

DIAGNÓSTICO DEL CONTROL DE INVENTARIOS EN LAS PANADERÍAS DE TIPO
MICROEMPRESA DE LA CIUDAD DE PASTO (COLOMBIA) Y MODELO MATEMÁTICO
PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

MARÍA FERNANDA MARTÍNEZ ARTEAGA
CANDIDATA A MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

ASESOR DE TESIS:
CIRO ALBERO AMAYA GUIO

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

2016

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	6
INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.2. PROBLEMA	8
1.2.1. Descripción del problema.....	8
1.3. OBJETIVOS.....	9
1.3.1. Objetivo general	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN LAS PANADERÍAS DE TIPO MICROEMPRESA DE LA CIUDAD DE PASTO (COLOMBIA)	12
2.1. APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS	12
2.2. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS	15
2.3. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN.....	16
2.4. ANÁLISIS DE COSTOS	17
2.5. ASPECTOS A MEJORAR.....	19
<i>CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2</i>	19
CAPÍTULO 3: MODELO MATEMÁTICO DE MANEJO DE INVENTARIOS CON RESTRICCIONES DE CAPACIDAD Y VENCIMIENTO, CASO DE APLICACIÓN: PANADERÍAS DE TIPO MICROEMPRESA DE LA CIUDAD DE PASTO (COLOMBIA)	20
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	20
3.1. Descripción del proceso de compra de los materiales.....	20
3.2. Consumo de los materiales.....	21

3.3.	PROPUESTAS	21
3.3.1.	Recolección de información	21
3.3.2.	Capacitaciones	22
3.3.3.	Modelo aplicado al manejo de inventario para el caso de estudio	22
3.3.3.1.	Pronóstico de la demanda (consumo)	22
3.3.3.2.	Factores del pronóstico	23
3.3.3.3.	Sistema de control	24
a.	<i>Primera etapa</i>	25
b.	<i>Segunda etapa</i>	29
c.	<i>Tercera etapa</i>	32
3.3.3.4.	Ejemplo numérico	38
	<i>CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 3</i>	43
	CONCLUSIONES	45
	REFERENCIAS	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de materiales a almacenar	14
Tabla 2. Prueba de máxima verosimilitud consumo de harina.....	15
Tabla 3. Costos de almacenamiento por dimensiones promedio de insumos	17
Tabla 4. Costos de insumos para la unidad de pan.....	18
Tabla 5. Ejemplo de costos por pérdida de materiales	18
Tabla 6. Características del consumo de materiales.....	21
Tabla 7. Modelo de pronóstico según el patrón del consumo	23
Tabla 8. Parámetros del modelo de manejo de inventario, primera etapa.....	26
Tabla 9. Parámetros del modelo de manejo de inventario, Segunda etapa	29
Tabla 10. Parámetros del modelo de manejo de inventario, segunda etapa.....	33
Tabla 11. Rangos de costos según las cantidades de material a pedir.....	34
Tabla 12. Resultados de la aplicación del modelo de manejo de inventario propuesto	37
Tabla 13. Ejemplo de parámetros, primera etapa.....	38
Tabla 14. Ejemplo aplicación de modelo, primera etapa	39
Tabla 15. Ejemplo de parámetros, segunda etapa	39
Tabla 16. Ejemplo aplicación de modelo, segunda etapa.....	40
Tabla 17. Ejemplo de parámetros, tercera etapa	40
Tabla 18. Ejemplo de rangos de costos según las cantidades de material a pedir.....	41
Tabla 19. Resultados de los costos a pedir según el tamaño del pedido	41
Tabla 20. Resultados de los costos de lote según el tamaño del pedido	41
Tabla 21. Resultados del rendimiento según el tamaño del pedido	42
Tabla 22. Resultados de los costos relevantes según el tamaño del pedido.....	42
Tabla 23. Unidades a evaluar	42
Tabla 24. Cantidad de material a pedir con el mínimo costo relevante	43
Tabla 25. Resultados de la aplicación del modelo de manejo de inventario propuesto.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos a analizar	13
Figura 2. Prueba de máxima verosimilitud consumo de harina	15
Figura 3. Diagrama causa efecto “Almacenamiento”	16
Figura 4. Caso de pedido intermedio	36
Figura 5. Diagrama de proceso del modelo de inventario.....	37

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Esta investigación está enfocada en analizar el control que se lleva a cabo de los inventarios en las Panaderías del tipo Microempresa de la ciudad de Pasto (Colombia), para presentar una propuesta de mejoramiento que apoye al empresario en la toma de decisiones correspondientes al almacenamiento de sus materias primas e insumos.

Para su desarrollo se plantea como problema ¿Cómo estructurar una propuesta de manejo de inventarios de las panaderías de tipo microempresa que permita reducir riesgos de pérdida, disminuir costos e incrementar la rentabilidad?, se plantea como objetivo general analizar el actual manejo de inventarios de las panaderías de tipo microempresa y estructurar una propuesta de mejoramiento que permita reducir riesgos de pérdida, disminuir costos e incrementar la rentabilidad, y como objetivos específicos analizar el sistema actual de manejo de inventarios de las panaderías de tipo microempresa y presentar una propuesta de manejo de inventarios que se adapte a las necesidades de las panaderías de tipo microempresa.

Para la recolección de información se utilizaron instrumentos como: entrevistas, encuestas, observación directa y el seguimiento de casos puntuales (UNAD, s.f.) para la elaboración del diagnóstico, además se consultaron artículos de revistas científicas especializadas para la generación de propuestas de mejoramiento.

Según Registros Públicos de Cámara de Comercio Pasto existen 210 establecimientos inscritos en el Municipio de Pasto para el 2016, de ellos 72 propietarios conforman la asociación de panaderos ASOPPANAR con quienes se realizó esta investigación.

El presente documento indica el recorrido metodológico realizado, los resultados encontrados y la propuesta final aplicada.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La realización de una correcta gestión de inventarios, es de vital importancia para las microempresas existentes en la ciudad de Pasto (Colombia), ya que de ella se pueden obtener beneficios económicos por la reducción de los costos, gracias a un adecuado almacenamiento del inventario, a la realización de una mejor planeación del aprovisionamiento de las materias primas, insumos, y demás materiales utilizados para la elaboración de los productos; utilizando esta información para generar las estrategias pertinentes.

Considerando que los inventarios son un activo importante para la mayoría de las Mypimes, es necesario llevar un manejo eficiente del capital invertido en materias primas más aun si es un material perecedero, ya que de su apropiada utilización depende la rentabilidad que obtendrá la empresa por la producción de un bien. Una inadecuada administración de los inventarios puede traer consecuencias económicas negativas para las microempresas como los costos generados por tener exceso o falta de materiales, mantener continuamente en inventario materiales de baja circulación, desaprovechar descuentos o facilidades de pago de los proveedores por no contar con la información oportuna entre otros.

La motivación de este proyecto tiene su origen en la situación de la realidad de las MYPIMES en la ciudad de Pasto, las cuales requieren sistemas de manejo de inventarios que apoyen su toma de decisiones. Las panaderías son un tipo de microempresa en crecimiento (Raddar S.A., 2006), en donde se trabaja con alimentos perecederos y reconociendo la necesidad del gremio por evolucionar en sus técnicas administrativas, se decide realizar esta investigación con la asociación de panaderos de Pasto y Nariño ASOPPANAR.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema

Según un estudio del Centro de Investigaciones de la Escuela de Finanzas y Comercio Exterior de la Universidad Sergio Arboleda, las MIPYMES generan más del 50% del empleo nacional, significan el 36% del valor agregado industrial, el 92% de los establecimientos comerciales y el 40% de la producción total del país (Puyana, 2011).

Los problemas más frecuentes que enfrentan las empresas, en cuanto al control de inventarios, radica en que no se tiene conciencia de la importancia de contar con información suficiente y útil para minimizar costos de producción, aumentar la liquidez, mantener un nivel de inventario óptimo y comenzar a utilizar la tecnología con la consecuente disminución de gastos operativos (Aguilar, 2005). Una de las principales características de las panaderías de tipo microempresa de la región es que son de constitución familiar y operan en establecimientos arrendados.

Entre las problemáticas que se presentan en este tipo de microempresa están: La delegación de actividades de control y administración a niveles de trabajo informal, como el caso de la planeación, la recepción y el registro de los materiales sin una adecuada capacitación del personal. Esta situación determina la deficiencia o la falta de registros y controles del inventario, otro inconveniente son los costos a asumir por las pérdidas de materiales por obsolescencia.

Otro aspecto a atender son las restricciones de espacio y capacidad de almacenamiento que al no ser considerados ocasionan costos adicionales por problemas de sub utilización ó de sobre utilización del espacio.

