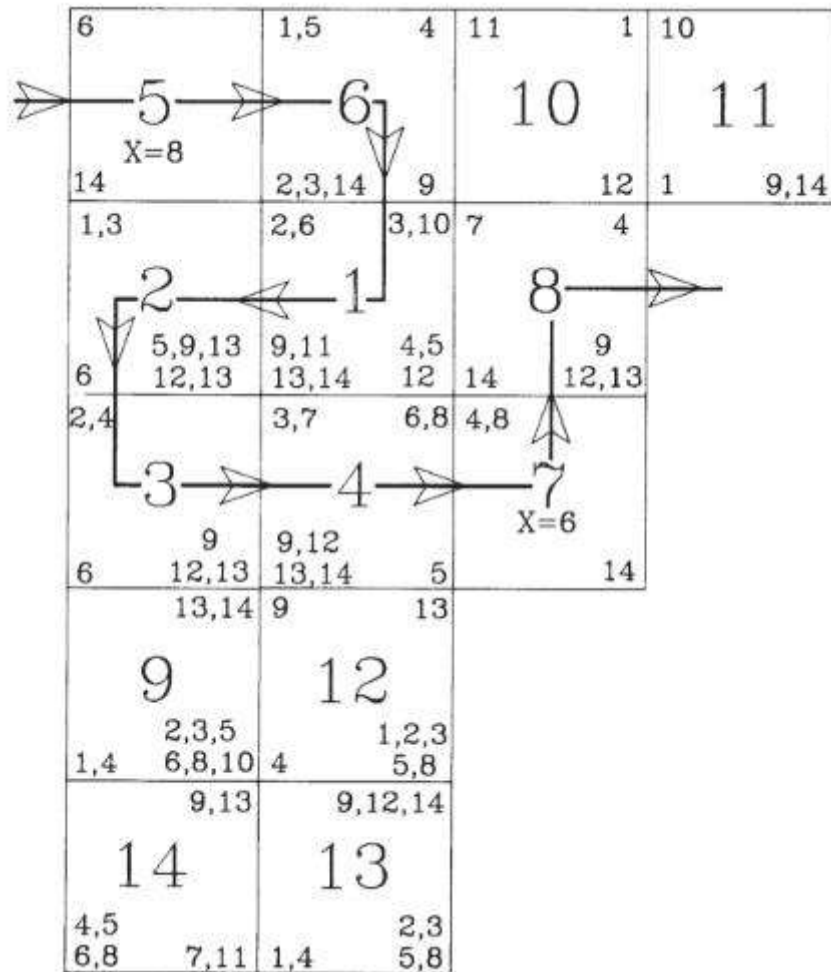


Figura 8: Ejemplo de diagrama adimensional de bloques
Fuente: Fred E. Meyers & Matthew P. Stephens (2006)

El diagrama adimensional de bloques permite realizar un análisis de flujo. De este modo, se verifica que el flujo de materiales siga una secuencia lógica y continua, evitando cruces o recorridos que atravesen áreas ajenas al proceso. El análisis asegura que las relaciones críticas entre sectores se mantengan conforme a lo establecido en el diagrama de actividades, y que la disposición planteada en el diseño conserve coherencia con el flujo productivo.

2.2. Principios de ergonomía

La ergonomía es la disciplina que estudia la integración del trabajador con su entorno, buscando diseñar estaciones de trabajo que se adapten a la persona en lugar de forzar al individuo a adaptarse a la tarea. En este sentido, los principios de ergonomía y economía de movimientos constituyen lineamientos fundamentales para reducir esfuerzos innecesarios, prevenir lesiones y mejorar la eficiencia en la ejecución de actividades productivas.

2.2.1. Principios de la economía de movimientos

Los seis principios para el diseño de estaciones de trabajo más seguras, eficientes y eficaces según Meyers y Stephens (2006) son:

- Principio 1: Movimientos de la mano. Los movimientos manuales deben eliminarse en la medida de lo posible o ser sustituidos por dispositivos mecánicos. Cuando sean necesarios, las manos deben operar de forma simultánea y en direcciones opuestas, funcionando como imágenes en espejo. También se recomienda que ambas manos se mantengan activas de manera equilibrada, evitando que una quede limitada a tareas pasivas como la sujeción de piezas. Asimismo, las herramientas y materiales de uso frecuente deben estar próximos al punto de empleo, minimizando desplazamientos y esfuerzos.
- Principio 2: Tipos básicos de movimiento. Se distinguen tres tipos de movimientos: balísticos, controlados y continuos. Los movimientos balísticos son rápidos y naturales, como lanzar una pieza hacia un contenedor, y deben ser estimulados por su eficiencia. En cambio, los movimientos controlados, como colocar con cuidado una pieza, son costosos y fatigantes, por lo que conviene evitarlos siempre que sea posible. Finalmente, los movimientos continuos, curvos y fluidos, resultan más naturales y seguros que los rectilíneos, los cuales tienden a generar interrupciones y sobreesfuerzos.
- Principio 3: Ubicación de partes y herramientas. Todas las piezas y herramientas deben contar con una ubicación fija y cercana al punto de uso. Esta disposición favorece la formación de hábitos, acelera el aprendizaje y reduce los tiempos de búsqueda. La proximidad de los elementos también debe considerar su peso y frecuencia de utilización: cuanto más pesado y frecuente sea el material, más cerca debe encontrarse del operador.
- Principio 4: Liberar las manos de tanto trabajo como sea posible. Las manos representan el recurso más costoso en una estación de trabajo, por lo que deben liberarse de tareas de sujeción o transporte siempre que sea posible. Para ello se emplean accesorios, dispositivos de fijación o controles accionados con el pie que permitan al trabajador utilizar ambas manos simultáneamente en actividades productivas.
- Principio 5: Aprovechamiento de la gravedad. La gravedad constituye una fuente de energía gratuita que puede emplearse para acercar piezas al operador o desplazar productos terminados fuera de la estación. El uso de planos inclinados, tolvas o rampas permite reducir esfuerzos, disminuir tiempos de alcance y agilizar el flujo de materiales entre operaciones.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

- Principio 6: Seguridad y salud del operario. El diseño de la estación de trabajo debe priorizar la seguridad y la salud, eliminando posturas forzadas, giros excesivos o movimientos innecesarios. La altura de trabajo ideal corresponde a la de los codos, con ajustes de acuerdo con el tipo de tarea, fina, normal o pesada. Además, deben considerarse factores como la iluminación adecuada, la posibilidad de alternar entre trabajo sentado y de pie, el espacio mínimo de circulación y la ergonomía del mobiliario utilizado.

Desde una perspectiva complementaria, la OIT propone su propio conjunto de principios de economía de movimientos, que constituyen la base para el análisis ergonómico del trabajo manual. Dentro de este enfoque, los principios se dividen en tres grupos principales: utilización del cuerpo humano, distribución del lugar de trabajo y diseño de máquinas y herramientas.

El primero hace referencia a la coordinación de los movimientos de las manos, brazos y cuerpo, procurando que ambas manos trabajen simultáneamente, evitando períodos de inactividad y favoreciendo movimientos curvos y rítmicos frente a los bruscos o rectilíneos.

El segundo grupo se orienta al ordenamiento del espacio físico, con la premisa de asignar un lugar definido para herramientas y materiales, ubicándolos siempre dentro del área de alcance normal del operario.

El tercero considera aspectos de diseño de los equipos, promoviendo el uso de dispositivos de sujeción y herramientas adaptadas para reducir esfuerzos innecesarios y optimizar la manipulación.

Un aspecto central de esta metodología es la clasificación de movimientos. Esta se fundamenta en la parte del cuerpo que actúa como punto de apoyo, diferenciando cinco clases: desde los movimientos más simples de los dedos hasta los que involucran el tronco completo. Cuanto más baja es la clase, menor es la cantidad de partes del cuerpo implicadas y, en consecuencia, menor el esfuerzo requerido. Así, disponer el puesto de trabajo de forma que las tareas se realicen mayormente con movimientos de clase 1 o 2 permite ahorrar tiempo y reducir la fatiga acumulada del trabajador. La Figura 9 sintetiza esta jerarquía.

Clase	Punto de apoyo	Partes del cuerpo empleadas
1	Nudillos	Dedo
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos

Figura 9: Clasificaciones de movimientos
Fuente: Kanawaty (1996)

2.3. Principios de manejo de materiales

El manejo de materiales se define como la función que asegura que el material correcto llegue al lugar indicado, en el momento preciso, en la cantidad adecuada, en secuencia y en las condiciones apropiadas para minimizar los costos de producción. El concepto puede analizarse en cinco dimensiones principales: movimiento, cantidad, tiempo, espacio y control. El movimiento se refiere al transporte real de materiales entre puntos, priorizando la eficiencia y la seguridad. La cantidad condiciona el tipo de equipo utilizado y los costos asociados. La dimensión temporal considera la rapidez de traslado y su impacto en inventarios y tiempos de ciclo. El espacio está vinculado al almacenamiento y circulación de equipos y materiales. Finalmente, la dimensión de control engloba el seguimiento, identificación y gestión del inventario.

2.4. Manufactura esbelta

El concepto de manufactura esbelta, o más conocido como *Lean Manufacturing*, consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios, definidos éstos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

2.4.1. Metodología 5S

La metodología 5S, representada en la Figura 10, es una técnica de origen japonés utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo. Su nombre proviene de cinco palabras japonesas que comienzan con la letra S: *Seiri* (Clasificación), *Seiton* (Orden), *Seiso* (Limpieza), *Seiketsu* (Estandarización) y *Shitsuke* (Disciplina o Sostenimiento). La aplicación de esta metodología busca optimizar los procesos productivos, reducir desperdicios, mejorar

la seguridad y fomentar hábitos de trabajo organizados y sostenibles, generando un entorno más eficiente y seguro.



Figura 10: Metodología 5S
Fuente: Tomé B. A.; Cabodevila P; Rubio M. A. (2018)

2.4.1.1. Auditoría 5S

La auditoría 5S es un examen crítico, sistemático y detallado de aspectos a evaluar con criterios definidos para tal fin, que puede repetirse periódicamente con la intención de hacer un seguimiento de los indicadores, revisar la evolución del programa y definir nuevas acciones de mejora. Un modelo de dicha planilla se presenta en la Figura 11.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

• Empresa:	• Tipo de trabajo que se realiza en el sector:	Fecha:	
• Área:	• Personal Involucrado:	Puntaje Anterior:	
• Responsable del sector:	• Metros cuadrados (x amb):		

5s	Nº	Ítem a Evaluar	Valor Asignado					
			1	2	3	4	5	
1º s - Seleccionar	GENERALES	1	¿Todas las máquinas y equipos son necesarios? ¿Están operables?					
	2	¿Hay materiales obsoletos o productos innecesarios? ¿Son descartables?						
	3	¿Hay documentación compartida en el sector?¿Se utiliza con frecuencia?						
	4	¿Se encuentran elementos que debieran pertenecer a otro sector?						
	Puntaje Total (Max 20 puntos)							
2º s - Orden	PUESTOS DEL	1	¿Existen objetos innecesarios, chatarra y/o basura en el lugar de trabajo?					
	2	¿Sobre las mesas de trabajo hay cosas innecesarias?						
	3	¿Existen en el puesto de trabajo, las herramientas que se necesitan?						
	4	¿Hay objetos afectando las áreas de circulación?						
	Puntaje Total (Max 20 puntos)							
3º s - Limpieza	GENERALES	1	¿Se encuentran ordenados los cables y mangueras?					
	2	¿Es fácil identificar y ubicar los elementos de seguridad?						
	3	¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para las indicaciones?						
	4	¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?						
	Puntaje Total (Max 20 puntos)							
4º s - Mantenimiento	PUESTOS DEL	5	¿Cómo es la ubicación y devolución de herramientas, materiales y equipos?					
	6	¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos?						
	7	¿Hay objetos sobre armarios y equipos?						
	8	¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen sectorizaciones?						
	Puntaje Total (Max 20 puntos)							

Figura 11: Modelo de planilla para auditoria 5S
Fuente: Tomé B. A.; Cabodevila P; Rubio M. A. (2018)

2.5. Indicadores clave de rendimiento

Según Kaplan y Norton (1996) los indicadores clave de rendimiento son métricas esenciales para traducir los objetivos estratégicos en resultados medibles. No se limitan al análisis financiero, sino que se estructuran en cuatro dimensiones interrelacionadas: financiera, clientes, procesos internos, y aprendizaje y crecimiento. Esta integración permite evaluar tanto el desempeño actual como la capacidad de la organización para sostener resultados en el tiempo.

Se destaca que los indicadores deben vincularse directamente con los factores críticos de éxito de la organización, reflejar relaciones causa-efecto entre procesos y resultados, y proporcionar información oportuna para la toma de decisiones. Los indicadores operativos, como tiempos de ciclo, calidad del producto o productividad, se consideran determinantes porque actúan como precursores del desempeño financiero. Su seguimiento sistemático

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

permite identificar cuellos de botella, verificar el uso de la capacidad instalada y evaluar el grado de cumplimiento de estándares operativos.

Se enfatiza en que un sistema de medición basado en indicadores clave debe cumplir tres condiciones fundamentales: relevancia estratégica, capacidad de seguimiento periódico y posibilidad de intervenir sobre las variables medidas. Para que un indicador sea válido y funcional debe contar con ciertas características:

- Ser medible: debe expresarse en una unidad cuantitativa que permita comparaciones en el tiempo.
- Contar con una fórmula definida: debe especificarse cómo se calcula y qué variables lo componen.
- Tener una frecuencia de medición asignada: diaria, semanal, por turno, mensual u otra, según el proceso que representa.
- Establecer una meta o valor de referencia: permite evaluar el desempeño y detectar desvíos.
- Definir la fuente de datos: indica de dónde se obtiene la información para garantizar consistencia.
- Vincularse a un proceso o etapa específica: facilita la interpretación y la toma de acciones correctivas.

3. DESARROLLO

3.1. La empresa

El presente trabajo se desarrolla en una empresa del rubro alimenticio, fundada en el año 2015, que tiene sede en el Parque Industrial General Savio de la ciudad de Mar del Plata. Se especializa en la producción de panificados industriales, elaborados mediante procesos que combinan trabajo artesanal con tecnología semiautomatizada.

La empresa se define con un fuerte carácter familiar y un enfoque en la salud y el bienestar del consumidor. Compuesta por más de 80 personas entre ellas vendedores, administrativos, personal de fábrica y repartidores. Su propuesta de valor se sustenta en la elaboración de productos artesanales con ingredientes saludables y variedad de presentaciones. Su propósito es consolidarse como referente local en panificados de calidad, respetando los estándares nutricionales y ofreciendo opciones saludables.