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo estructurar una propuesta de manejo de inventarios de las panaderías de tipo microempresa que permita reducir riesgos de pérdida, disminuir costos e incrementar la rentabilidad?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Analizar el actual manejo de inventarios de las panaderías de tipo microempresa y estructurar una propuesta de mejoramiento que permita reducir riesgos de pérdida, disminuir costos e incrementar la rentabilidad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el sistema actual de manejo de inventarios de las panaderías de tipo microempresa.
- Presentar un modelo matemático para el manejo de inventarios que se adapte a las necesidades de las panaderías de tipo microempresa.

1.4. METODOLOGÍA

Se realiza una Investigación Exploratoria (UNAD, s.f.), debido a las características propias del proyecto en cuestión, como son la ausencia de investigaciones previas y el desconocimiento de los controles administrativos que se llevan a cabo en las Panaderías del tipo Microempresa de Pasto – Colombia,

La investigación está enfocada en analizar el control que se lleva a cabo de los inventarios en las Panaderías del tipo Microempresa de Pasto – Colombia, para posteriormente presentar un modelo matemático de gestión de inventarios que se adapte a las necesidades del sector.

inicialmente se realizaron visitas de observación a diferentes panaderías caracterizadas por ser de tipo Microempresa, las cuales se dedican a la elaboración de pan y repostería, tanto de fabricación artesanal como de producción en masa, en donde se aplicaron 5 instrumentos de recolección de información (3 encuestas y 2 formatos) que se explican a continuación:

1. Encuesta de reconocimiento de la asociación de panaderos
2. Encuesta de identificación de problemas y necesidades
3. Encuesta de consumo de materiales periódico
4. Formato de características de los materiales
5. Formato de documentación del consumo periódico de materiales

Con la información recolectada se elabora un diagnóstico del actual manejo de inventario, en donde se identifican las falencias del sistema como la ausencia de registros formales y el desconocimiento de un modelo matemático que apoye la toma de decisiones del empresario, para ello se inicia el proceso de búsqueda de métodos de control de inventario que puedan ser aplicados directamente o adaptados a esta situación en particular.

La búsqueda de artículos científicos se enfocó en aspectos como:

- El manejo de inventario en Mipymes (Arcusin, Rossetti y Quiroga, 2015), (Camacho y Martínez, 2008) y (Gámez, Pérez, Ramírez y Soto, 2010).
- La aplicación y adaptación de modelos de inventario a situaciones particulares (Camacho y Martínez, 2008) y (De León, González y Laviano, 2011).

Y tuvo en cuenta los 2 ejes principales como son:

- Función objetivo: reducción de costos en el manejo de inventarios.
- Control de artículos perecederos.

(Bravo, Ordoñez y Orejuela, 2015), (Levner y Perlman, 2014) y (Tseng y Yang, 2015).

Además de la búsqueda de modelos de control de inventario clásicos en la bibliografía de Nahmias, (2007) y Vidal (2005).

Posteriormente se categorizan los materiales de consumo en las panaderías (materias primas e insumos), teniendo en cuenta la investigación realizada por Pérez y Torres, (2014). Finalmente se investigaron los métodos de comparación de costos para seleccionar la relación entre cantidad y costo que cumpla los requerimientos de servicio y minimicen los costos de adquisición vs. los de almacenamiento (Horngren, Datar y Rajan, 2012).

A continuación en el Capítulo 2: *Diagnóstico del manejo de inventarios en las panaderías de tipo microempresa de la ciudad de Pasto (Colombia)*, se presenta el procedimiento, los resultados y las conclusiones del análisis del manejo de inventario que se lleva a cabo en la actualidad.

En el Capítulo 3: *Modelo matemático de manejo de inventarios con restricciones de capacidad y vencimiento, caso de aplicación: panaderías de tipo microempresa de la ciudad de Pasto (Colombia)*, se presenta la búsqueda y adaptación de un modelo matemático para la gestión de inventarios del caso de estudio en cuestión.

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN LAS PANADERÍAS DE TIPO MICROEMPRESA DE LA CIUDAD DE PASTO (COLOMBIA)

En este capítulo se investiga el manejo de inventario que se lleva a cabo en las panaderías de tipo microempresa de la ciudad de Pasto (Colombia), identificando las falencias del sistema y los posibles aspectos a mejorar.

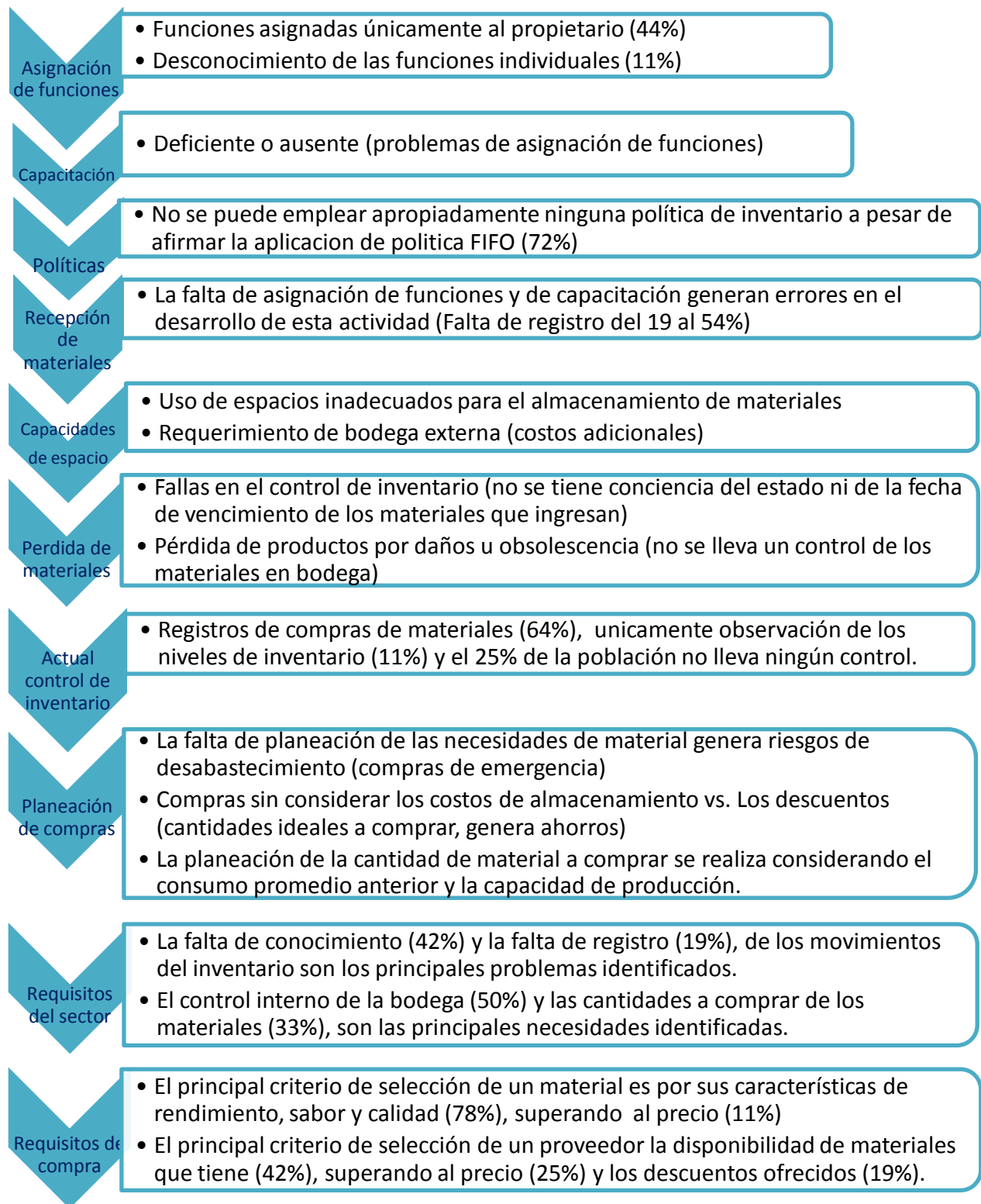
2.1. APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos de recolección de información aplicados en este capítulo se explican a continuación:

“**Encuesta #1**” aplicación del instrumento al representante legal de la asociación de panaderos local (ASOPPANAR), con ella se recoge información concerniente a la formación y al actuar dentro de dicho organismo, así como el número de asociados para calcular el tamaño de la muestra.

“**Encuesta #2**” con su aplicación se evalúa el estado actual del manejo de inventario en el que se encuentran las panaderías de tipo microempresa de la región, analizando 10 aspectos principales en la Figura 1:

Figura 1. Aspectos a analizar



Adicionalmente se identificaron tres tipos de riesgos que generan costos adicionales:

1. Riesgos de desabastecimiento: por problemas en la planeación y falta de registros (75% de la población).
2. Riesgos de desconocimiento de capacidades: tanto de producción como de almacenamiento.
3. Riesgos de pérdida de materiales: por caducidad, deficiente distribución en bodega y uso de espacios no adecuados para su almacenamiento (69% de la población)

La principal razón que reconocen los encuestados para no llevar un adecuado manejo de inventario es la falta de conocimientos (42%), seguido de la falta de registro formal de los materiales (19%) y de un 17% que definitivamente no considera importante llevar un control de inventario.

“**Encuesta #3**” la aplicación de este instrumento pretende encontrar las relaciones existentes entre el consumo de harina vs. El número de trabajadores, el consumo de harina vs. El número de hornos y el consumo de harina vs. El tipo de producto a fabricar, además del número promedio de días de producción a la semana y el promedio de horas laborales al día.

“**Formato #1**” con su aplicación se analizaron las características de los materiales con los cuales se trabajaría y se identifican 8 categorías principales a almacenar en cada panadería del tipo microempresa (ver Tabla 1):

Tabla 1. Categoría de materiales a almacenar

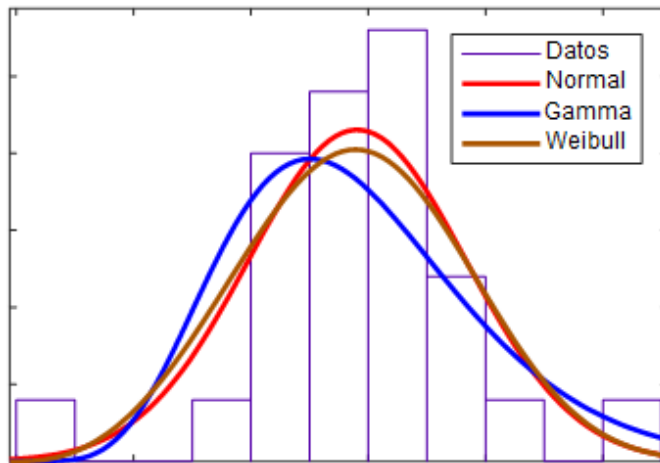
Categoría	Material
Combustible	Gas estacionario, Gas pipeta
Complemento	Esencias Coco rayado, brevas, pasas, fruta cristalizada, manjar, crema, salvado de trigo, mogolla, etc.
Endulzante	Azúcar granulada, pulverizada, panela
Grasa	Margarina, mantequilla, aceite
Harina	Harina con mejorante (pan), harina sin mejorante (repostería)
Huevos	Tamaños A, AA, AAA
Leudante	Levadura fresca, instantánea, en polvo y polvo de hornear
Sal	Refinada y yodada

“**Formato #2**” con su aplicación se recolecto la información del comportamiento de consumo por material, con esta información se realizan los pronósticos de consumo y adicionalmente permiten analizar los comportamientos de distribución que con prueba de máxima verosimilitud en Matlab versión 2015 se aproximan a una distribución normal por la aleatoriedad de sus valores (ejemplo consumo promedio de harina ver Tabla 2 y Figura 2).

Tabla 2. Prueba de máxima verosimilitud consumo de harina

Distribución	Normal	Gamma	Weibull
Máxima verosimilitud	-165.528	-168.657	-166.387
Dominio	$-\infty < y < \infty$	$0 < y < \infty$	$0 < y < \infty$
Media	581.1	581.1	576.667
Varianza	34350.6	46627.9	35779.1

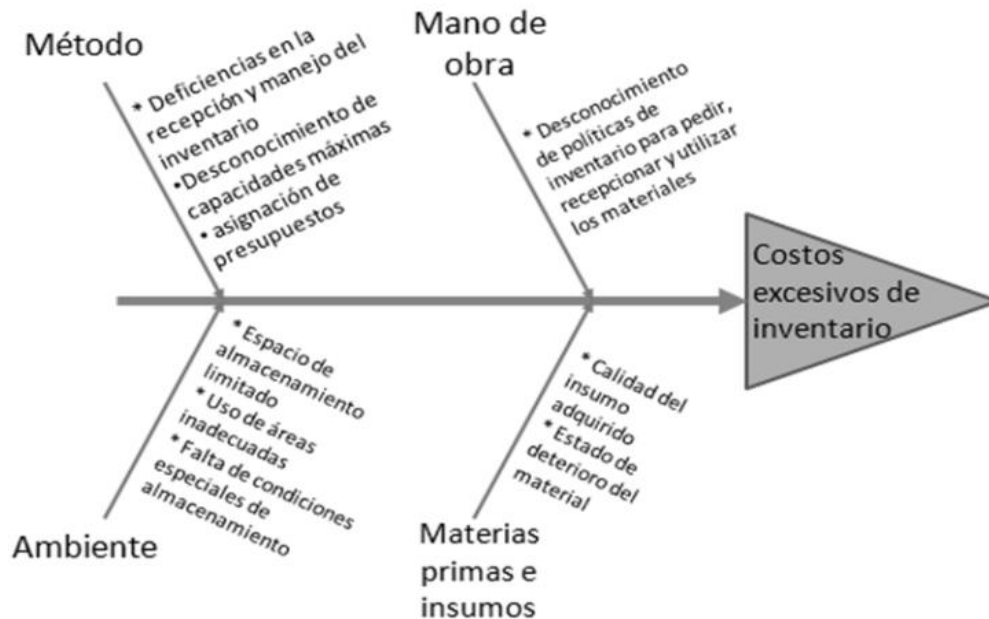
Figura 2. Prueba de máxima verosimilitud consumo de harina



2.2. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

En el diagrama causa efecto (Figura 3) se describen las causas identificadas por la observación y la aplicación de instrumentos en las actividades concernientes al almacenamiento y aquellas causas que generan costos en exceso en las panaderías de la ciudad de Pasto.

Figura 3. Diagrama causa efecto “Almacenamiento”



2.3. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

En la ciudad de Pasto (Colombia) se encontró una gran variedad de productos de panadería y pastelería entre recetas típicas como hallullas, pambazos, pambazas, palanquetas, guaguas de pan, pancacho, pan de suelo, pan de yema, pan de cuajada, mollete, panuchas, quimbolitos, corchos, conos, pasteles y tortas de queso, aplanchados, moncaibas, roscones y rosquillas, etc., así como productos reconocidos a nivel nacional como el pan de coco, pan francés, etc.

En la panificación industrial se planea la producción de un tipo específico de pan teniendo en cuenta el gramaje del producto final, que en la ciudad de Pasto oscila entre 40 y 50 gramos por cada pan horneado, se formula teniendo como referencia los gramos de harina (UNAD, s.f., cap. 4).

2.4. ANÁLISIS DE COSTOS

Bajo los siguientes supuestos:

- El precio de venta unitario actual es de \$167 ó 6 panes por \$1.000 (Encuesta #1)
- Un único panadero, con jornada laboral de 8 hr * 6 días y un salario básico mensual de \$1'085.981 (Duque, 2016).
- El consumo promedio de harina por operario es de 1,11 bultos/día = 55,35 Kg/día = 1926 panes de 50gr/día (Encuesta #3).
- Costo promedio del galón de gas propano es de \$5.033 (Formato #2)
- Consumo promedio de gas propano para 1,11 bultos de harina al día es de 3,45 galones/día (Formato #2).
- Costo promedio del arrendamiento de m² \$22.693 (bienesonline, 2016), (fincaraiz, 2016), (icasas, 2016), (mitula, 2016). En la Tabla 3 se calcula el costo de arrendamiento por material según sus dimensiones:

Tabla 3. Costos de almacenamiento por dimensiones promedio de insumos

MATERIAL	Largo (cm)	Ancho (cm)	M ²	Costo m ² /mes
Harina fina	80	56	0,448	\$ 10.166
Huevos	25	25	0,063	\$ 1.418
Endulzante (Azúcar)	77	49	0,377	\$ 8.562
Grasa (Margarina)	32,6	23,6	0,077	\$ 1.746
Leudante (nevera)	70	73	0,511	\$ 11.596
Sal	77	49	0,377	\$ 8.562
Esencia	20	20	0,040	\$ 908

- Una panadería equipada con los elementos eléctricos básicos como: nevera, amasadora, pesa, horno, bombilla tiene un costo de electricidad mensual de \$140.661 (CEDENAR, 2016).
- Los gastos mensuales promedio de servicios de vigilancia y telefonía son de \$83.700 (precio de 2016)
- Los errores en la producción son del 5% por defectos y por falta de ventas (solo 1830 panes se logran vender al día).
- Formulación de pan industrial de 50 gramos (ver Tabla 4).

Tabla 4. Costos de insumos para la unidad de pan

Insumo	%*	Gramos	Costo / Material**
Harina	100%	28,74	\$ 45,13
***Agua	51%	14,66	\$ 0,02
Huevo	10%	2,87	\$ 17,74
Esencia	1%	0,29	\$ 5,76
Azúcar	4%	1,15	\$ 2,82
Grasa	3%	0,86	\$ 3,90
Levadura	3%	0,86	\$ 4,94
Sal	2%	0,57	\$ 0,31
TOTAL	174%	50	\$ 80,62

Fuente: *Procesos industriales de panificación (UNAD, s.f., cap. 4), **Promedio de costos 2016, *** EMPOPASTO (s.f.).