Actualmente, la empresa opera dos líneas principales de productos: pan de molde y pan de viena, que incluyen una amplia variedad de presentaciones adaptadas a las preferencias del mercado. En la Figura 12, se presentan todas sus variedades, en sabores y formatos. Dado que el volumen de producción de la línea viena corresponde a menos de 25% de la producción total mensual, esta no será considerada para su estudio. Se puede ver en el "Anexo 1: Producción mensual" la justificación del dato.

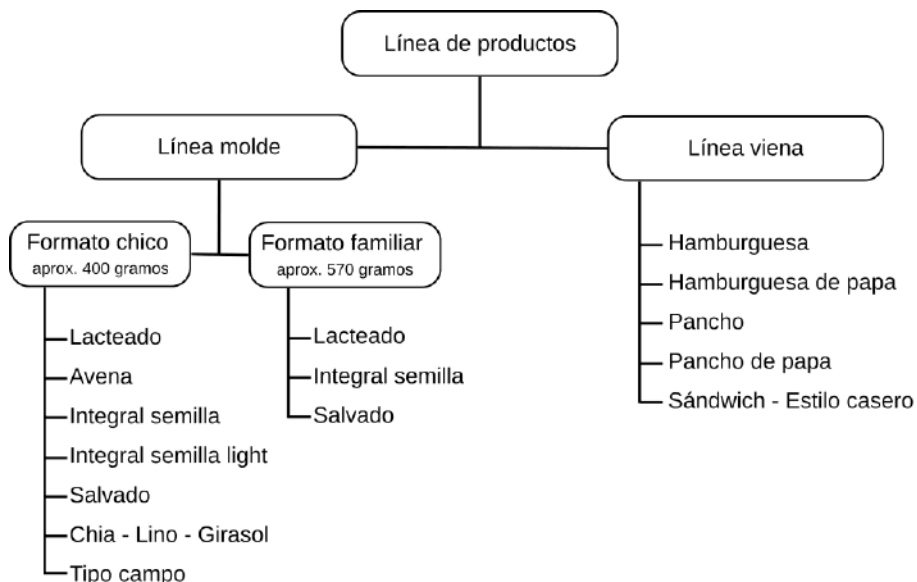


Figura 12: Línea de productos
Fuente: Elaboración propia

La producción se organiza en tres turnos al día y bajo un sistema de fabricación por lotes, lo cual le permite a la empresa alcanzar altos volúmenes de elaboración manteniendo estándares consistentes con las buenas prácticas de manufactura.

En términos logísticos, la empresa atiende dos tipos de mercado diferenciados: el mercado local, correspondiente a la ciudad de Mar del Plata, y el mercado regional, que comprende diez localidades del interior de la provincia de Buenos Aires. La diferenciación se establece por la distancia geográfica y, en consecuencia, por la frecuencia de atención: mientras que el mercado local es abastecido diariamente, las entregas al mercado regional se programan con menor frecuencia, de acuerdo con la demanda de cada zona.

3.2. Relevamiento de la situación actual

Para llevar adelante el relevamiento de la planta industrial se llevó adelante una investigación aplicada del tipo descriptiva.

Para ello, en primer lugar, se efectuaron visitas y recorridos por las instalaciones junto al encargado general, lo que permitió obtener una visión integral del proceso productivo. Posteriormente, se llevaron a cabo entrevistas con los responsables de producción y del laboratorio, así como con los operarios, con el objetivo de relevar las problemáticas y particularidades propias del trabajo cotidiano. Finalmente, se analizó documentación interna de la empresa que complementó la información obtenida durante las entrevistas y la observación en planta.

3.2.1. Descripción del proceso

La planificación de la producción se realiza de forma diaria, en función de la cantidad de producto terminado disponible en los almacenes. Esta tarea está a cargo del supervisor de producción del turno mañana, quien lleva a cabo un relevamiento visual del stock disponible por variedad de panificados. A partir de esta observación, y de su conocimiento basado en la experiencia sobre la rotación de productos, determina las cantidades que deberán producirse durante la jornada. Esta tarea no cuenta con datos de demanda histórica, un análisis de demanda proyectada ni con información formal asociada a la planificación de ventas.

Actualmente, la tarea de emisión de la orden de fabricación se realiza de manera manual y no estandarizada: el supervisor registra la planificación del día en una hoja de papel, sin el respaldo de un documento formal. No existe un registro sistematizado del stock ni un canal formal que integre los pedidos, las entregas comprometidas o las proyecciones de demanda.

La preparación de los pedidos para las entregas se realiza priorizando la rotación según la antigüedad. Los productos con menor tiempo de almacenamiento son destinados a los envíos

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

de mayor distancia, como los despachos hacia fuera de la ciudad de Mar del Plata, mientras que los panificados con mayor tiempo en el almacén se asignan a la distribución local.

La producción del pan de molde comienza en el laboratorio con la preparación del núcleo: mezclas de proporciones calculadas de ingredientes y aditivos necesarios para la activación y conservación del pan, con los agregados pertinentes de cada variedad. Los núcleos, ya embolsados, son colocados en pallets donde se los identifica con el tipo de variedad y la fecha de preparación.

En la Tabla 2, se muestran los componentes de cada núcleo según el tipo de producto. Para preservar la confidencialidad, se muestra una codificación genérica para sus ingredientes y aditivos.

Variedad		Ingrediente								Aditivo					
		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Molde	Lacteado		X	X		X			X	X	X	X		X	
	Lacteado familiar	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	
	Avena			X	X	X		X	X	X	X	X		X	X
	Integral semilla			X	X	X			X	X	X	X		X	X
	Integral semilla familiar	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
	Integral semilla sin sal (light)	X		X	X				X	X	X	X	X	X	
	Salvado			X	X	X			X	X	X	X		X	X
	Salvado Familiar			X	X	X			X	X	X	X		X	
	Chia - Lino - Girasol			X	X	X			X	X	X	X		X	X
	Tipo campo			X		X			X	X	X			X	

Tabla 2: Componentes del núcleo según variedad
Fuente: Elaboración personal

Al inicio de cada turno, las materias primas necesarias —harina, aceite y núcleos— son retiradas de los distintos almacenes por el personal operativo y son trasladadas a un sector adyacente al área de producción, el cual funciona como depósito temporal.

La preparación de la masa es iniciada con la incorporación del núcleo y otros ingredientes en la amasadora, de acuerdo con la planificación de producción definida para la jornada. La mezcla es amasada durante un tiempo aproximado de 20 minutos, dependiendo de las condiciones ambientales, la calidad de la materia prima y la variedad a producir. Con el fin de alcanzar la consistencia requerida, durante este proceso, el operario a cargo controla el desarrollo del gluten de la masa y corrige la mezcla en caso de que lo considere necesario. Para llevar a cabo la operación de amasado, la empresa posee cuatro amasadoras marca IMEPA modelo AM 170, con una capacidad de hasta 100 kg de harina y 170 kg de masa total.

La producción continúa en el formado y moldeado, donde se particiona la mezcla, ya homogeneizada, en porciones individuales que luego son moldeadas. Para esta operación, la empresa cuenta con dos líneas de formado y moldeado en las cuales el equipamiento central es una divisora marca ARGENTAL modelo DB1000, y otra del mismo proveedor, pero modelo

DB800. La diferencia entre ambas máquinas radica en los gramos máximos del bollo final de entre 100-1000 gramos la primera y 80-800 gramos en la segunda. La primera se encuentra en funcionamiento durante la operación habitual, mientras que la segunda permanece en condición de respaldo, destinada a intervenir en caso de trabas o fallos en la divisora principal. Estas fallas son frecuentes debido a que los equipos utilizados corresponden a maquinaria de panadería de uso convencional y no a equipos de grado industrial.

Durante la etapa de moldeado, se realiza una inspección visual de los bollos con el objetivo de verificar su forma y conformidad con el estándar del producto. Si no cumple, el bollo se reprocesa. Posteriormente, son cargados uno a uno en moldes. Para productos como el pan con semillas o integral, previamente se realiza la decoración superficial, aplicando los ingredientes adicionales manualmente. Luego los moldes se colocan sobre bandejas que, a su vez, se organizan en carros bandejeros para su traslado. —

A medida que los carros se completan, son trasladados al área de fermentación, donde son ubicadas siguiendo el criterio *first in first out* de primero en entrar, primero en salir. La fermentadora se encuentra en funcionamiento continuo durante toda la jornada. La apertura y cierre constante de la cámara no permite conservar de forma estable las condiciones internas de temperatura y humedad y, por ello, se ha optado por sobredimensionar ambos parámetros. Este ajuste en los parámetros de operación permite alimentar de forma continua al horno, en función del ritmo de producción. El tiempo total de permanencia en esta etapa puede variar entre 60 y 180 minutos, según el tipo de producto, las condiciones ambientales, la época del año y el comportamiento térmico de la cámara.

Los bollos, una vez fermentados, continúan su recorrido hacia el sector de horneado, donde se cocinan en un horno de producción lineal marca Fornisud de 35 metros de largo, que es precalentado 30 minutos. La decisión de enviar los moldes al horno es tomada por el operario, mediante una verificación visual de la altura alcanzada por el pan dentro del molde, que actúa como criterio práctico para determinar el punto de fermentación adecuado. Los operarios descargan los moldes de los carros bandejeros y son colocados en la cinta transportadora que atraviesa el horno. Los panes se cocinan aproximadamente 25 minutos dependiendo la variedad.

Finalizada la cocción, los productos son desmoldados manualmente y colocados sobre una cinta transportadora que los dirige hacia el área de enfriado. Al realizar el desmolde, el operario realiza una inspección visual del color del pan y, en caso de no cumplir, lo descarta. Una vez recibido en el área de enfriado, los panes son ubicados en canastos plásticos que se apilan en carros móviles, y requieren de un tiempo de estacionado que varía entre 30 y 60 minutos, dependiendo de la temperatura ambiente. Este tiempo mínimo de enfriado permite

que el producto pierda humedad y pueda ser rebanado sin defectos. Una vez transcurrido el tiempo necesario para el enfriado, los panes permanecen en espera hasta ser controlados manualmente en firmeza y temperatura antes de pasar a la siguiente etapa del proceso.

Luego, los panes son trasladados hacia una pulverizadora automática. Este proceso consta de rociar los panes con una capa uniforme del conservante, que contribuye a prolongar su vida útil. Para ello, se los coloca manualmente en una cinta transportadora que atraviesa la rociadora con capacidad para tres panes en paralelo.

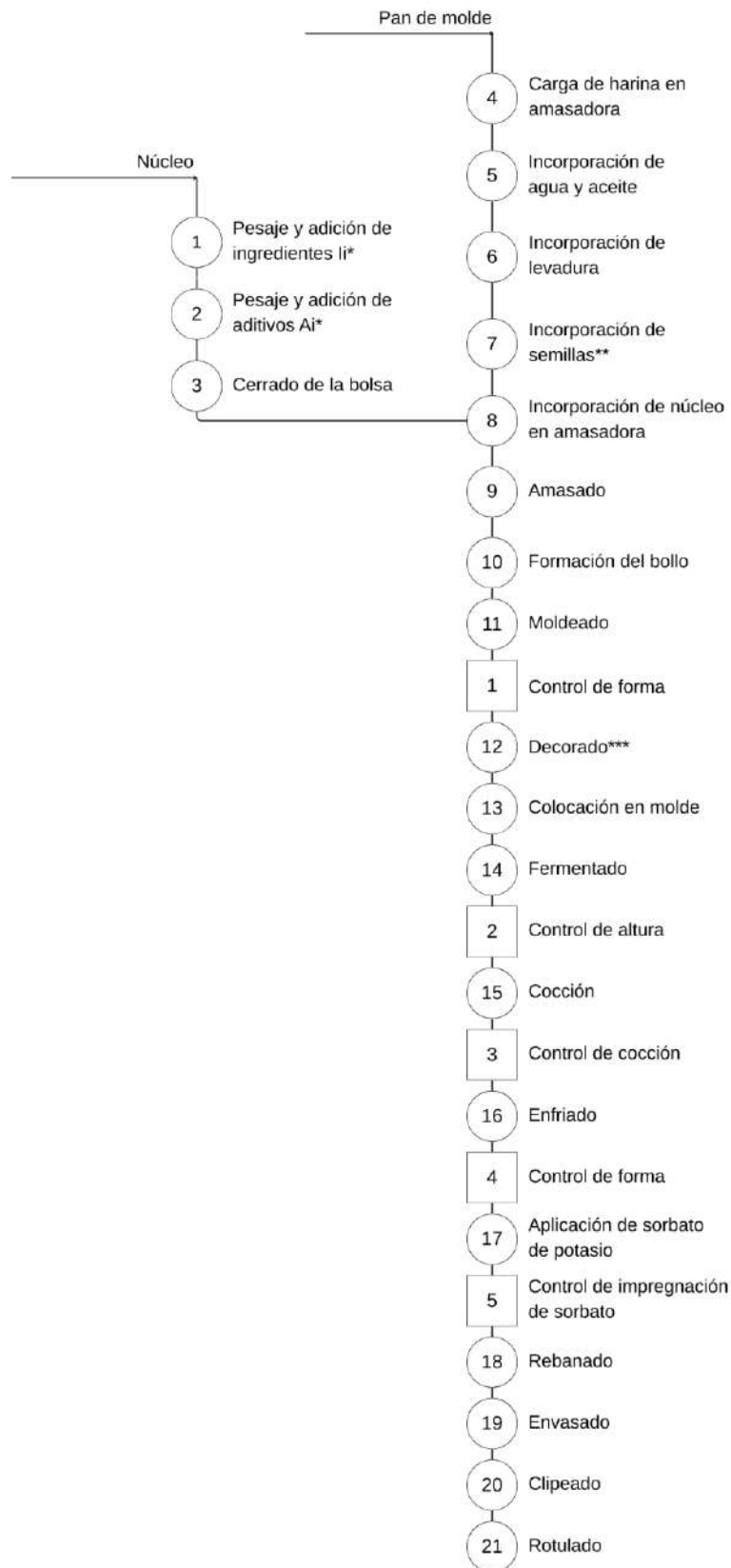
En el área de envasado, los operarios distribuyen manualmente los panes pulverizados en dos líneas automáticas de rebanado y embolsado diferenciadas: una destinada al formato chico y otra al formato familiar. Las líneas requieren la intervención constante de un operario para preparar y posicionar correctamente las bolsas. Además, si las bolsas no son separadas manualmente una a una, tienden a quedar adheridas entre sí. Esta área posee dos máquinas envasadoras marca ADK modelo LPM400, con una capacidad de envasado de 30 panes por minuto.