Con esta información se calcula el precio promedio de la unidad de producto (Pan industrial) en \$125,25 incluyendo el costo de los errores en producción y venta (5%), generando una ganancia unitaria de \$41,75 y una rentabilidad del 25%.

Bajo las anteriores condiciones la ganancia mensual es de \$1.833.660/mes (\$41,75 pan * 24 días/mes * 1830 panes vendidos/día).

Cada vez que un empresario pierde un material por vencimiento o por malas condiciones de almacenamiento, la rentabilidad se ve afectada, ver Tabla 5:

Tabla 5. Ejemplo de costos por pérdida de materiales

Escenarios de pérdidas de materiales	Ganancia mensual	Rentabilidad
	1.833.660	25%
Caja de margarina vencidas (1 mes almacenada)	-\$68.500	-1,9%
Comprar 1 caja extra de margarina	-\$68.000	
Pérdida de 30 huevos (Mala ubicación)	-\$9.305	-0,26%
Comprar 1 cubeta extra de huevos	-\$8.523	
kilo de levadura pérdida (falta de control)	-\$5.830	-0,15%
Comprar 1 caja extra de levadura	-\$4.817	
Compras de emergencia (2 trayectos en transporte público)	-\$8.000	-0,1%
Ganancia mensual	\$1.660.685	22,6%

Por lo tanto es relevante tomar acciones correctivas ante los riesgos que implican pérdidas de materiales e incrementos de costos.

2.5. ASPECTOS A MEJORAR

- Capacitar a los empresarios de la necesidad de llevar un control efectivo del inventario.
- Recolectar la información de capacidades de almacenamiento y producción.
- Se debe llevar a cabo una asignación de funciones para cada empleado del establecimiento.
- Se deben adoptar mecanismos formales de recolección de información, como fichas técnicas y softwares de contabilidad para estandarizar el control y el manejo de inventario.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2

- El recorrido realizado en este capítulo inicia en la observación directa y en la aplicación de instrumentos para la recolección de información a las panaderías de tipo microempresa de Pasto (Colombia), para posteriormente realizar un diagnóstico del actual manejo de inventarios, encontrando así sus falencias y los posibles aspectos a mejorar.
- La capacitación inicial al empresario sobre la necesidad y las ventajas obtenidas al implementar un modelo de inventario apoya el mejoramiento de este aspecto.
- En las panaderías de tipo microempresa de Pasto (Colombia), existe un problema común y es la falta de control en la información de sus negocios, el llevar la información sin formalidad (formatos, fichas, etc.) no permite realizar un manejo adecuado de los materiales, de los costos y capacidades de producción, de los porcentajes de ganancia, entre otros aspectos, generando una situación de incertidumbre en las finanzas del negocio.
- No se encuentra en la literatura un modelo matemático que se aplique perfectamente a las necesidades de las panaderías de tipo microempresa de Pasto (Colombia), por lo tanto es necesario realizar una adaptación.

CAPÍTULO 3: MODELO MATEMÁTICO DE MANEJO DE INVENTARIOS CON RESTRICCIONES DE CAPACIDAD Y VENCIMIENTO, CASO DE APLICACIÓN: PANADERÍAS DE TIPO MICROEMPRESA DE LA CIUDAD DE PASTO (COLOMBIA)

En este capítulo se investigan los modelos matemáticos utilizados y adaptados en diferentes casos de aplicación, para presentar un modelo que cumpla con los requerimientos y restricciones que requiere el caso de estudio en cuestión.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.1. Descripción del proceso de compra de los materiales

En la compra de los diferentes materiales requeridos para la elaboración de productos de panadería, se deben considerar posibles descuentos por cantidad que en la actualidad no pueden ser adecuadamente aprovechados por la falta de información (formal) de las restricciones de capacidad y de consumo, por lo tanto dichas decisiones se toman al azar, esta situación conlleva a problemas de sobrecostos por almacenar cantidades excesivas de materiales sin considerar el consumo, ni los costos de almacenamiento, además de los riesgos existentes de pérdida de producto por caducidad.

En este aspecto es importante considerar las categorías de inventario que se presentan según las características propias del material y las condiciones de venta del proveedor, en este caso se adaptan 4 de los modelos encontrados en la investigación de Pérez y Torres, (2014):

- Permite faltantes: Aquellos materiales de baja rotación.
- Políticas de pago: Aplicación de descuentos.
- Valor del dinero en el tiempo: Aplicación de modelos de pronóstico para proyectar el precio.
- Multiproducto: Control de inventario de múltiples productos (Revisión periódica).

3.2. Consumo de los materiales

El comportamiento del consumo de los diferentes materiales presentes en una panadería promedio, siguen las siguientes características (ver Tabla 6):

Tabla 6. Características del consumo de materiales

Consumo de materiales	<ul style="list-style-type: none">• Comportamiento independiente.• Por la aleatoriedad presentada en el consumo de materiales se asume una distribución normal.• Patrones estacionarios y patrones con leve tendencia creciente o decreciente.
Tipo de deterioro	Fijo: tiene en cuenta la fecha de vencimiento del proveedor ó lo determina con un promedio de tiempo según su experiencia.

3.3. PROPUESTAS

3.3.1. Recolección de información

Por la carencia de registros formales, es necesario iniciar las propuestas de mejoramiento recolectando la siguiente información:

Fichas de única aplicación, con actualizaciones esporádicas:

1. Información de proveedores
2. Información general (producción, mano de obra, establecimiento, etc.)
3. Características de las materias primas e insumos
4. Formulación de productos finales

Fichas de aplicación periódica:

5. Información de clientes
6. Recepción de materiales
7. Revisión del nivel de inventario
8. Pago de facturas mensuales

3.3.2. Capacitaciones

1. Manejo de fichas físicas (ficha 5 a 8)
2. Subir información al sistema (fichas 1 a 8)
3. Recepción de pedidos y organización de bodega

3.3.3. Modelo aplicado al manejo de inventario para el caso de estudio

En las panaderías de tipo microempresa de la ciudad de Pasto, se trabaja con diferentes materiales que por sus características propias se clasifican en una de las 8 categorías encontradas (Combustible, Complemento, Endulzante, Grasa, Harina, Huevos, Leudante y Sal).

Estos materiales generalmente tienen unas fechas de vida útil, por lo tanto no se deben adquirir cantidades de materiales cuyos tiempos de consumo superen estas fechas. Además se deben considerar las capacidades de espacio en la bodega y la competencia de los materiales por ocupar un mismo lugar (esta información debe mantenerse actualizada por medio de las fichas).

3.3.3.1. Pronóstico de la demanda (consumo)

En la revisión del comportamiento de consumo de los principales materiales se puede inferir que los patrones de demanda más frecuentes son aquellos con demanda estacionaria ó demanda con tendencia en el tiempo, para su reconocimiento se calcula el ángulo de la pendiente y se aplica el supuesto que toda grafica con ángulo superior a 10° es una demanda con tendencia, ya con esta selección se escoge el modelo de pronóstico que aplique al tipo de consumo (Vidal, 2005, p. 46) y que genere un mínimo en el error (Ver Tabla 7):

Tabla 7. Modelo de pronóstico según el patrón del consumo

Patrón del consumo	Modelo de pronóstico	Constantes
Estacionario	Promedio móvil simple	N = 5 semanas Trabaja con la información mensual, y el último periodo del mes anterior
	Promedio ponderado móvil	N = 5 semanas Trabaja con la información mensual, y el último periodo del mes anterior C _i = 10%, 15%, 20%, 25% y 30% Se da un peso porcentual y gradual a cada semana, considerando la inicial (C1) de menor importancia y la inmediatamente anterior (C5) de mayor importancia.
	Suavización exponencial simple	$\alpha = 0,1$ a $0,4$ Las constante de suavizamiento a probar no superan el $0,4$ por considerar que un $\alpha > 0,5$ podría trabajarse mejor con un modelo de suavización exponencial doble.
Tendencias crecientes o decrecientes	Suavización exponencial doble	$\alpha = 0,1$ a $0,4$; $\beta = 0,05$ a $0,35$ Las constante α a probar no supera el $0,4$ y β se prueba en cada α teniendo en cuenta que $\alpha > \beta$

Error: Para el cálculo del error de los modelos de pronóstico se escoge la medida del Error Cuadrático Medio (ECM) por su fácil aplicación, pero adicionalmente se analiza el comportamiento de los errores según su distribución alrededor de cero, de esta forma se escoge el modelo de pronóstico con menor error y mejor distribución de los datos.

Para Vidal (2005, p. 37), es necesario pronosticar el consumo semanal de la mayor parte de los insumos y materias primas que se emplean, por lo tanto es preferible dedicar más esfuerzo al manejo eficiente de los datos y a los procedimientos de administración del pronóstico, que al método de pronóstico en sí.

3.3.3.2. Factores del pronóstico

Para esta investigación se determinan los valores de los factores del pronóstico a continuación:

Periodo del pronóstico (R = Semana):

- Unidad de tiempo entera, de fácil planeación.
- Unidad ventajosa para el control de materiales de alta rotación.
- Reduce costos de revisión (en consideración a una revisión diaria) y reducir la variabilidad de la información (en consideración a una revisión mensual)

- Fácil implementación (Considerando que actualmente la revisión se realiza semanalmente pero de forma empírica, sin realizar los registros ni el análisis pertinente de la información observada).

Intervalo del pronóstico (Kci): La frecuencia de revisión individual (semanal), depende de la rotación del material a trabajar por ejemplo: $Kci = 1$, para los materiales de mayor rotación. (Hernández, 2010).

Horizonte de planeación (Semana): Para esta investigación el horizonte de planeación de los materiales a adquirir es la semana.

3.3.3.3. Sistema de control

Para esta investigación se decide trabajar con un sistema de revisión periódica para asegurar el nivel de servicio en cada periodo y considerar la aplicación de categorías de inventario multiproducto, donde se buscan las combinaciones de materiales y proveedores para cada periodo, adicionalmente se calculan las unidades máximas a pedir y con ellas se realiza un análisis de costos considerando las políticas de descuento del proveedor, respetando tanto los límites de capacidad de almacenamiento y de consumo, como los costos de almacenamiento.

La aplicación del modelo propuesto se basa en los siguientes supuestos:

- Los datos del proveedor son conocidos y constantes (tiempos de reaprovisionamiento y unidades mínimas para enviar pedidos).
- La capacidad de almacenamiento por material es conocida y limitada.
- Los consumos de los materiales tienen patrones estacionales o de tendencias (creciente o decreciente).
- Los tiempos de deterioro por material son fijos.
- Los costos fijos y variables relacionados con el almacenamiento son conocidos.
- Los datos se actualizan semanalmente.
- El modelo se corre semanalmente.

Para su aplicación es necesario dividir el modelo en 3 etapas:

Primera etapa: Consiste en calcular:

1. El nivel de inventario máximo, al que se debe llegar en el momento de pedir las cantidades de materiales necesarias para cumplir el requisito de consumo del periodo (asegurar el nivel de servicio).
2. La diferencia entre las cantidades existentes en el momento de revisión y el nivel de inventario máximo.

Segunda etapa: Consiste en calcular:

1. Las cantidades máximas de material a pedir según las capacidades de consumo y de almacenamiento del negocio.
2. Las cantidades intermedias de material a pedir, estimadas entre el pedido mínimo requerido para el periodo y el máximo según las capacidades de consumo y almacenamiento.

Tercera etapa: Consiste en calcular:

1. El costo relevante de cada alternativa de cantidad a pedir (mínima, máxima e intermedia)
2. Selección del tipo de pedido con el menor costo relevante

En caso de seleccionar la cantidad de pedido intermedio:

3. Discretizar las unidades a pedir desde el pedido de las cantidades mínimas requeridas hasta el pedido máximo.
4. Calcular los costos relevantes y seleccionar las unidades con el menor costo relevante.

Finalmente se presentan los resultados en una tabla resumen donde se exponen las cantidades ideales a pedir por material y sus requisitos de adquisición (número de pedidos por periodo, fechas de vida útil, etc.)

a. Primera etapa

- Nivel de inventario máximo.
- Cantidades requeridas a pedir para el periodo que inicia.

Conjuntos:

C : Conjunto de categorías de materiales,

$$C = \{1, 2, \dots, c, \dots, n\}$$

M_c : Sub conjunto de materiales de la categoría c ,

$$M_c = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$$

Parámetros:

Tabla 8. Parámetros del modelo de manejo de inventario, primera etapa

Unidad_{ci}	Es la presentación en la que el microempresario adquiere del material i de la categoría c (Bulto, caja, cubeta, bloque, etc.)
V_{ci}	Semanas de vida útil del material i de la categoría c .
K_{ci} K_{ci} < V_{ci}	Frecuencia de revisión del material i de la categoría c (Hernández, 2010, p. 23), se determina con respecto al periodo del pronóstico seleccionado (semanal)
L_{ci}	Semanas de reaprovisionamiento del material i de la categoría c , partiendo desde el día de revisión.
M_{ci}	Capacidad máxima de almacenamiento en unidades del material i de la categoría c .
P_{Uci}	Peso unitario en Kg del material i de la categoría c
N_{Sci}	Nivel de servicio del material i de la categoría c , (este valor se determina según el tiempo L_{ci} , considerando que los materiales con tiempos de entrega mayores puedan tener un stock de seguridad suficientemente grande para suplir una eventualidad)
I_{ci}	Inventario del material i de la categoría c al inicio del periodo

En la búsqueda de los materiales que se deben pedir en el periodo de revisión R y su cantidad mínima para evitar el desabastecimiento, se aplica el modelo de inventario de revisión periódica de tipo (R, S) por cada material individualmente, siguiendo las formulas encontradas en Vidal (2005):

D_{ci}: Proyección del consumo semanal del material i de la categoría c para el periodo que inicia (unidades/semana)

σ_{ci} : Desviación estándar de los datos históricos de consumo semanal del material i de la categoría c .

R_{ci}: Tiempo de revisión del material i de la categoría c (Hernández, 2010, p. 23)

$$R_{ci} = R * k_{ci} \quad \forall i \in M_c, \forall c \in C \quad (1)$$

Nivel de inventario máximo para la primera etapa:

Dci_(Rci+Lci): Consumo pronosticado del material i de la categoría c sobre el intervalo de tiempo (Rci + Lci)

$$\widehat{D}ci_{(Rci+Lci)} = \widehat{D}ci * (Rci + Lci) \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (2)$$

σ_{i(Rci+Lci)}: Desviación estándar estimada del consumo del material i de la categoría c sobre el intervalo (Rci + Lci)

$$\widehat{\sigma}ci_{(Rci+Lci)} = \widehat{\sigma}ci * \sqrt{(Rci + Lci)} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (3)$$

SSci: Stock de seguridad del material i de la categoría c (unidades)

$$Z_{NSci} = \text{Distr. norm. estand. inv}(NSci)$$

$$SSci = Z_{NSci} * \widehat{\sigma}ci_{Rci+Lci} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (4)$$

Sci: Nivel máximo de inventario del material i de la categoría c hasta el cual se ordena, (unidades)

$$Sci = \widehat{D}ci_{Rci+Lci} + SSci \quad \forall i \in Mc, \forall c \in C \quad (5)$$

Alarma:

Para garantizar que el nivel de inventario no sufra desabastecimiento (llegue a nivel 0), se tiene en cuenta un límite de unidades disponibles en bodega para advertir cuales son los materiales que deben pedirse en cada revisión.

$$Si: \begin{cases} I_{ci} \leq S_{ci}; & \text{Pedir} \\ I_{ci} > S_{ci}; & \text{No pedir} \end{cases}$$

Cantidades requeridas a pedir:

Las cantidades de materiales a pedir para cumplir los requisitos del periodo que inicia, se trabajan con el límite superior calculado (Sci) menos las unidades que se encuentran en el inventario al momento de la revisión, redondeando el valor al número superior:

$$\text{Unidades requeridas para el periodo que inicia}_{ci} =$$

$$Pm_{ci} = S_{ci} - I_{ci} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (6)$$

Se calculan los niveles de inventario anterior (IAP) y posterior a la llegada del pedido (NI):

*Nivel de inventario esperado antes de llegar el pedido*_{ci}

$$IAP_{ci} = I_{ci} - (\widehat{D}_{ci} * L_{ci}) \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (7)$$

El nivel de inventario esperado en el momento en que llegan los materiales pedidos, se obtiene de restarle al inventario actual el consumo que existe en el tiempo de reaprovisionamiento más las unidades requeridas para el periodo que inicia (Pm_{ci}):

Nivel de inventario esperado cuando llega Pm_{ci} =

$$NIm_{ci} = IAP_{ci} + Pm_{ci} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (8)$$

El índice de ocupación de la bodega se calcula con las capacidades de la bodega estimadas en kg y en el caso de los materiales que comparten un mismo espacio se calcula el peso de la categoría (MK_c):

$$MK_c = \frac{\sum_{i=1}^m M_{ci} * PU_{ci}}{m}, \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (9)$$

$$Si: \begin{cases} No comparte espacio; & \frac{NIm_{ci}}{M_{ci}} * 100\% & \forall i \in Mc \\ Comparte el espacio; & \frac{\sum_{i=1}^m (NIm_{ci} * PU_{ci})}{MK_c} * 100\% & \forall c \in C \end{cases} \quad (10)$$

En el caso de que el nivel de inventario supere el 100% indica que las cantidades a pedir son mayores a la capacidad de almacenamiento y se debe realizar más de un pedido en el periodo, también es un llamado de atención para el productor ya que indica que debe buscar una solución a este problema a largo plazo, por ejemplo: considerar el arrendamiento de una bodega externa, hacer acuerdos especiales con el proveedor para que distribuya una carga en varios lotes dentro del mismo periodo, etc.) con el fin de tener el espacio suficiente para el almacenamiento de los materiales que requiere en cada periodo.