En la línea de formato familiar, el clipeado es automático. La línea correspondiente al formato chico cuenta con una clipeadora manual. En esta etapa se realiza un control visual con el fin de detectar defectos visibles, como panes incompletos, mal rebanados o deformados. En caso de detectarse un pan sin corteza superior, este es separado del flujo, y un operario procede a colocar manualmente una corteza, tomada de otro pan descartado por una falla distinta, con el fin de completar el producto.

Posteriormente, los productos son colocados en una cinta donde se los lotean y etiquetan con fecha de caducidad. La cinta los traslada hacia el área adyacente, donde un operario los recibe y los coloca en carros con bandejas plásticas. Finalmente, los carros son trasladados a los respectivos almacenes para realizar allí su almacenamiento final y concluir el proceso productivo.

Para graficar todas las actividades del proceso de pan de molde, se presenta en la Figura 13 un cursograma sinóptico, con el fin de visualizar de manera general el flujo de trabajo. Por otro lado, para adentrarse en más detalles, en la Figura 14 se presenta su cursograma analítico correspondiente.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata



*Ver Tabla 1

** Solo para pan tipo semillas

*** Solo para tipo semillas, salvado e integral

Figura 13: Cursograma sinóptico de pan de molde

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Cursograma analítico del material					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1	Resumen				
Objeto: Pan de molde	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad: Producción de pan de molde, desde la recolección de materia prima hasta su almacenamiento final. Método: Actual	Operación ○ Transporte ⇄ Espera □ Inspección □ Almacenamiento ▼	18 12 5 8 5	-	-	
Lugar: Nave de producción panificados	Distancia	-	-	-	
Operario(s):	Tiempo (min.-hombre)	-	-	-	
Descripción	Cant.	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo ○ ⇄ □ ▼	Observaciones
En almacén de secos					Ver nota 1 al pie
Secos recogido y transportados hasta deposito temporal					En mesa torno
Secos en depósito temporal					
En almacén de aceite					
Aceite recogido y transportado hasta deposito temporal					En pallet con transpaleta
Aceite en depósito temporal					
En almacén de harina					
Harina recogida y transportada hasta deposito temporal					En pallet con transpaleta
Harina en depósito temporal					
En almacén de núcleos					
Núcleo recogido y transportado hasta depósito temporal					En mesa torno
Núcleo en depósito temporal					
Materia prima recogida y transportada hasta amasadora					Manual
Amasado			20		
Inspeccionado de gluten					Visual
Transportada hasta divisora volumétrica					Manual y/o En mesa torno
Formado del bollo					
Moldeado					Con cinta transportadora
Inspeccionado de forma y tamaño del bollo					Visual
Decorado					Ver nota 2 al pie
Colocado del bollo en molde					
Colocado del molde en carros					
Transporte hacia fermentadora					En carro bandejero
Fermentado del bollo			120		En ambiente controlado
Inspeccionado de altura de bollo					Visual
Transporte hacia horno					
Colocación de molde en horno					En cinta transportadora
Horneado			25		En cinta transportadora
Inspeccionado de estado de cocción					Visual
Desmolde del pan					
Transporte hacia zona de enfriado					
Colocado de pan en canastos plásticos					En carro bandejero
Enfriado			30/60		
En espera a ser recogido para pulverizar					
Inspeccionado de temperatura y firmeza					Con el tacto
Transporte hacia pulverizadora					En carro bandejero
Inspeccionado de la forma del pan					Visual
Pulverizado del pan					Aplicación de conservante
Control del mojado superficial del pan					Visual
Traslado hasta rebanadora					Manual
Rebanado					
Envasado					
Inspeccionado de correcto envasado					Visual
Clipeado					
Rotulado					
Transportado hacia almacén de producto terminado					En cinta transportadora
Colocado del pan en carro bandejero					
En almacén de producto terminado					

Nota 1. Los materiales a recoger varían dependiendo la variedad a producir.
 Nota 2. Solamente aplicable para pan de molde salvado, integral y de semillas.

Figura 14: Cursograma analítico del material para pan de molde
Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.1. Capacidad de producción

El análisis se realizó para la producción de la línea molde en formato chico y los resultados se presentan en la Figura 15. Para el cálculo de la capacidad de la planta se consideró la naturaleza de cada una de las etapas del proceso productivo, diferenciando entre aquellas que operan de manera continua y las que se desarrollan por lotes. En este sentido, el amasado, la fermentación y el enfriado fueron tratados como procesos *batch*¹, en los que la capacidad depende principalmente del volumen disponible y del tiempo de permanencia. Por otro lado, las operaciones de formado, cocción, pulverizado y envasado se modelaron como procesos continuos, en los que la capacidad se define en función del tiempo de ciclo de cada unidad y de la velocidad de alimentación de la línea.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta aspectos complementarios como la capacidad física de las áreas de fermentación y enfriado, la cantidad de carros disponibles para sostener el inventario en proceso y las restricciones propias de las operaciones manuales de traslado y carga de equipos. En todos los casos, el análisis se realizó sobre capacidades teóricas, los cálculos que justifican el análisis se encuentran en el “Anexo 2: Cálculo de capacidad por etapa”. En el caso de la capacidad asociada a la disponibilidad espacial de las cámaras de fermentación y enfriado, se consideró un 90% de la ocupación teórica.

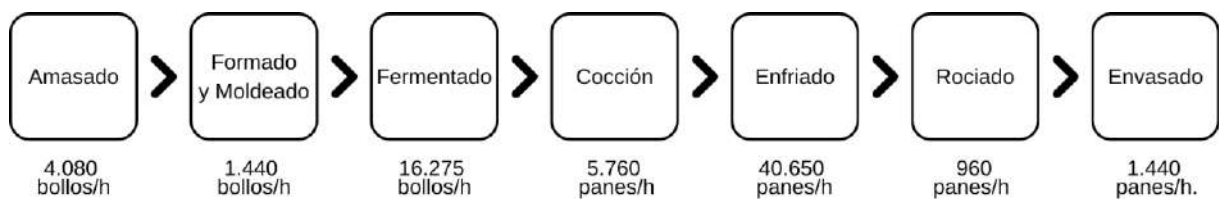


Figura 15: Capacidad productiva de la planta de pan de molde.
Fuente: Elaboración propia.

El estudio permitió determinar que las etapas iniciales del proceso —amasado, fermentación, cocción y enfriado— presentan márgenes de capacidad suficientes y no constituyen una restricción significativa. En cambio, la aplicación de conservante y el envasado exhiben las menores tasas de procesamiento y condicionan el rendimiento global del sistema. En consecuencia, la capacidad máxima alcanzable por la planta está determinada

¹ *Batch*: Producción por lotes; los productos se fabrican en cantidades limitadas siguiendo una secuencia definida de operaciones.

por estas etapas, lo que las convierte en los puntos críticos a atender en futuras propuestas de mejora.

3.2.2. Proceso de elaboración del núcleo

La preparación del núcleo es un proceso manual en su totalidad, desarrollado por tres operarios en un mismo puesto de trabajo que ejecutan sus tareas de manera consecutiva. Dado que esta operación implica la utilización de múltiples ingredientes, recipientes y balanzas, así como frecuentes desplazamientos dentro de un espacio limitado, se decidió realizar un estudio de movimientos específico en el lugar de trabajo.

Se presenta en la Figura 16 el relevamiento de la distribución física del puesto, en donde se representan tanto los puestos de trabajo, como la disposición de los diferentes elementos. A su vez, en la Figura 17 se presenta un cursograma analítico en la que permite relevar al detalle todas las actividades con sus observaciones.

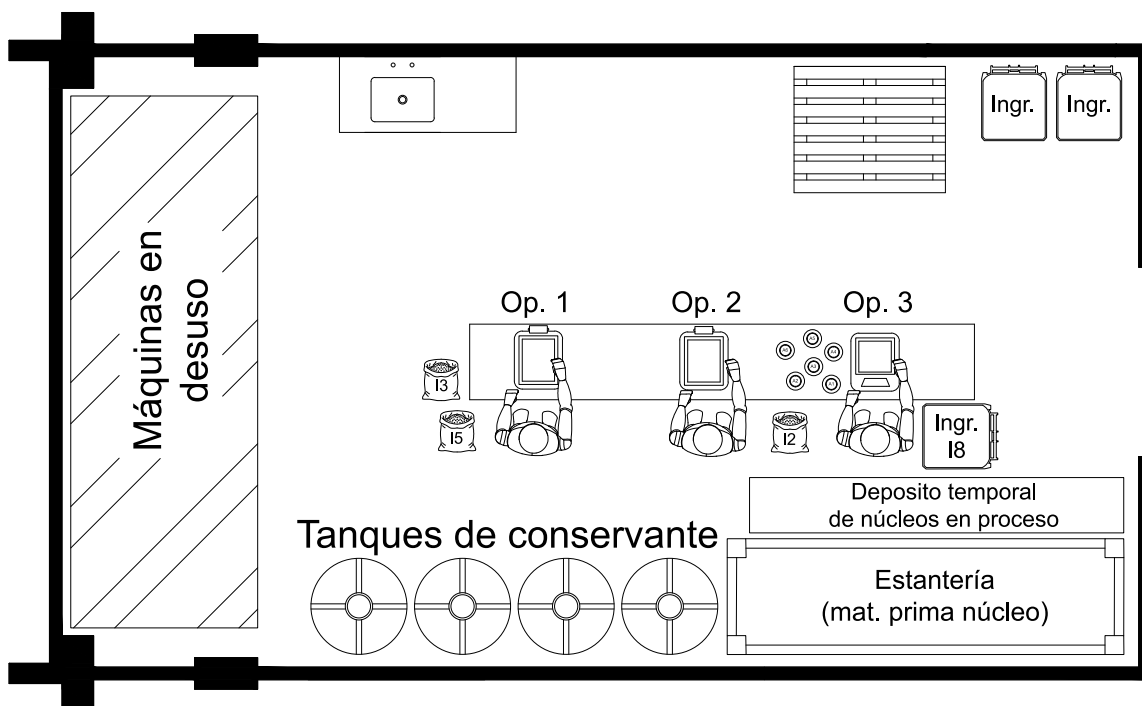


Figura 16: Plano detallado del laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Cursograma analítico del operario						
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 1 de 1	Resumen				
Objeto: Núcleo de pan de molde lacteado formato chico	Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Actividad: Elaboración del núcleo de pan de molde y/o pan de viena.	Operación	39				
	Transporte	43				
	Espera	0				
Método: Actual	Inspección	0				
	Almacenamiento	0				
Lugar: Laboratorio	Distancia	-	-	-		
Operario(s): 3	Tiempo (min.-hombre)	-	-	-		
Descripción	Repitencia	Símbolo				Observaciones
		○	⇄	□	▽	
OPERARIO 1						
Se desplaza al depósito de secos						
Se agacha para recoger ingrediente I3						Requiere esfuerzo físico
Recoge ingrediente I3						De manera manual y deposita en carrito / Requiere esfuerzo físico (bolsa de 50kg)
Regresa con el ingrediente I3 y la deposita en el suelo						Requiere esfuerzo físico
Se desplaza al depósito de secos						
Se agacha para recoger ingrediente I5						Requiere esfuerzo físico
Recoge ingrediente I5						De manera manual y deposita en carrito / Requiere esfuerzo físico (bolsa de 50kg)
Regresa con el ingrediente I5 y la deposita en el suelo						Requiere esfuerzo físico
Se desplaza para buscar una bolsa vacía						
Coloca la bolsa en la balanza y la tara						
Toma ingrediente I3 con un recipiente						Requiere que el operario se agache
Traslada recipiente con ingrediente I3 hasta la bolsa	3 veces (repite si requiere ajustar)					Requiere esfuerzo físico
Vierte ingrediente I3 en la bolsa						
Toma ingrediente I5 con un recipiente						Requiere que el operario se agache
Traslada recipiente con ingrediente I5 hasta la bolsa	3 veces (repite si requiere ajustar)					Requiere esfuerzo físico
Vierte ingrediente I5 en la bolsa						
Toma la bolsa y la deposita en el piso entre el 2do y 3er operario						De manera manual / Requiere esfuerzo físico
TOTAL	15	14				
OPERARIO 2						
Se desplaza al depósito de secos						
Se agacha para recoger ingrediente I2						Requiere esfuerzo físico
Recoge ingrediente I2 y deposita en carrito						De manera manual / Requiere esfuerzo físico (bolsa de 25kg)
Regresa con el ingrediente I2 y lo deposita en un banco a su derecha						
Se desplaza para buscar el aditivo (Ai) ubicado en la estantería de detrás						
Mueve caja para poder acceder a ella	6 veces (repite si requiere ajustar)					Requiere esfuerzo físico (caja de 25kg)
Llena un tarro con el aditivo (Ai)						
Deposita el tarro con el aditivo (Ai) en la mesa						
Coloca un recipiente en la balanza grande y la tara						
Toma ingrediente I2 con cuchara dosificadora	2 veces (repite si requiere ajustar)					Requiere que el operario se gire y se agache
Traslada cuchara llena con I2 hasta la bolsa						
Vierte el ingrediente I2 en la bolsa						
Coloca un recipiente en la balanza chica y la tara						
Añade el aditivo (Ai) al recipiente pequeño	6 veces (repite si requiere ajustar)					Con la mano
Traslada recipiente con todos los aditivos a la bolsa						Requiere que el operario se gire y se agache
Vierte la mezcla de aditivos en la bolsa correspondiente						
TOTAL	19	23				
OPERARIO 3						
Se desplaza al depósito de secos						
Recoge ingrediente I8						En recipiente con ruedas
Regresa con el ingrediente I8 y lo posiciona a su derecha						
Coloca un recipiente en la balanza mediana y la tara						
Toma ingrediente I8 con un recipiente						
Traslada recipiente con I8 hasta la bolsa	1 vez (repite en caso de requerir ajustar)					Requiere que el operario se gire y se agache
Vierte ingrediente I8 en la bolsa						
Se agacha para cerrar la bolsa						Se coloca en cuclillas
Cierra la bolsa de manera precisa para crear vacío						Demanda aproximadamente 1 min.
Coloca las bolsas cerradas en un carro						Peso total de la bolsa: 25kg
Traslada el carrito al almacén de núcleos						
TOTAL	5	6				

Figura 17: Cursograma analítico del operario dentro del laboratorio
Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Relevamiento de distribución en planta

La empresa cuenta con dos naves productivas: una orientada a la elaboración de panificados, donde se incluyen los panes de molde y panes de viena, y otra destinada a la producción de budines y galletas. Actualmente, solo se encuentra operativa la nave correspondiente a panificados. En la Figura 18, se muestra el plano detallado de la nave de panificados. Se identifican las principales áreas funcionales involucradas en el proceso productivo y sobre las que podría tener influencia el alcance de este trabajo.