El número de pedidos ($N_{Pm_{ci}}$) que se deben realizar al adquirir las cantidades de $P_{m_{ci}}$, es determinado por el índice de ocupación (IO_{ci} para materiales que no comparten el espacio o IO_c para materiales que si comparten)

$$S_i = \begin{cases} IO_{ci} ; IO_c \leq 100\%; 1 \text{ solo pedido} & \forall i \in M_c \\ IO_{ci} ; IO_c > 100\%; \text{mas de 1 pedido} & \forall c \in C \end{cases}$$

b. Segunda etapa

- Cantidades máximas a pedir según las capacidades de consumo y bodega.
- Cantidades intermedias a pedir (entre pedido mínimo requerido y pedido máximo).

Conjuntos:

C : Conjunto de categorías de materiales,

$$C = \{1, 2, \dots, c, \dots, n\}$$

M_c : Sub conjunto de materiales de la categoría c ,

$$M_c = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$$

Parámetros:

Tabla 9. Parámetros del modelo de manejo de inventario, Segunda etapa

$P_{m_{ci}}$	Pedido mínimo del material i de la categoría c
D_{ci}	Proyección del consumo semanal del material i de la categoría c para el periodo que inicia
V_{ci}	Semanas de vida útil del material i de la categoría c .
$P_{U_{ci}}$	Peso unitario en Kg del material i de la categoría c
M_{ci}	Capacidad máxima de almacenamiento en unidades del material i de la categoría c .
M_{Kc}	Capacidad máxima de almacenamiento de la categoría c en kg
I_{ci}	Inventario del material i de la categoría c al inicio del periodo
PA	Peso porcentual del nivel de accesibilidad en la toma de decisión de compra (según la importancia que se le otorgue a la accesibilidad de los materiales, por ejemplo 5%, donde el 95% restante corresponde al requisito de materiales y a la capacidad en bodega)
Accesibilidad$_{ci}$	Alta: 23,3%, Media: 33,3%, Baja: 43,3%

Pedido máximo:

Este tamaño de pedido (PM_{ci}) se calcula teniendo en cuenta las capacidades máximas de almacenamiento en la bodega, las fechas de vencimiento y los niveles de accesibilidad de los materiales:

El nivel de accesibilidad (NA_{ci}) se calcula de una variable cualitativa que se da a cada material y que posteriormente se le da un valor, este se multiplica por el peso total de la importancia que el microempresario le dé a este aspecto:

Alta: 23,3% * PA

Media: 33,3% * PA (11)

Baja: 43,3% * PA

Con las unidades requeridas para el periodo que inicia (Pm_{ci}), se calcula el pedido máximo que se puede realizar en el periodo actual sin sobrepasar la capacidad de la bodega y considerando el nivel de accesibilidad de cada material, cumpliendo la siguiente condición:

Si el material (i) comparte un mismo espacio de bodega con otro material de la misma categoría se pasan todas las unidades a una medida común (Kg) y con esta información se calcula el valor de PM_{ci} (redondear a menos):

$$PM_{ci} = \frac{\left[\frac{Pm_{ci} * PU_{ci}}{\sum_{i=1}^m (Pm_{ci} * PU_{ci})} * (1 - \sum_{i=1}^m NA_{ci}) + NA_{ci} \right] * (MK_c - \sum_{i=1}^m (I_{ci} * PU_{ci}))}{PU_{ci}} \quad \begin{matrix} \forall i \in M_c \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (12)$$

Si el material (i) no comparte el espacio de bodega se calcula el valor de PM_{ci} (redondear a menos):

$$PM_{ci} = M_{ci} - I_{ci} \quad \begin{matrix} \forall i \in M_c \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (12)$$

Para garantizar que se cumple las cantidades requeridas del periodo se selecciona el pedido máximo entre las unidades Pm_{ci} y PM_{ci}:

$$Pedido\ maximo_{ci} = Max[Pm_{ci}; PM_{ci}]$$

Las cantidades del pedido máximo no deben superar las cantidades que se pronostica consumir durante el periodo de vida útil de cada material:

$$PM_{ci} \leq \widehat{D}_{ci} * V_{ci} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array}$$

El nivel de inventario esperado en el momento en que llegan los materiales del pedido máximo (PM_{ci}), se obtiene:

Nivel de inventario esperado cuando llega PM_{ci} =

$$NIM_{ci} = IAP_{ci} + PM_{ci} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (13)$$

El índice de ocupación de la bodega se calcula con las capacidades de la bodega, estimadas en kg y en el caso de los materiales que comparten un mismo espacio se calcula con el peso de la categoría (MK_c):

$$Si: \begin{cases} No \text{ comparte espacio}; & \frac{NIM_{ci}}{M_{ci}} * 100\% & \forall i \in Mc \\ Comparte \text{ el espacio}; & \frac{\sum_{i=1}^m (NIM_{ci} * PU_{ci})}{MK_c} * 100\% & \forall c \in C \end{cases} \quad (14)$$

Se espera que el nuevo índice se acerque más al 100% de la ocupación y que sea mayor o igual al calculado para las cantidades requeridas para el periodo (Pm_{ci}).

El número de pedidos (NPM_{ci}) que se deben realizar al adquirir las cantidades de PM_{ci}, es determinado por el índice de ocupación (IO_{ci} para materiales que no comparten el espacio o IO_c para materiales que si comparten)

$$Si = \begin{cases} IO_{ci}; IO_c \leq 100\%; 1 \text{ solo pedido} & \forall i \in Mc \\ IO_{ci}; IO_c > 100\%; mas \text{ de } 1 \text{ pedido} & \forall c \in C \end{cases}$$

Pedido intermedio:

Para calcular el pedido ideal en función del costo, se requiere inicialmente calcular un pedido intermedio, donde las cantidades a pedir se calculan entre el pedido mínimo y el pedido máximo:

$$PI_{ci} = PM_{ci} - \left(\frac{PM_{ci} - Pm_{ci}}{2} \right) \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (15)$$

El nivel de inventario esperado en el momento en que llegan los materiales del pedido intermedio (PI_{ci}), se obtiene:

$$\text{Nivel de inventario esperado cuando llega } PI_{ci} = NII_{ci} = IAP_{ci} + PI_{ci} \quad \begin{array}{l} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{array} \quad (16)$$

El índice de ocupación de la bodega se calcula con las capacidades de la bodega, estimadas en kg y en el caso de los materiales que comparten un mismo espacio se calcula con el peso de la categoría (MK_c):

$$Si: \begin{cases} \text{No comparte espacio;} & \frac{NII_{ci}}{M_{ci}} * 100\% & \forall i \in Mc \\ \text{Comparte el espacio;} & \frac{\sum_{i=1}^m (NII_{ci} * PU_{ci})}{MK_c} * 100\% & \forall c \in C \end{cases} \quad (17)$$

El número de pedidos (NPI_{ci}) que se deben realizar al adquirir las cantidades de PI_{ci}, es determinado por el índice de ocupación (IO_{ci} para materiales que no comparten el espacio o IO_c para materiales que si comparten)

$$Si = \begin{cases} IO_{ci}; IO_c \leq 100\%; 1 \text{ solo pedido} & \forall i \in Mc \\ IO_{ci}; IO_c > 100\%; \text{mas de 1 pedido} & \forall c \in C \end{cases}$$

c. Tercera etapa

- Cálculo de costos relevantes para las tres alternativas y selección de la menos costosa.
- (En caso de tener un pedido intermedio) Búsqueda de las cantidades intermedias y cálculo de costos relevantes para la selección de la alternativa menos costosa.

Conjuntos:

C: Conjunto de categorías de materiales,

$$C = \{1, 2, \dots, c, \dots, n\}$$

Mc: Sub conjunto de materiales de la categoría *c*,

$$Mc = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$$

P_{ci} : Sub conjunto de rangos de precios del material i ,
de la categoría c ,

$$P_{ci} = \{1, 2, \dots, p, \dots, l\}$$

Parámetros:

Tabla 10. Parámetros del modelo de manejo de inventario, segunda etapa

P_{mci}	Pedido mínimo del material i de la categoría c
NP_{mci}	Número de pedidos a hacer en el periodo
PM_{ci}	Pedido máximo del material i de la categoría c
NPM_{ci}	Número de pedidos a hacer en el periodo
PI_{ci}	Pedido intermedio del material i de la categoría c
NP_{ci}	Número de pedidos a hacer en el periodo
F_{ci}	Precio del flete por unidad de material i de la categoría c
CFP	Costo fijo de pedir semanal
PP_{ci}	Cantidades mínimas establecidas por el proveedor del material i de la categoría c
CPP_{ci}	Costo de pedir menos de las cantidades mínimas establecidas por el proveedor del material i de la categoría c (costo de transporte de emergencia)
CU_{ci}	Costo unitario del material i de la categoría c .
CD_{p_{ci}}	Costo unitario del material i de la categoría c , con la aplicación del descuento en el rango p .
DS_{p_{ci}}	Descuentos porcentuales del CU _{ci} , según la cantidad en el rango p (%)
CO	Costo de oportunidad
ND	Número fijo de datos para evaluar las cantidades en caso de escoger el pedido intermedio (PI _{ci})

En esta etapa se busca encontrar la mejor alternativa de las cantidades a comprar, considerando los costos de almacenamiento versus los costos de pedido por cantidades.

Costos fijos de pedir:

Entre los costos fijos de pedir (CFP) en los que incurre un productor que establece una política de revisión periódica del inventario, están los costos periódicos (semanales) del tiempo

incurrido en la revisión de los niveles de inventario y la actualización de la información, además del pago del plan de llamadas del negocio (porcentaje del uso en pedido de materiales).

Costo del material en el rango de cantidad:

Se trabaja con una tabla de rangos (ver Tabla 11), en donde se busca el costo del material según la cantidad a pedir:

Tabla 11. Rangos de costos según las cantidades de material a pedir

Límite superior	CD _{1ci}	Límite superior	CD _{2ci}	Límite superior	CD _{pci}
LS _{1ci}	CU _{ci} * (1 - DS _{pci})	LS _{2ci}	CU _{ci} * (1 - DS _{pci})	LS _{pci}	CU _{ci} * (1 - DS _{pci})

Costos de almacenamiento:

Son los costos de almacenamiento en los que se incurren por mantener en inventario cada material, los cuales se calculan entre el índice de almacenamiento descrito por Sánchez (2012) y el costo unitario del material por la cantidad a pedir (mínima, máxima o intermedia).

Costos relevantes:

Para comparar las alternativas de las cantidades a pedir se calculan los costos relevantes de los tamaños de pedido por cada material, teniendo como referencia el pedido máximo (PM_{ci}).

***P_{xci}**: Cantidad a pedir del material i de categoría c (P_{mci}, P_{ici} y P_{Mci})

Este costo se compone de tres partes:

- Costo de pedir: se calcula el costo de pedir (CFP) según el número de pedidos que deben realizarse para adquirir las cantidades máximas (P_{Mci}).
- Costo del lote: se calcula el costo de comprar las cantidades máximas al costo unitario (CU_{pci}) de cada alternativa (P_{xci}).
- Rendimiento: se calcula el retorno de la inversión al invertir el dinero del inventario en otra alternativa de inversión.

Costos de pedir: Costo fijo de pedir * Cantidad de pedidos a realizar para llegar al PM + Costo de pedir una cantidad menor a la que distribuye el proveedor (si el *Px_{ci} es menor a PP_{ci})

$$\text{Costo de pedir } Px_{ci} = CFP * \left(\frac{PM_{ci} * NP_{x_{ci}}}{Px_{ci}} \right) + CPP_{ci} \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (18)$$

Costo de lote: Pedido máximo * Costo de la unidad en Px_{ci} (rango p) + Flete de Px_{ci} * Px_{ci}

$$\text{Costo de lote } Px_{ci} = PM_{ci} * CD_{Px_{ci}} + F_{ci} * Px_{ci} \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (19)$$

Rendimiento: (Índice de almacenamiento + Costo de oportunidad) * (Inventario promedio a invertir de Px_{ci} - Inventario promedio a invertir PM_{ci})

$$\text{Rendimiento } Px_{ci} = (IA_{ci} + CO_{ci}) * \left(\left(\frac{Px_{ci} * CU_{Px_{ci}}}{2} \right) - \left(\frac{PM_{ci} * CU_{PM_{ci}}}{2} \right) \right) \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (20)$$

Costos relevantes de Px_{ci} =

$$\text{Costos de pedir } Px_{ci} + \text{Costo del lote } Px_{ci} + \text{Rendimiento } Px_{ci} \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (21)$$

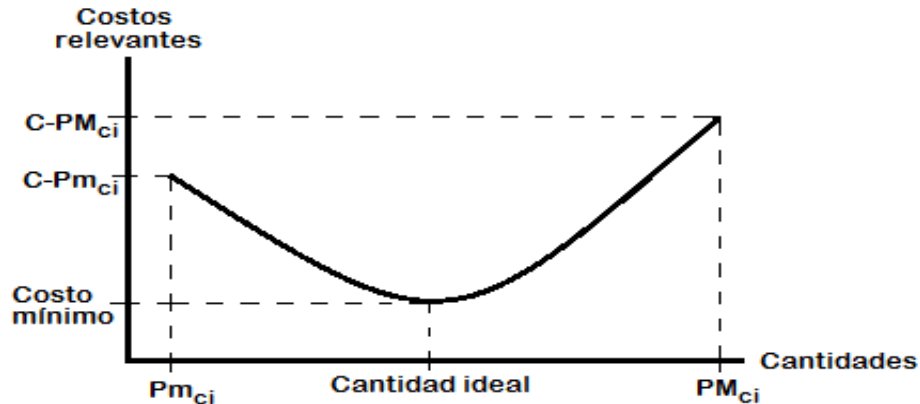
Después de calcular los costos relevantes para las tres cantidades propuestas (Pm_{ci}, PI_{ci} y PM_{ci}), se buscan los costos mínimos por cada material (i) de cada categoría (c) para escoger el tamaño de pedido a realizar:

$$\text{Tamaño de pedido}_{ci} = \min \begin{bmatrix} \text{Costo relevante } Pm_{ci} \\ \text{Costo relevante } PI_{ci} \\ \text{Costo relevante } PM_{ci} \end{bmatrix}$$

Si el menor costo relevante es el de las unidades requeridas para el periodo (pedido mínimo Pm_{ci}) ó el pedido máximo (PM_{ci}), el microempresario puede tomar directamente ese tamaño de pedido, como apoyo para tomar una decisión.

Si el menor costo relevante es el del pedido intermedio (PI_{ci}) quiere decir que la función de costos de este material no tiene una tendencia lineal y se debe buscar la cantidad a pedir que genere los menores costos entre un límite inferior P_{m_{ci}} y un límite superior P_{M_{ci}} (ejemplo Figura 4).

Figura 4. Caso de pedido intermedio



Para calcular los valores intermedios y buscar las cantidades de pedido con el menor costo relevante, se encuentran inicialmente las unidades cada cuanto se evaluara dentro de un número fijo de datos (ND):

$$Unidades\ a\ evaluar_{ci} = UE_{ci} = \frac{(PM_{ci}-1)-(Pm_{ci}+1)}{ND} \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (22)$$

Las cantidades evaluadas inician en (P_{m_{ci}} + UE_{ci}) y terminan cuando (P_{x_{ci}} + UE_{ci}) es menor a P_{M_{ci}}. Finalmente se seleccionan las cantidades con el menor costo relevante y con esta información el microempresario puede tomar una decisión de pedido.

En la Tabla 12 se observan las cantidades de pedido que se recomiendan hacer por material, el número de pedidos requeridos, el costo total (entre pedir y almacenar), las fechas de vencimiento mínimas para su compra y el nivel de ocupación al que se llegaría si se realizan los pedidos de los materiales recomendados en las cantidades calculadas.