En color rojo se representan las máquinas y líneas de producción previamente mencionadas, y en color azul las cintas transportadoras presentes en las distintas zonas de trabajo. Por otro lado, mediante distintos patrones de sombreado y/o relleno, se representan los distintos depósitos y almacenes, tanto temporales como permanentes.

También, puede observarse la presencia de varios almacenes de producto terminado, los cuales pueden agruparse en dos categorías principales. El que se encuentra ubicado en el sector inferior del plano está destinado a los productos que se despachan dentro de la ciudad de Mar del Plata. En cambio, los restantes almacenes corresponden a productos destinados a las demás localidades. Esta elección para la disposición se justifica por el espacio de maniobra al que pueden acceder los transportes. En el frente de la nave solo se permite el acceso y movimiento de vehículos de menor porte y, en la parte posterior, se dispone de espacio suficiente para maniobras de camiones acoplados.

Por otro lado, con el objetivo de representar la trayectoria que siguen los materiales y productos a través de las diferentes etapas del proceso, se presenta en la Figura 19 el diagrama de recorrido. En el diagrama se puede observar la operación e inspección 1 que corresponde al proceso simultáneo de amasado, control del gluten y corrección de la mezcla.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

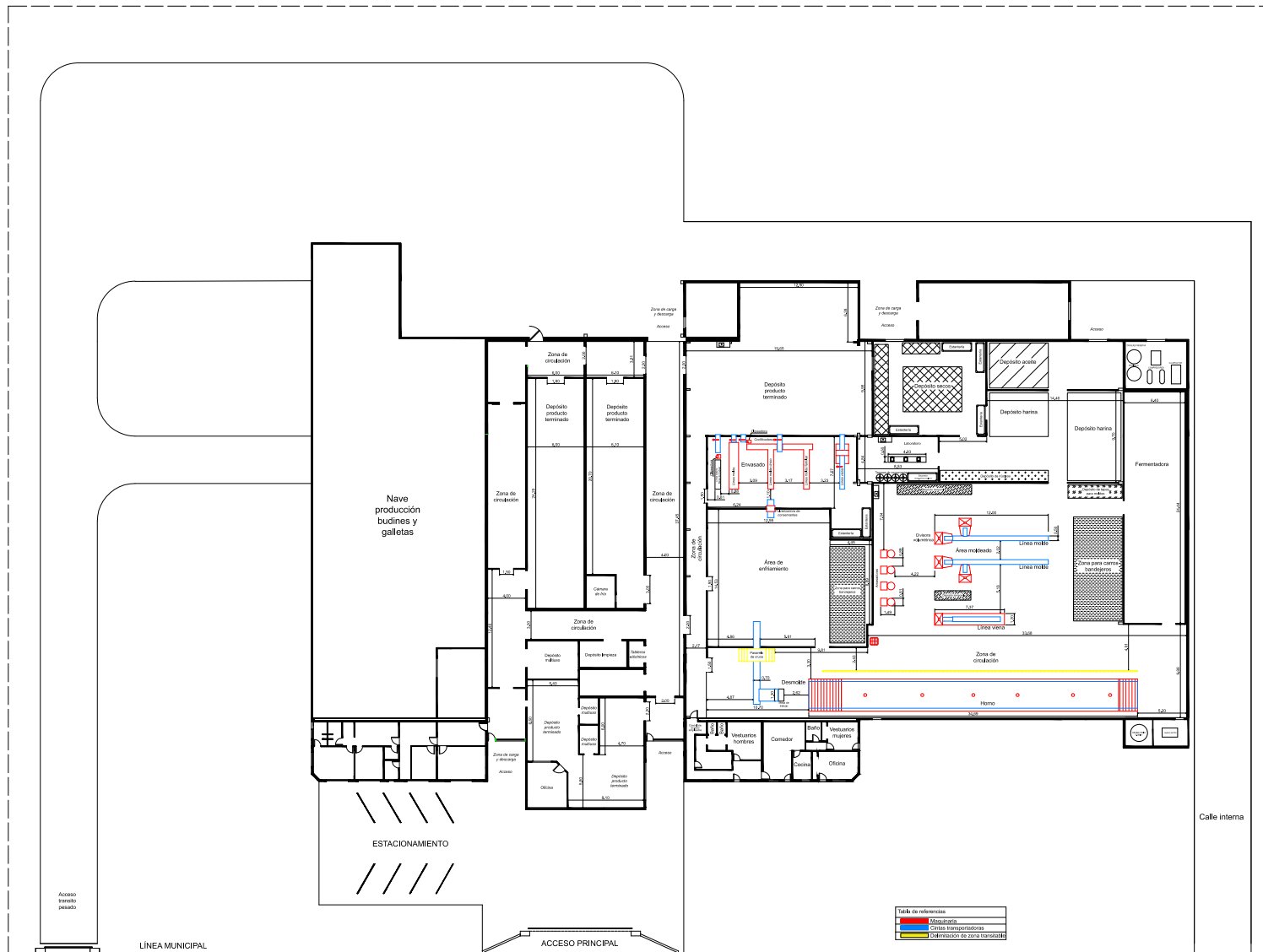


Figura 18. Plano de planta
Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Carros bandejeros

Durante el relevamiento en planta se identificó una actividad de transporte intensivo asociada al uso de carros bandejeros, que son desplazados manualmente por los operarios entre las áreas. Se elaboró un cursograma analítico, Figura 20 y un diagrama de recorrido, Figura 21, específico para describir esta actividad.

Cursograma analítico del equipo									
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Carro bandejero		Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
Actividad: Movimientos de los carros bandejeros dentro del área de producción.		Operación ○	4	-	-				
Método: Actual		Transporte ⇨	5						
		Espera □	1						
		Inspección □	0						
		Almacenamiento ▽	2						
Lugar: Nave de producción panificados		Distancia	138 m	-	-				
Descripción	Cant.	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	□	□	▽	
En zona de carros bandejeros del área de moldeado									
Transporte hacia salida de línea moldeado		6							Manual
Retiro de moldes vacíos									
Carga de moldes con bollo									
Transporte hacia fermentadora con carro lleno		20							Manual
En espera de fermentación del bollo									
Transporte hacia entrada de horno		32							Manual
Retiro de moldes con bollo									
Transporte carro vacío hacia salida del horno		40							Manual
Carga de moldes vacíos en carro									
Transporte hacia zona de carros bandejeros		40							Manual
En zona de carros bandejeros del área de moldeado									

Figura 20: Cursograma analítico del carro bandejero
Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

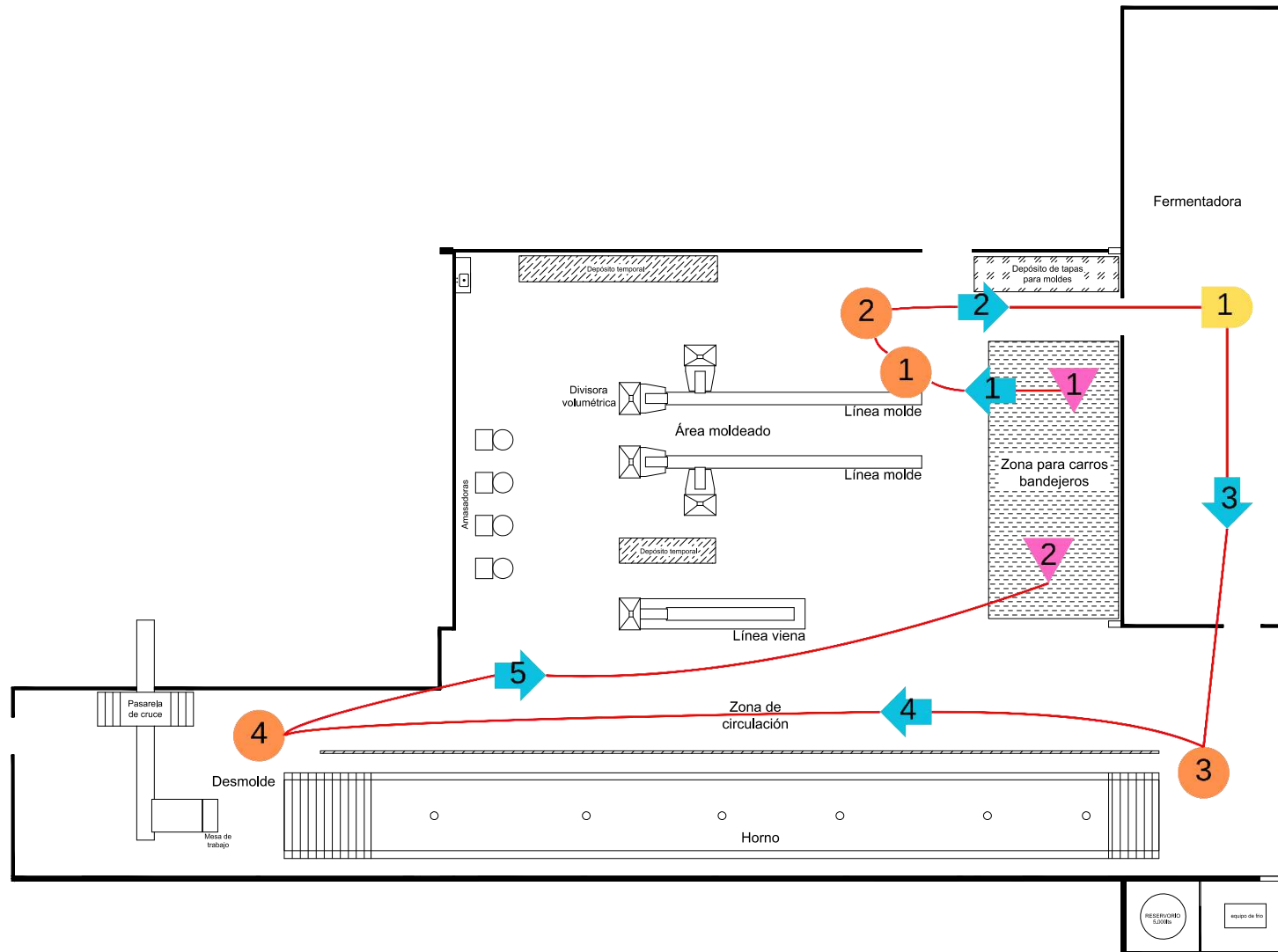


Figura 21: Diagrama de recorrido de carro bandejero
Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Documentación asociada

En la Tabla 3, se presenta una lista de los documentos que se elaboran en diferentes áreas y etapas del proceso.

Área	Documento
Laboratorio	Registro de trazabilidad de núcleos
Producción	Registro de trazabilidad de producción molde - viena
	Registro de trazabilidad de fermentado
	Registro de trazabilidad de cocción
	Registro de trazabilidad de desmolde
Enfriado	Registro de trazabilidad de rociado
Envasado	Registro de trazabilidad de envasado molde
	Registro de trazabilidad de envasado viena

Tabla 3: Documentación generada durante los procesos
Fuente: Elaboración propia.

En estos documentos hay información que incluye cantidades producidas y descartadas, los lotes elaborados, los responsables de cada etapa, la fecha de producción y las observaciones relevantes. No cuentan con un formato específico ni codificación asociada.

3.3. Diagnóstico de la situación actual

A partir de información brindada por empleados calificados de la empresa y en base a los datos relevados, se detallan diversas situaciones críticas que afectan la eficiencia, la organización y la calidad del proceso productivo. A continuación, se enumeran las problemáticas detectadas:

3.3.1. Desorden general en los espacios de trabajo

En sectores como el laboratorio, el área de moldeado y el área de envasado, se detectó la presencia de materias primas e insumos ubicados directamente en el piso o sobre superficies no destinadas a tal fin. Los carros bandejeros, por ejemplo, no cuentan con un espacio asignado y son desplazados constantemente por la planta sin un recorrido definido, lo que

contribuye al desorden en los espacios de trabajo. Esta última situación puede verse reflejada en la Figura 22.



Figura 22: Desorden de carros bandejeros en área de moldeado

3.3.2. Falta de delimitación e identificación de sectores y materiales

No existen marcas en el suelo que definan zonas de trabajo, circulación o almacenamiento, ni en el área de planta ni en los depósitos de materias primas. Esta condición representa un incumplimiento de la norma aplicable que establece: “Se marcarán en forma bien visible los pasillos y circulaciones de tránsito, ya sea pintando todo el piso de los mismos o mediante dos anchas franjas de los colores indicados en el Anexo IV delimitando la superficie de circulación” (Decreto 351/79, 1979, art. 79). Si bien en la planta se observan delimitaciones parciales en el área de almacenamiento de materias primas, la ausencia de pasillos señalizados y de sectores claramente asignados impide un orden adecuado y una circulación segura.

Adicionalmente, desde la perspectiva de la metodología 5S, la falta de señalización y de identificación de materiales refleja una deficiencia en la fase de *seiton*². Las materias primas no son identificadas al momento de su recepción ni durante su almacenamiento, lo que compromete la trazabilidad y aumenta el riesgo de errores en la producción como se puede ver en la Figura 23. Esta situación se repite con los productos en proceso, particularmente en

² Seiton: segunda etapa de la metodología 5S, que consiste en organizar los elementos necesarios de manera ordenada y accesible, definiendo lugares específicos para cada objeto con el fin de reducir tiempos de búsqueda, facilitar el flujo de trabajo y aumentar la eficiencia.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

el área de enfriamiento, donde no existe designación clara de espacios ni rotulación de lotes en bandejas, generando un estado de desorden que impacta en la eficiencia y en la seguridad del proceso.



Figura 23: Falta de delimitación en el suelo en depósito de harina

3.3.3. Problemas en el traslado post-horneado

Se identificó un desnivel entre la mesa de trabajo y la cinta transportadora que conduce al área de enfriamiento, como puede observarse en la Figura 24. Este desnivel, sumado a la elevada temperatura del pan recién horneado, provoca deformaciones debido a la caída del producto sobre la cinta, lo que genera rechazos posteriores.



Figura 24: Desnivel entre cintas a la salida del horno

Adicionalmente, la pasarela de cruce tipo “salto de lobo” ubicada sobre la cinta presenta un inconveniente en su altura: el espacio disponible entre la estructura y la superficie de la cinta es menor que la altura de un pan. Esta condición aumenta la probabilidad de que los panes, al caer en posición vertical, impacten contra la pasarela y sufran deformaciones. Frente a estas dos situaciones, en ocasiones los panes llegan al área de enfriado como se muestra en la Figura 25.

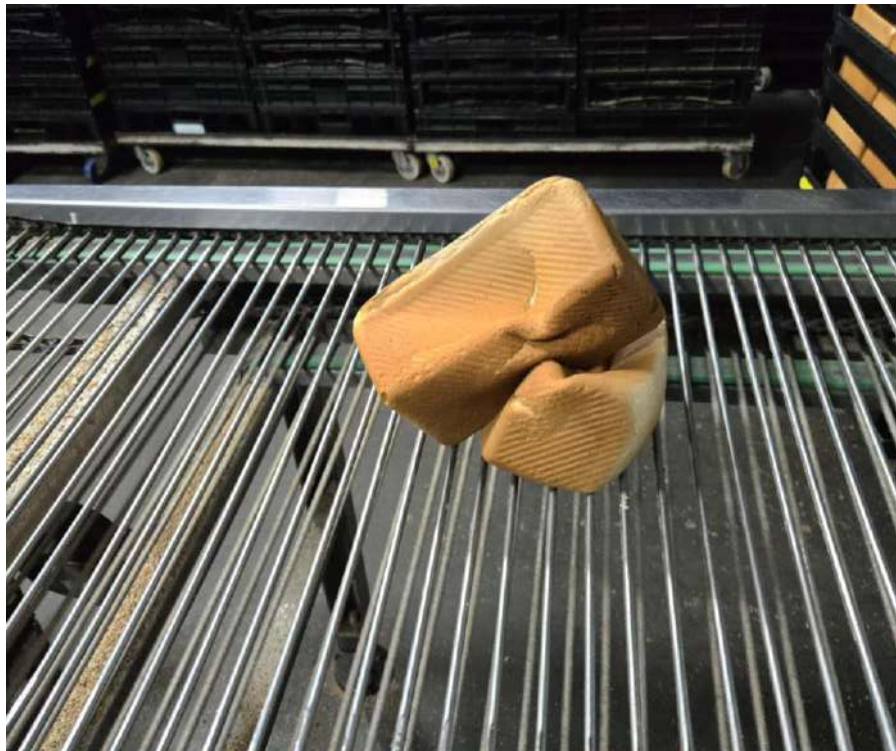


Figura 25: Panes deformados a la entrada del área de enfriado

3.3.4. Problemas de ergonomía en el área de moldeado

Las divisoras volumétricas presentan una altura de 1,68m. Según el Estudio antropométrico argentino (INTI, 2023), la estatura promedio de la población argentina es de 1,73m para hombres y 1,61m para mujeres, lo que arroja un promedio general de 1,67m. En consecuencia, la altura de la máquina resulta prácticamente equivalente a la del operario. Esta condición obliga al trabajador, al momento de cargar la tolva, a elevar los brazos por encima de la línea de los hombros para manipular y depositar la masa en su interior. Desde el punto de vista ergonómico, la posición correcta de trabajo corresponde a la altura de los codos, por lo que la disposición actual implica un sobreesfuerzo postural y un mayor riesgo de fatiga. En la Figura 26 se encuentra una representación de esta situación.

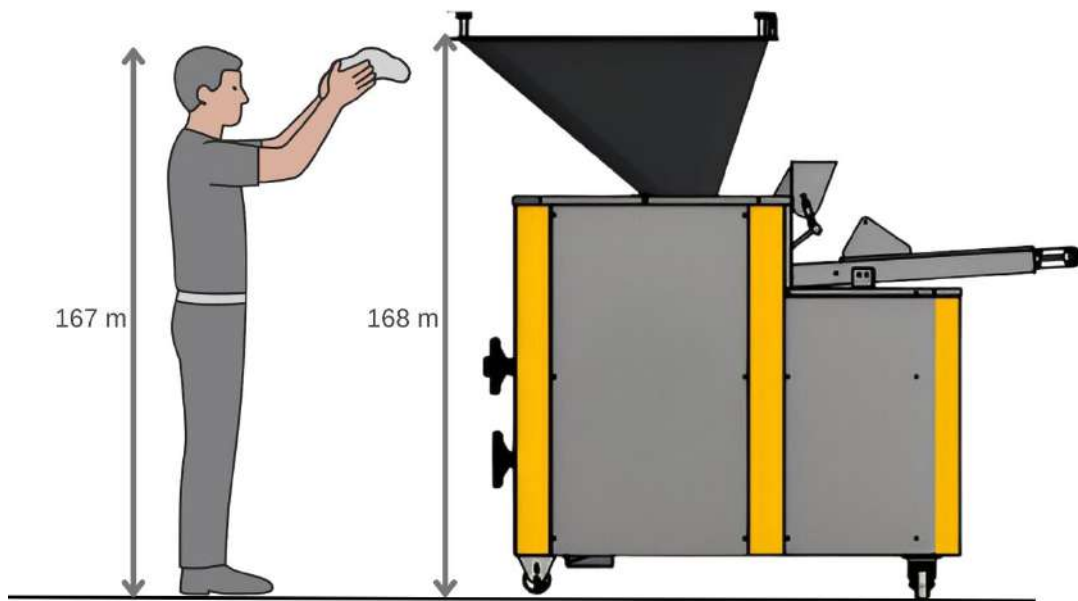


Figura 26: Diferencia de altura entre operario y divisora volumétrica.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Estudio del cuello de botella

El estudio de capacidad evidenció que, si bien procesos como amasado, fermentación, horneado y enfriado disponen de márgenes suficientes y no condicionan el flujo productivo, las operaciones finales de pulverizado y envasado presentan tasas de procesamiento considerablemente menores. Esta restricción genera acumulación de producto en espera y provoca que la capacidad global de la planta quede determinada por estas etapas, configurándose como cuellos de botella del sistema.

En la etapa de aplicación de conservantes, los panes de molde son ubicados de manera manual sobre la cinta transportadora. La distancia entre unidades depende de la experiencia del operario, lo que puede generar variaciones en el proceso. Es fundamental que los panes no queden excesivamente próximos entre sí, ya que esto impide una correcta exposición de toda la superficie al conservante, lo que deriva en una aplicación irregular, reduciendo la uniformidad del tratamiento, afectando su vida útil y generando reclamos de los clientes.

3.3.6. Distribución y ergonomía en el laboratorio de núcleos

En el laboratorio de núcleos, el cursograma analítico evidenció que la forma de operar actual presenta una mayor cantidad de transportes que de operaciones, lo cual refleja una exposición innecesaria a movimientos repetitivos e incluso algunos incómodos. Esta situación no solo incrementa los tiempos de ejecución, sino que también puede derivar en riesgos ergonómicos

para los operarios, asociados a posturas forzadas, sobreesfuerzos y desplazamientos constantes. Los principios de ergonomía que se incumplen son:

- **Tipos de movimientos:** se observan movimientos clase cinco a la hora de cargar los dosificadores con el ingrediente I3, con el ingrediente I5 y a la hora de cerrar las bolsas. En total, siete movimientos clase cinco por cada núcleo preparado.
- **Ubicación de las partes:** los insumos y trabajos en proceso carecen de un lugar definido en la mesa de trabajo y suelen disponerse dispersos e incluso en el suelo, incrementando desplazamientos y dificultando el acceso eficiente.
- **Gravedad:** todas las actividades dependen del esfuerzo físico del operario para manipular, cargar o trasladar materiales, sin asistencia mecánica.
- **Seguridad y salud del operario:** el atado de bolsas exige permanecer en cuclillas durante largos períodos, generando sobrecarga postural e incomodidad.

3.3.7. Distribución de planta

A partir del diagrama de recorrido presentado en la Figura 19, se observa que el flujo de producción responde a una distribución orientada al producto. Las distintas áreas y maquinarias se encuentran organizadas de acuerdo con la secuencia lógica del proceso productivo, permitiendo un avance progresivo del material desde la formulación del núcleo hasta el envasado. Con el objetivo de evaluarla dicha distribución, en primer lugar, se presenta en la Figura 27 un diagrama de relación de actividades.

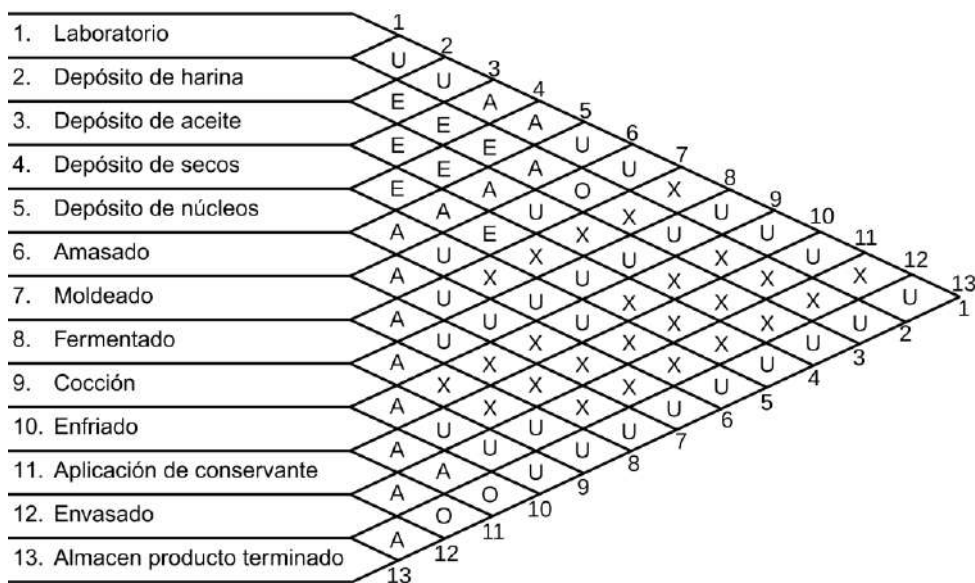


Figura 27: Diagrama de relación de actividades
Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Como segundo punto, se presenta en la Tabla 4 la hoja de trabajo correspondiente al diagrama de relación de actividades anteriormente mencionado. Finalmente, en la Figura 28 se presenta su correspondiente diagrama adimensional de bloques. En este último, se utilizan colores para representar aspectos claves del diagrama. En color verde se representa el flujo principal del producto a lo largo del proceso, desde la recolección de las materias primas, hasta el almacenamiento final. A su vez, en color rojo se representan sectores que requieren una separación física obligatoria, debido a que presentan una relación de tipo X.

Actividades		A	E	I	O	U	X
1.	Laboratorio	4, 5				2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 13	8, 12
2.	Depósito de harina	6	3, 4, 5		7	1, 9, 13	8, 10, 11, 12
3.	Depósito de aceite	6	2, 4, 5			1, 7, 9, 13	8, 10, 11, 12
4.	Depósito de secos	1, 6	2, 3, 5, 7			9, 13	8, 10, 11, 12
5.	Depósito de núcleos	1, 6	2, 3, 4			7, 9, 10, 13	8, 11, 12
6.	Amasado	2, 3, 4, 5, 7				1, 8, 9, 13	10, 11, 12
7.	Moldeado	6, 8	4		2	1, 3, 5, 9, 13	10, 11, 12
8.	Fermentado	7, 9				6, 12, 13	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11
9.	Cocción	8, 10				1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13	
10.	Enfriado	9, 11, 12			13	1, 5	2, 3, 4, 6, 7, 8
11.	Aplicación de conservante	10, 12			13	1, 3, 9	2, 4, 5, 6, 7, 8
12.	Envasado	10, 11, 13				8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
13.	Almacén producto terminado	12			10, 11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	

Tabla 4: Hoja de trabajo
Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

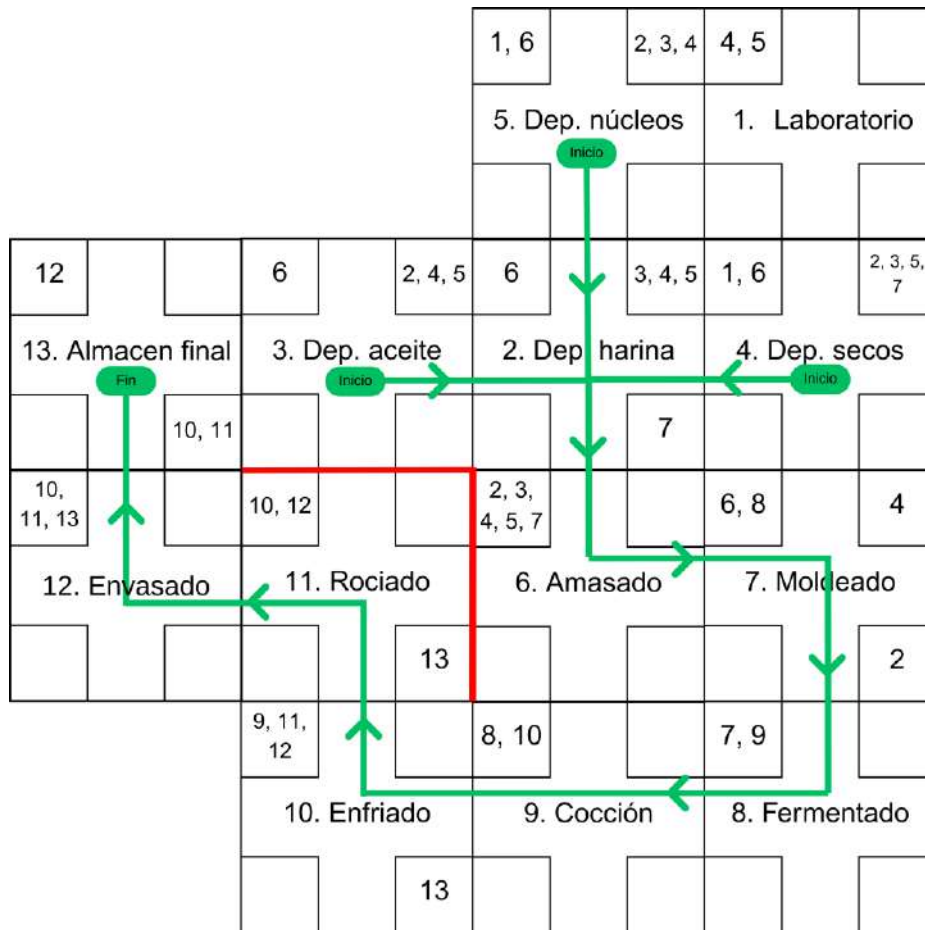


Figura 28: Diagrama adimensional de bloques
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la comparación entre el diagrama adimensional de bloques de la Figura 28 y la distribución real de la planta de la Figura 18, se identificaron coincidencias y diferencias significativas que permiten caracterizar el estado actual de la distribución.

En primer lugar, se constató que el tramo del proceso comprendido entre el amasado y el almacenamiento final presenta una similitud entre la disposición teórica y la configuración real. La secuencia de operaciones se desarrolla en la planta de manera similar a lo sugerido por el diagrama adimensional, lo que asegura continuidad en el flujo y una baja interferencia en los recorridos de materiales y productos.

En contraste, se detectaron diferencias en los sectores de almacenamiento de materias primas y en el laboratorio. En el esquema adimensional, los depósitos de harina, aceite, núcleos y secos aparecen ubicados en mayor cercanía al área de amasado, siendo esta etapa el principal cliente interno de dichos almacenes. En la planta real, aunque los recorridos no aumentan significativamente, la disposición genera un flujo en retroceso, lo que aumenta los traslados y la complejidad de la secuencia de abastecimiento.

3.4. Propuestas de mejora

Con base en el relevamiento realizado de los procesos productivos y en el diagnóstico de la situación actual, se procede a presentar diferentes mejoras que solucionen los problemas encontrados.

3.4.1. Rediseño del laboratorio

Con el objetivo de mitigar las problemáticas en este lugar, se propone una redistribución del área de trabajo que defina puestos claramente delimitados y asignados a cada empleado, junto con una redistribución en las tareas. De esta manera, se busca reducir la necesidad de traslados, minimizar interferencias entre tareas, promover condiciones más seguras y saludables para el personal y equiparar la carga de trabajo. Las propuestas planteadas son:

- **Redistribución física y creación de espacios de trabajo definidos:** asignar a cada operario una estación específica con los recursos necesarios para su tarea, con el fin de minimizar traslados y evitar interferencias.
- **Estandarización de cucharas dosificadoras:** implementar cucharas con volúmenes predefinidos según el producto a manipular, de modo que cada ingrediente pueda ser dosificado en la menor cantidad de repeticiones posible, reduciendo así movimientos innecesarios.
- **Colocación de una cinta con inclinación:** instalar una cinta transportadora inclinada que facilite el traslado de las bolsas entre estaciones, permitiendo que cada operario incorpore los ingredientes correspondientes sin necesidad de movimientos manuales excesivos ni posturas forzadas.
- **Incorporación de mesa hidráulica:** en la estación de trabajo del operario uno y tres, se propone incorporar una mesa elevadora hidráulica. Se puede ver un ejemplo de esta en la Figura 29. De este modo, el operario podrá cargar previamente las bolsas sobre la mesa y elevarlas a una altura ergonómica al momento de extraer el material, reduciendo en una clase el tipo de movimiento. Esta disposición evita que el trabajador deba inclinar el tronco para tomar el insumo, lo que permite ejecutar movimientos de clase cuatro, en lugar de clase cinco.



Figura 29: Mesa elevadora hidráulica
Fuente: Mega Escaleras – Logística

- **Incorporación de mesas de trabajo inclinadas:** Para reducir los transportes innecesarios del operario durante la preparación de los aditivos, se propone incorporar una base inclinada sobre la mesa de trabajo. De este modo, el operario podrá depositar directamente la caja con el aditivo y retirar desde allí el material necesario para llenar la bolsa del núcleo. En la Figura 30 se observa una representación de esta.



Figura 30: Mesa de trabajo con canastos inclinados
Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

La disposición planteada se presenta en la Figura 31, en coherencia con la modalidad de trabajo establecida en el cursograma propuesto de la Figura 32.

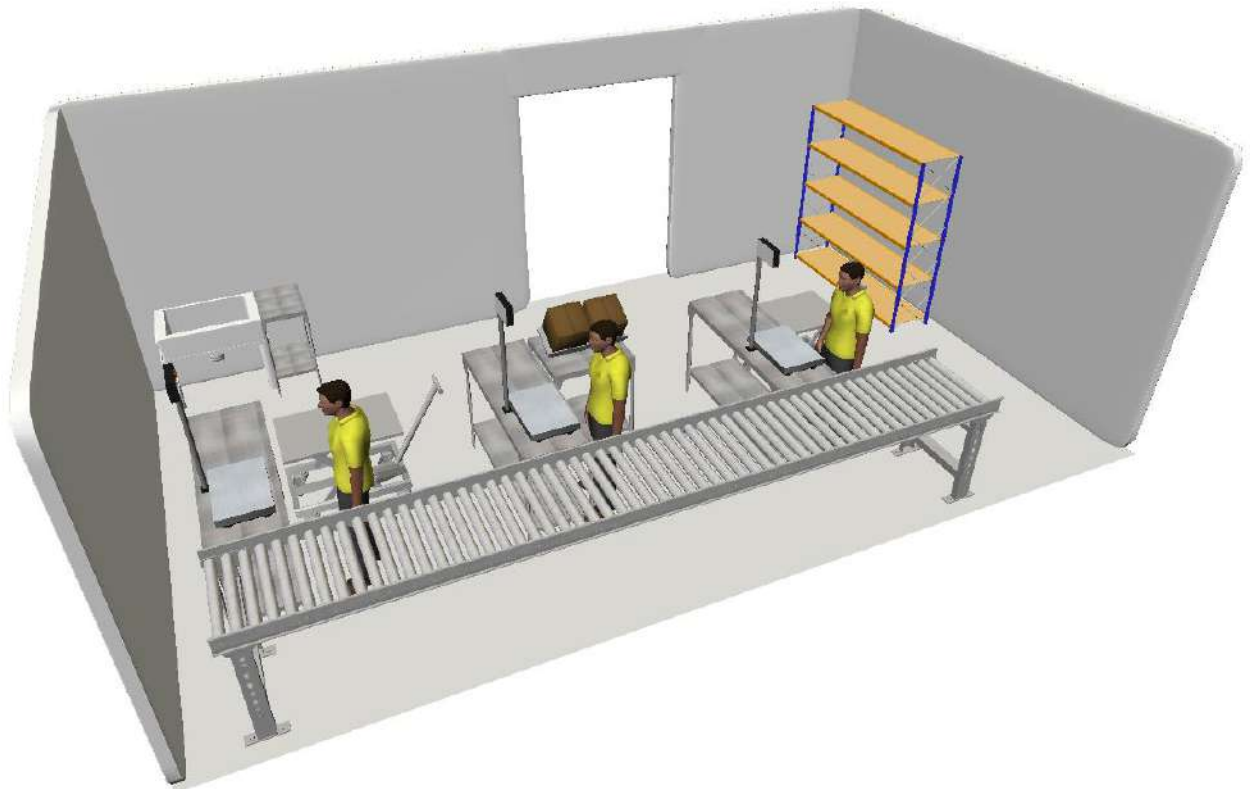


Figura 31: Representación visual de redistribución del laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Cursograma analítico del operario					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen			
Objeto: Núcleo de pan de molde lacteado formato chico	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad: Elaboración del núcleo de pan de molde y/o pan de viena. Método: Propuesto	Operación	39	35		
	Transporte	43	27		
	Espera	0	0	-	
	Inspección	0	0		
	Almacenamiento	0	0		
Lugar: Laboratorio	Distancia	-	-	-	
Operario(s): 3	Tiempo (min.-hombre)	-	-	-	
Descripción	Repitencia	Símbolo			Observaciones
		○	⇄	□	
OPERARIO 1					
Se desplaza al depósito de secos					
Se agacha para recoger ingrediente I3					Requiere esfuerzo físico
Recoge ingrediente I3					De manera manual y deposita en carrito / Requiere esfuerzo físico (bolsa de 50kg)
Regresa con el ingrediente I3 y deposita en mesa elevadora					Requiere esfuerzo físico
Se desplaza al depósito de secos					
Se agacha para recoger ingrediente I5					Requiere esfuerzo físico
Recoge ingrediente I5					De manera manual y deposita en carrito / Requiere esfuerzo físico (bolsa de 50kg)
Regresa con el ingrediente I5 y deposita en mesa elevadora					Requiere esfuerzo físico
Se desplaza para buscar una bolsa vacía					
Coloca la bolsa en la balanza y la tara					
Toma ingrediente I3 con un recipiente	3 veces (repite si requiere ajustar)				
Vierte ingrediente I3 en la bolsa					
Toma ingrediente I5 con un recipiente	3 veces (repite si requiere ajustar)				
Vierte ingrediente I5 en la bolsa					
Toma la bolsa y la deposita en la cinta transportadora					De manera manual / Requiere esfuerzo físico
Empuja levemente la bolsa hacia la segunda estación					
TOTAL		16	8		
OPERARIO 2					
Se desplaza para buscar el aditivo (A1) ubicado en la estantería	6 veces (repite si requiere ajustar)				
Transporta la caja hasta la mesa de trabajo					Requiere esfuerzo físico (caja de 25kg)
Coloca un recipiente en la balanza chica y la tara					
Añade el aditivo (A1) al recipiente pequeño	6 veces (repite si requiere ajustar)				Con cuchara dosificadora
Vierte la mezcla de aditivos en la bolsa correspondiente					
Empuja levemente la bolsa hacia la tercer estación					
TOTAL		9	12		
OPERARIO 3					
Se desplaza al depósito de secos					
Se agacha para recoger ingrediente I2					Requiere esfuerzo físico
Recoge ingrediente I2 y deposita en carrito					De manera manual / Requiere esfuerzo físico (bolsa de 25kg)
Regresa con el ingrediente I2 y lo deposita en mesa elevadora					
Se desplaza al depósito de secos					
Recoge ingrediente I8					En recipiente con ruedas
Regresa con el ingrediente I8 y lo posiciona a su derecha					
Coloca un recipiente en la balanza mediana y la tara					
Toma ingrediente I8 con un recipiente	1 vez (repite en caso de requerir ajustar)				
Vierte ingrediente I8 en la bolsa					
Toma ingrediente I2 con cuchara dosificadora	2 veces (repite si requiere ajustar)				
Vierte el ingrediente I2 en la bolsa					
Cierra la bolsa de manera precisa para crear vacío					Demanda aproximadamente 1 min.
Coloca las bolsas cerradas en un carrito					Peso total de la bolsa: 25kg
Traslada el carrito al almacén de núcleos					
TOTAL		10	7		

Figura 32: Cursograma propuesto de operarios en el laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Comparando el relevamiento inicial con el cursograma propuesto, se puede evidenciar una reducción del 10% en las tareas asignadas a los operarios y del 37% en las operaciones de transporte. Estas mejoras derivan de la eliminación de la disposición de materiales en el suelo, de la redistribución funcional de las tareas y de la definición de un espacio de trabajo específico.

3.4.2. Ergonomía en la divisora volumétrica

Para resolver la problemática ergonómica detectada en las divisoras volumétricas, se propone la incorporación de elevadores de batea, como en la Figura 33, que permitan cargar la tolva sin necesidad de que el operario eleve los brazos por encima de la línea de los hombros. Esta solución asegura que la transferencia de masa se realice a la altura del nivel de codos, reduciendo el sobre esfuerzo postural y el riesgo de fatiga.

La implementación de este sistema requiere, de manera complementaria, la adquisición de amasadoras con batea extraíble como las que se muestran en la Figura 34, ya que las actuales no cuentan con esta característica. De esta forma, la batea podrá retirarse de la amasadora y ser elevada mecánicamente hasta la boca de la tolva, garantizando un flujo de trabajo continuo, seguro y ergonómicamente correcto.



Figura 33: Elevador de batea
Fuente: IMEPA PANTÉCNICA S.A.



Figura 34: Amasadora con batea extraíble
Fuente: IMEPA PANTÉCNICA S.A.

3.4.3. Optimización del traslado post-horneado

Con el fin de resolver las deficiencias en la salida del horno, se propone la incorporación de una cinta transportadora de banda curva que vincule directamente la descarga del horno con el área de enfriamiento, tal como se muestra en la Figura 35. Este sistema permitirá eliminar el desnivel existente entre la mesa de trabajo y la cinta actual, evitando que los panes caigan con fuerza sobre la superficie de transporte y sufran deformaciones en la zona de impacto.



Figura 35: Cinta transportadora de banda curva
Fuente: Camprodón - Cintas transportadoras

3.4.4. Mejora en la aplicación de conservantes

Para superar las problemáticas diagnosticadas en esta etapa, y asegurar un rendimiento acorde a las capacidades de la planta, se propone incorporar una segunda línea de aplicación de conservante. Frente a esto, la capacidad de la planta queda tal como se muestra en la Figura 36 en contraposición de la previamente presentada en la Figura 15.

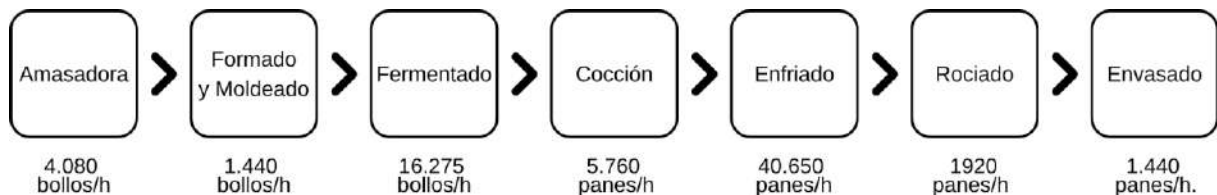


Figura 36: Capacidad de planta propuesta
Fuente: Elaboración propia

De esta manera se podría duplicar la capacidad de pulverizado, equilibrándola con las etapas de envasado y formado. También se reduciría la acumulación de producto en proceso en la transición entre enfriado y pulverizado, disminuyendo tiempos de espera.

Adicionalmente, con el objetivo de estandarizar la colocación de los panes sobre la cinta transportadora y evitar la experiencia del operario, se propone la instalación de una cinta transportadora con paletas separadoras ubicada inmediatamente antes de la cinta propia de la rociadora. Esta cinta permitirá mantener una separación constante entre los panes, asegurando una correcta cobertura del conservante.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Una vez que los panes avanzan por la cinta transportadora de paletas, ingresan a la cinta asociada a la rociadora automática. Esta última se encuentra diseñada sin obstáculos ni elementos adicionales, lo que permite una impregnación homogénea del conservante en toda la superficie del producto. En la Figura 37 se puede observar una representación visual.

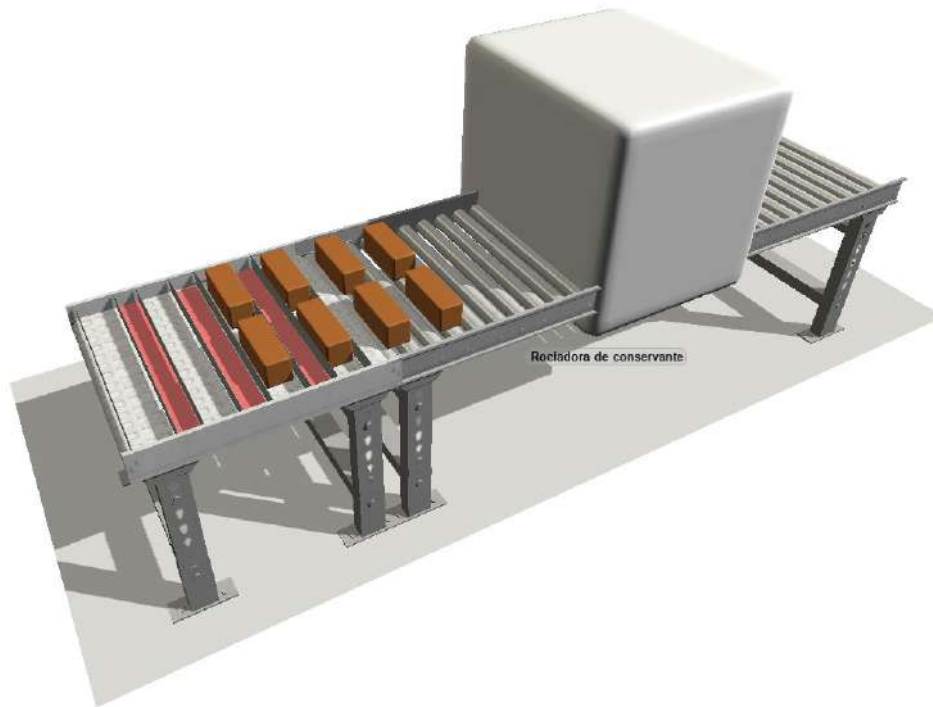


Figura 37: Representación de cinta transportadora propuesta
Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Rediseño de transporte de carros bandejeros

Del análisis realizado mediante el diagrama de recorrido y el cursograma analítico de los carros bandejeros se identificó un exceso de desplazamientos, lo que implica recorridos prolongados y un incremento innecesario del esfuerzo físico por parte de los operarios. Conforme a los principios de manejo de materiales, como el principio de mecanización y el principio de automatización, se propone la incorporación de cintas transportadoras modulares montadas sobre un sistema de carriles, con el fin de reducir en aproximadamente 40 metros la distancia de empuje de los carros. En la Figura 38 se muestra la propuesta de implementación del sistema.

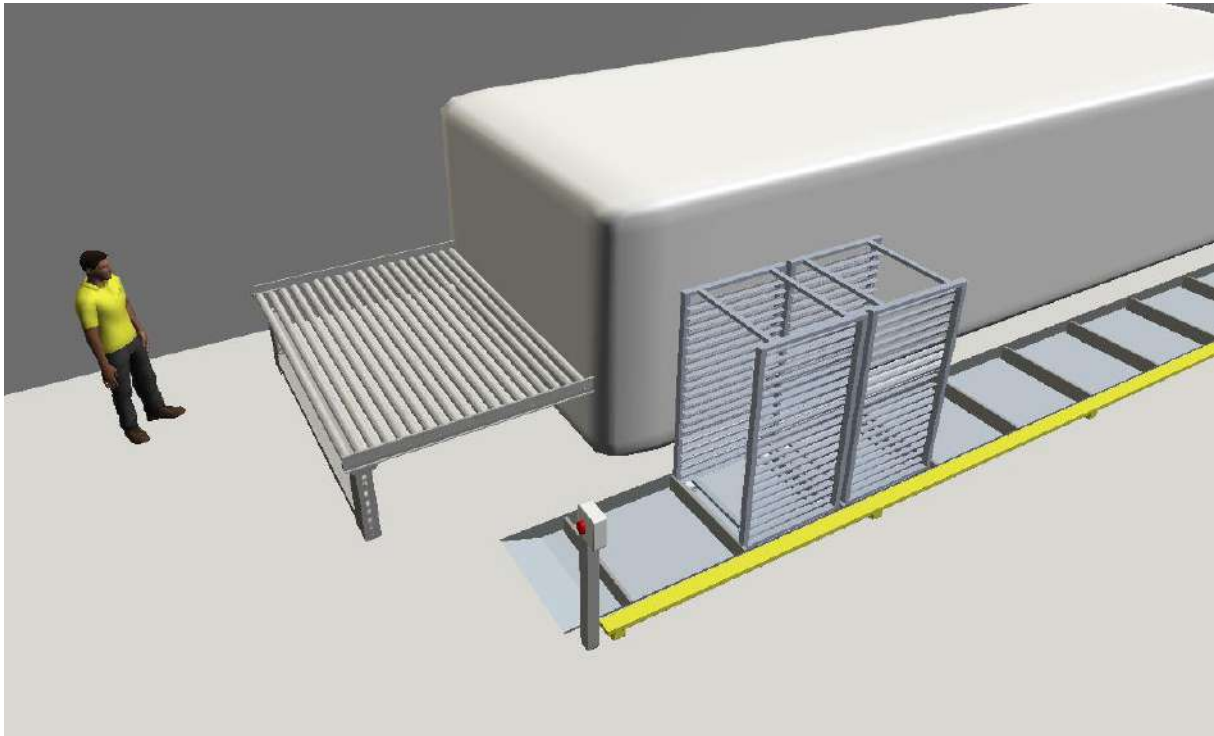


Figura 38: Representación de la cinta transportadora propuesta para el traslado de carros
Fuente: Elaboración propia

Se propone, además, reubicar la zona de almacenamiento de los carros bandejeros en el sector indicado en el nuevo diagrama de recorrido que se muestra en la Figura 39. Esta nueva disposición se complementará con un sistema de rieles-guía destinado a facilitar su ordenamiento. El operario podrá ingresar el carro por uno de los extremos y retirarlo por el opuesto, siguiendo la continuidad del flujo, o por el mismo extremo de ingreso. Con esta medida se busca resolver las problemáticas diagnosticadas de desorden general, ausencia de espacios delimitados y recorridos aleatorios de los carros. La incorporación de los rieles permitirá un desplazamiento lineal, ordenado y más eficiente, tal como el que se muestra en el cursograma de la Figura 40. Comparando la situación inicial, se observa una disminución del 18% en la distancia total recorrida por el carro bandejero y la reducción de 40 metros en el trayecto que el operario debe realizar para mover el carro a lo largo del horno.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

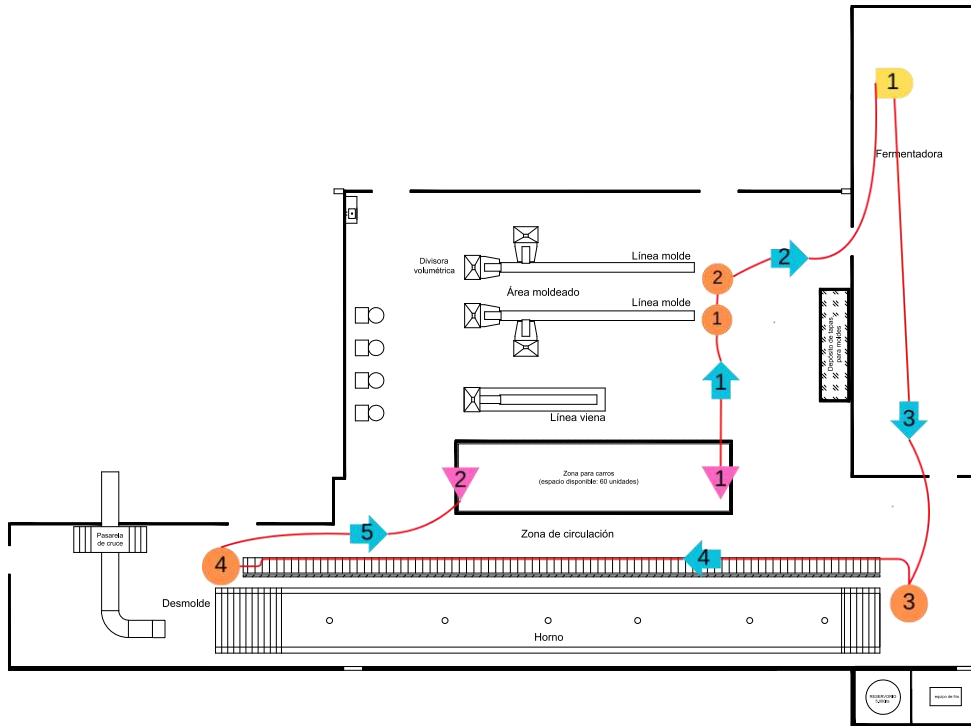


Figura 39: Diagrama de recorrido de carros bandejeros propuesto
Fuente: Elaboración propia

Cursograma analítico del equipo									
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Carro bandejero	Actividad	Actual	Propuesto	Economía					
Actividad: Movimientos de los carros bandejeros dentro del área de producción. Método: Actual	Operación	○	4	4					
	Transporte	⇨	5	5					
	Espera	□	1	1	-				
	Inspección	□	0	0					
	Almacenamiento	▽	2	2					
Lugar: Nave de producción panificados	Distancia	138 m	113 m	-					
Descripción	Cant.	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	□	□	▽	
En zona de carros bandejeros del área de moldeado									
Transporte hacia salida de línea moldeado		9							Manual
Retiro de moldes vacíos									
Carga de moldes con bollo									
Transporte hacia fermentadora con carro lleno		20							Manual
En espera de fermentación del bollo									
Transporte hacia entrada de horno		32							Manual
Retiro de moldes con bollo									
Transporte carro vacío hacia salida del horno		40							Automático
Carga de moldes vacíos en carro									
Transporte hacia zona de carros bandejeros		12							Manual
En zona de carros bandejeros del área de moldeado									

Figura 40: Cursograma propuesto del movimiento de carros bandejeros
Fuente: Elaboración propia

3.4.6. Distribución en planta propuesta

La distribución final de planta se diseñó a partir del análisis integral de los procesos, utilizando como insumos principales el diagrama de relaciones de actividades, el cursograma analítico de operarios y equipos, el diagrama de recorrido de materiales y el estudio de capacidad. El rediseño mantiene la distribución por producto y tiene como finalidad resolver las limitaciones detectadas en materia de recorridos excesivos, desorden en áreas críticas, falta de delimitaciones, y la existencia de cuellos de botella en etapas finales.

A partir del diagrama de relaciones de actividades se reubicaron los depósitos de materias primas en función de su cercanía al sector de amasado, incorporando además un nuevo acceso lateral que permite el abastecimiento directo a las amasadoras. Esta decisión responde al principio de manejo de materiales de minimizar distancias de transporte, reduciendo el traslado manual de bolsas y núcleos. Los tanques de líquido conservante permanecen en su ubicación original, dado que su proximidad al área de envasado es indispensable para abastecer a las líneas de aplicación de conservante. El laboratorio, por su parte, se reubicó hacia la derecha de la planta con la nueva disposición interna.

La propuesta se complementa con la delimitación de áreas de trabajo y circulación mediante demarcación amarilla, en línea con los principios de orden y seguridad industrial 5S. Esta medida permite diferenciar claramente las áreas de producción, almacenamiento temporal y circulación de operarios y equipos.

Finalmente, todas estas propuestas quedaron representadas en el plano de distribución final que se puede ver en la Figura 41. La nueva disposición garantiza un flujo más continuo, elimina cruces innecesarios, reduce los tiempos de transporte interno y mejora las condiciones de orden y seguridad en la planta. En la Figura 42 se muestra el nuevo diagrama de recorrido del pan de molde propuesto asociado a la redistribución.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

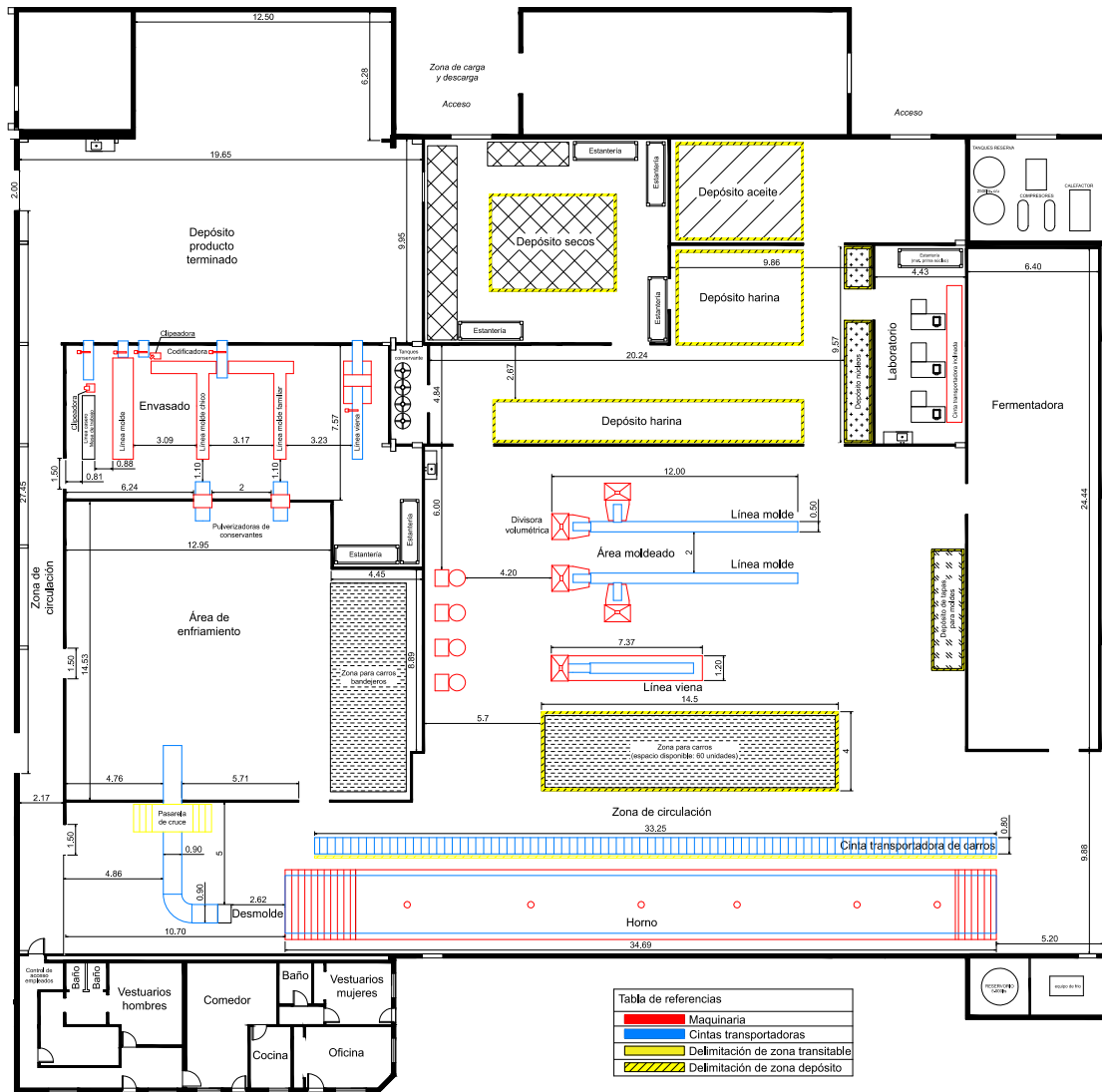


Figura 41: Distribución en planta propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Tiempo promedio de preparación de un núcleo

- **Definición:** mide la eficiencia en la preparación de los núcleos, considerando el tiempo total requerido desde la disposición de los ingredientes hasta el embolsado final.
- **Forma de medición:** se utiliza un cronometraje continuo de la actividad en distintas jornadas, registrando la duración total de cada preparación.
- **Fórmula:**

$$\text{Tiempo promedio } \left(\frac{\text{min}}{\text{núcleo}} \right) = \frac{\sum \text{Tiempo de preparación de cada núcleo}}{\text{Cantidad de núcleo elaborados}}$$

- **Evaluación:** se comparan los valores obtenidos antes y después de la implementación de las mejoras en el laboratorio. Una disminución del tiempo promedio indicará mayor eficiencia operativa.

3.5.2. Porcentaje de panes deformados

- **Definición:** mide el nivel de desperdicio generado por defectos en el traslado entre la salida del horno y el área de enfriado, específicamente aquellos panes que no cumplen con las condiciones de forma establecidas.
- **Forma de medición:** durante la el final del turno se contabilizan los panes deformados o rechazados al inicio del enfriado, sobre el total producido.
- **Fórmula:**

$$\text{Panes deformados } (\%) = \frac{\text{Cantidad de panes deformados}}{\text{Cantidad total de panes producidos}} \times 100$$

- **Evaluación:** se registrarán los valores de este indicador en distintos turnos de producción, antes y después de la instalación de la cinta curva post-horneado.

3.5.3. Cumplimiento del orden y delimitación

Para evaluar las propuestas de mejora relacionadas con el orden de los espacios de trabajo y las delimitaciones en la planta, se toma como referencia una planilla basada en la metodología 5S, adaptada específicamente con ítems relevantes para las ineficiencias encontradas.

Para ello, se deberán realizar inspecciones periódicas por parte de los supervisores del área de producción, quienes completarán la planilla asignando un valor de 0 si el

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Ítem no cumple con el estándar o 1 si cumple, asegurando así un registro objetivo y consistente de los avances.

Auditoria de control de orden		Fecha:	Encargado de auditoria:
Ítem a evaluar	Criterio de cumplimiento	Puntaje	Observaciones
Cada insumo y herramienta tiene un lugar definido	Materiales correctamente identificados y guardados		
Áreas delimitadas en el piso (materias primas, WIP, terminados)	Señalización visible y respetada		
Carros bandejeros en su espacio asignado	Cero carros fuera de los rieles o áreas delimitadas		
Cumplimiento general de 5S	Operarios mantienen el orden durante toda la jornada		
Auditorías realizadas en tiempo y forma	Se cumple con la frecuencia establecida		

Tabla 5: Planilla de control de orden
Fuente: Elaboración propia

A partir de la planilla completa, el supervisor calcula el indicador de cumplimiento tal como se presenta en la fórmula a continuación:

$$\text{Indicador de cumplimiento (\%)} = \frac{\text{Ítems cumplidos}}{\text{Ítems totales}} \times 100$$

Este indicador refleja el grado de cumplimiento de los estándares de orden y delimitación de espacios en la planta. Un valor cercano al 100 % evidencia que los procedimientos definidos en la planilla se aplican de forma consistente, mientras que valores inferiores señalan áreas que requieren atención o refuerzo en la aplicación de las prácticas de mejora continua. De este modo, el indicador no solo permite monitorear el avance de las acciones implementadas, sino también priorizar intervenciones en los sectores con menor cumplimiento, contribuyendo a optimizar la eficiencia operativa y la seguridad en el entorno de trabajo.

3.5.4. Frecuencia de medición

Los indicadores de *Tiempo promedio de preparación del núcleo* y *Porcentaje de panes deformados* se medirán diariamente antes y después de la implementación de las mejoras, con el objetivo de comparar los resultados y evaluar el impacto obtenido. Una vez que las mejoras se encuentren niveladas, la medición pasará a realizarse de forma semanal, con el propósito de verificar la sostenibilidad de los resultados a lo largo del tiempo.

En cuanto al indicador de cumplimiento del orden y delimitación, se llevarán a cabo auditorías semanales de manera aleatoria por parte de los supervisores del área de producción, con el fin de verificar el mantenimiento del orden, la señalización y el cumplimiento de las prácticas establecidas en la planilla.

4. CONCLUSIÓN

A partir del análisis integral de la situación actual de la panificadora industrial ubicada en Mar del Plata, se logra cumplir con el objetivo principal de proponer mejoras que optimicen la eficiencia operativa, el aprovechamiento del espacio físico y la ergonomía del personal en los procesos de producción de pan de molde y pan de viena.

Una vez realizado el diagnóstico, se llevó a cabo un análisis crítico de los principales aspectos que afectan el desempeño del sistema productivo. Se evaluaron la metodología de trabajo, la distribución física de las áreas, los recorridos de materiales y operarios, los problemas ergonómicos, los cuellos de botella, y la documentación asociada a los procesos. Este enfoque permitió identificar oportunidades concretas de mejora y diseñar soluciones aplicables en el corto y mediano plazo.

Las propuestas de mejora que surgen son:

- Rediseño del laboratorio de núcleos: se reorganiza el espacio de trabajo incorporando mesas hidráulicas y canastos inclinados, lo que permite mejorar la postura de los operarios, reducir tiempos improductivos y facilitar el acceso a materiales. Las mejoras pueden verse reflejadas en una reducción del 10 % en operaciones y un 37% de transportes.
- Mejora ergonómica en la divisora volumétrica: se propone ajustar la altura de trabajo mediante plataformas elevadoras y reubicar el equipo para evitar posturas forzadas, reduciendo el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.
- Optimización del traslado post-horneado: se reemplaza el sistema actual por cintas transportadoras de banda curva, eliminando desniveles que deforman los panes y asegurando un flujo continuo y controlado del producto.
- Mejora en la aplicación de conservantes: se automatiza el proceso mediante sistemas de dosificación controlada, estandarizando la operación y reduciendo variabilidad en la calidad del producto final.
- Rediseño del transporte de carros bandejeros: se incorpora un sistema de cintas transportadoras específicas para carros, se delimitan rutas de circulación y se implementa señalización visual para evitar interferencias y mejorar la organización del área de moldeado. Las mejoras reducen un 18% la distancia total recorrida por los carros y una disminución de 40 m en el camino de los operarios.
- Nueva distribución en planta orientada al producto: se reorganizan las áreas de trabajo siguiendo la secuencia lógica del proceso, lo que permite reducir recorridos innecesarios, mejorar la interacción entre sectores y facilitar el control operativo.

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

- Implementación de indicadores de control: se definen métricas como el tiempo promedio de preparación de núcleos, el porcentaje de panes deformados y el cumplimiento del orden en planta, que permiten monitorear el impacto de las mejoras y facilitar la toma de decisiones.

A partir de estas propuestas de mejora, se espera lograr una reducción significativa en los tiempos improductivos, una mejora en la calidad del producto final y una mayor seguridad para los operarios. Si bien algunas mejoras requieren inversión en equipamiento, su implementación progresiva y acompañada de capacitación permitirá consolidar un sistema productivo más eficiente y sostenible.

Finalmente, se puede afirmar que los objetivos propuestos se cumplen satisfactoriamente, y que los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera resultan fundamentales para comprender el proceso, diagnosticar sus debilidades y diseñar soluciones técnicas que aporten valor real a la organización.

5. BIBLIOGRAFÍA

ADK (s.f.). Catálogo de productos. Extraído el 18 de junio de: <http://adk.com.ar/index.php>

Argental S.A. (s.f.). Catálogo de productos. Extraído el 18 de junio de: <https://argental.com.ar/>

Camprodón. (s.f.). Catálogo de máquinas para transporte. Extraído el 31 de agosto de: <https://camprodon.biz/>

Código Alimentario Argentino (Decreto-Ley N° 18.284/1969). Boletín Oficial de la República Argentina.

Criollo García, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw-Hill

Decreto 351/1979. Reglamentación de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina, 22 de mayo de 1979.

Hernández Matías, J. C & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación*. Fundación EOI.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2018). *Guía para la implementación del programa 5S [PDF]*. Recuperado de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/tecnologia-de-gestion/guia-implementacion-5s.pdf>

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2023). *Estudio antropométrico argentino: Informe técnico [PDF]*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar>

Kunawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ª ed. revisada). OIT.

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de operaciones: Procesos y cadenas de valor* (8ª ed.). Pearson Educación.

Mega Escaleras – Logística. (s.f.). Catálogo de productos. Extraído el 31 de agosto de: <https://megaescaleras.com.ar/categoria/productos/>

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12ª ed). McGraw-Hill/Interamericana Editores.

Pantecnica S.A. (s.f.). Catálogo líneas de producción. IMEPA. Extraído el 18 de junio de: <https://www.imepa.com.ar/>

Pantecnica S.A. (s.f.). Catálogo de máquinas para panificados. IMEPA. Extraído el 31 de agosto de: <https://www.imepa.com.ar/>

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

Render, B., & Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones* (9ª ed.). Pearson Educación.

SENASA. (2023). *Buenas prácticas para la manipulación de alimentos*. Dirección Nacional de Calidad e Inocuidad Agroalimentaria

Stephens, P. M., & Meyers, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson Educación

6. ANEXO

6.1. Anexo 1: Producción mensual

Según datos proporcionados por la empresa en el mes de mayo y, tomando en consideración que no hay variación estacional definida, la siguiente tabla es representativa para la producción:

Fecha	Panes totales	Según tipo de pan		Descarte
		Molde	Viena	
5/5	17161	10708	6249	204
6/5	21748	21632		116
7/5	22886	17199	5375	312
8/5	26566	22441	3880	245
9/5	28443	25760	2372	311
10/5	23863	18072	5671	120
11/5	6921	-	6921	-
12/5	9588	9296	-	292
13/5	24064	23850	-	214
14/5	26160	25835	-	325
15/5	22334	22096	-	238
16/5	30774	23897	6472	405
17/5	21037	20792	-	245
18/5	26690	15154	11326	210
19/5	14578	8738	5476	364
20/5	30417	25057	4972	388
21/5	31239	24595	6390	254
22/5	27623	23055	4217	351
23/5	27694	20938	6157	599
24/5	17652	11186	6274	192
25/5	19430	12458	6799	173
26/5	16103	11323	4587	193
27/5	-	-	-	-
28/5	-	-	-	-
29/5	12727	12479	-	248
30/5	24472	18847	5471	154
31/5	15588	7422	7812	354
TOTAL	545758	432830	106421	6507

Figura 43: Producción mensual de mayo
Fuente: Elaboración propia

6.2. Anexo 2: Cálculo de capacidad por etapa

Amasado

- Piezas por batch = $170.000\text{g}/500\text{g}=340$ piezas.
- Batches/h = $60/20=3$.
- Capacidad por amasadora = $340\times 3=1.020$ piezas/h.
- Capacidad total (4) = $1.020\times 4=4.080$ piezas/h.

Formado / Moldeado

- Por línea: $3600/5=720$ piezas/h.
- Total (2 líneas): $720\times 2=1.440$ piezas/h.

Fermentación

- Área de la cámara: $24,4 \times 6,4 \text{ m} = 156,16 \text{ m}^2$
- Área de un carro: $0,84 \times 0,77 \text{ m} = 0,6468 \text{ m}^2$
- Carros posibles (100% ocupación): 241 carros
- Capacidad por carro: 150 panes
- Capacidad total por carga (100%): $241 \times 150 = 36.150$ panes
- Con tiempo de fermentación de 2 h $\rightarrow 18.075$ panes/h

Si consideramos un 90% de ocupación (dejando pasillos y maniobra):

- Carros posibles: 217 carros
- Capacidad por carga: $217 \times 150 = 32.550$ panes
- Capacidad horaria: 16.275 panes/h

Horno continuo

- Dato operativo: 40 panes cada 25 s (tanda).
- Tandas/h = $3600 \text{ s/h} / 25 \text{ s/tanda} = 144$ tanda/.
- Capacidad horno = $144\times 40=5.760$ panes/h.

Enfriado (30–60 min)

- Dimensiones del área: $13 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 195 \text{ m}^2$
- Ocupación considerada: 90% (dejando pasillos y maniobra) \Rightarrow área útil = $175,5 \text{ m}^2$
- Área de un carro: $0,84 \text{ m} \times 0,77 \text{ m} = 0,6468 \text{ m}^2$
- Cantidad máxima de carros: $175,5/0,6468= 271$ carros

Propuesta de mejora en la distribución en planta y en los procesos de producción en una panificadora de Mar del Plata

- Capacidad por carro (pan de molde chico): $10 \text{ pisos} \times 3 \text{ bandejas} \times 5 \text{ panes} = 150 \text{ panes}$
- Capacidad total: $271 \times 150 = 40.650 \text{ panes}$

Pulverizado

- $8 \text{ panes}/30 \text{ s} \Rightarrow (8/30) \text{ pan/s} = 0,2667 \text{ pan/s}$.
- Capacidad = $0,2667 \times 3600 = 960 \text{ panes/h}$.

Envasado

- Por línea: $2 \text{ panes}/10 \text{ s} \Rightarrow 0,2 \text{ pan/s} = 720 \text{ panes/h}$.
- Total sección (dos líneas en paralelo) = $720 \times 2 = 1.440 \text{ panes/h}$.