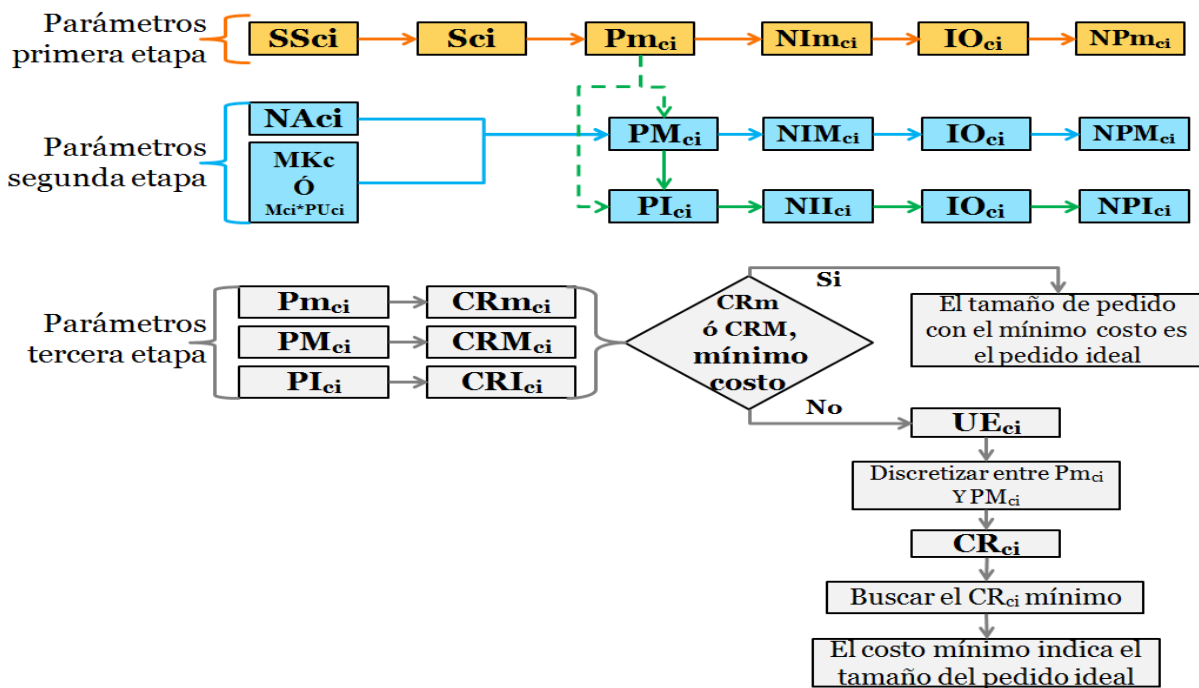
Tabla 12. Resultados de la aplicación del modelo de manejo de inventario propuesto

Material a pedir:	Pedir por periodo		Pedido escogido	Número de pedidos por periodo	Costo del pedido \$	Fecha de vencimiento		% de ocupación
	Cantidad	Unidades				Con fechas de vencimiento Superiores a:	Fecha máxima de consumo:	
Nombre	#	Galones Bultos Cajas ...	Pedido mínimo Pedido máximo Pedido intermedio	#	\$	DD/MM/AAAA	DD/MM/AAAA	%

Diagrama de proceso:

El resumen de la aplicación de las tres etapas del modelo se puede observar en el diagrama de proceso de la Figura 5.

Figura 5. Diagrama de proceso del modelo de inventario



*CR, CRm, CRM y CRI, es el costo relevante del pedid

3.3.3.4. Ejemplo numérico

Para una mayor comprensión del modelo se aplica a tres materiales que normalmente se encuentran en una panadería.

Primera etapa:

Conjuntos:

$$C = \{Harina, Huevos\}$$

$$M_{harina} = \{1, 2\} \quad M_{huevo} = \{1\}$$

Parámetros:

Tabla 13. Ejemplo de parámetros, primera etapa

Categoría (c)		Harina		Huevo
Material (i)		1	2	1
Unidad		Paquete	Bulto	Cubeta
R	Semanas	1	1	1
Vci		25	25	2
Kci	Frecuencia (< Vci)	1	1	1
Lci	Semanas	1,17	1,17	0,17
Mci	Unidades	2000	100	60
PUci	Kg	2.5	50	1,9
Comparte espacio en bodega?		Si	Si	No
NSc_i	%	95%	95%	70%
Ici	Unidades	8	17	29
Dci		6,03	11,53	50,79
σ_{ci}		5,31	3,75	17,88

El nivel de inventario esperado antes de la llegada de un pedido

$$IAP_{ci} = I_{ci} - (\widehat{D}_{ci} * L_{ci}) \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (7)$$

$$IAP_{harina,1} = 0,94 \text{ Paquetes}$$

$$IAP_{harina,2} = 3,51 \text{ Bultos}$$

$$IAP_{huevo,1} = 20,37 \text{ Cubetas}$$

Con estos parámetros se calcula a continuación el nivel de inventario máximo para la primera etapa y las cantidades a pedir para cumplir el requerimiento del periodo:

Tabla 14. Ejemplo aplicación de modelo, primera etapa

Categoría c, material i	Ecu	Unidad	Harina,1	Harina,2	Huevo,1
R_{ci}	(1)	Semanas	1	1	1
D_{ci} (R_{ci}+L_{ci})	(2)	Unidades	13,09	25,02	59,42
S_{ci} (R_{ci}+L_{ci})	(3)		7,82	5,53	19,34
SS_{ci}	(4)		12,86	9,1	10,19
S_{ci}	(5)		25,95	34,12	69,61
ALARMA			Pedir	Pedir	Pedir
P_{m_{ci}}	(6)	Unidades	18	18	41
N_{Im_{ci}}	(8)		18,94	21,51	61,37
M_{Kc} ó M_{ci}*P_{Uci}	(9)	Kg	5000		114
I_{Oci}	(10)	%	22,5%		102,3%
NP_{m_{ci}}		Pedidos	1	1	Más de 1 pedido

*Ecu: número de ecuación

Segunda etapa:

Conjuntos:

$$C = \{Harina, Huevos\}$$

$$M_{harina} = \{1, 2\} \quad M_{huevo} = \{1\}$$

Parámetros:

Tabla 15. Ejemplo de parámetros, segunda etapa

Categoría c, material i		Harina,1	Harina,2	Huevo,1
P_{m_{ci}}	Unidades	18	18	41
V_{ci}*D_{ci}		150,75	288,25	101,58
P_{Uci}	Kg	2.5	50	1,9
M_{Kc} ó M_{ci}*P_{Uci}		5000		114
I_{ci}	Unidades	8	17	29
IAP_{ci}		0,94	3,51	20,37
PA	%	5%		
Accesibilidad		Baja: 43,3%	Alta: 23,3%	Media: 33,3%

Con estos parámetros se calculan los pedidos mínimos y máximos, además de los niveles de inventario esperados y el índice de ocupación para cada tamaño de pedido.

Tabla 16. Ejemplo aplicación de modelo, segunda etapa

Categoría c, material i	Ecu	Unidad	Harina,1	Harina,2	Huevo,1
NAci	(11)	%	2,15%	1,15%	1,70%
PMci	(12)	Unidades	111	77	41
NIMci	(13)		111,94	80,51	61,37
IOci	(14)	%	86,10%		102,3%
NPMci		Pedidos	1	1	2
PIci	(15)	Unidades	64	47	41
NIci	(16)		64,94	50,51	61,37
IOci	(17)	%	53,8%		102,3%
NPIci		Pedidos	1	1	2

*Ecu: número de ecuación

Tercera etapa:

Conjuntos:

$$C = \{Harina, Huevo\}$$

$$M_{harina} = \{1, 2\} \quad M_{huevo} = \{1\}$$

$$P_{harina,1} = \{1, 2, 3\} \quad P_{harina,2} = \{1, 2, 3\}$$

$$P_{huevo,1} = \{1\}$$

Parámetros:

Tabla 17. Ejemplo de parámetros, tercera etapa

Categoría, material		Harina,1	Harina,2	Huevo,1
Pm_{ci}	Unidades	18	18	41
NPM_{ci}	Pedidos	1	1	2
PMci	Unidades	111	77	41
NPMci	Pedidos	1	1	2
PIci	Unidades	64	47	41
NPIci	Pedidos	1	1	2
IA_{ci}	%	0,18%	7,16%	0,01%
CO_{ci}		1%	1%	1%
PPci	Unidades	20	5	10
CPPci	\$/Pedido	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000
Fci (\$59.708 / Kg)	\$/unidad	\$ 149,3	\$2.985,4	\$ 0
CFP	\$/mes	\$ 832	\$ 832	\$ 832
ND	Datos	30	30	30

Costo del material en el rango de cantidad:

Tabla 18. Ejemplo de rangos de costos según las cantidades de material a pedir

Descuentos						
Material	LS _{1i} Hasta ->	CD _{1ci}	LS _{2i} Hasta ->	CD _{2ci}	LS _{3i} Hasta ->	CD _{3ci}
	UNIDADES	\$	UNIDADES	\$	UNIDADES	\$
Harina, 1	19	\$ 3.810	59	\$ 3.696	2100	\$ 3.658
Harina, 2	19	\$ 79.143	59	\$ 76.769	210	\$ 75.977
Huevo, 1	1000	\$ 8.523	0	\$ -	0	\$ -

En esta etapa se busca encontrar la mejor alternativa de las cantidades a comprar, considerando los costos de almacenamiento versus los costos de pedido por cantidades.

Costos relevantes:

***P_{x_{ci}}**: Cantidad a pedir del material i de categoría c (P_{m_{ci}}, P_{I_{ci}} y P_{M_{ci}})

Costos de pedir:

$$\text{Costo de pedir } P_{x_{ci}} = CFP * \left(\frac{P_{M_{ci}} * NP_{x_{ci}}}{P_{x_{ci}}} \right) + CPP_{ci} \quad \begin{matrix} \forall i \in M_c \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (18)$$

Tabla 19. Resultados de los costos a pedir según el tamaño del pedido

Cantidad a pedir	Harina, 1	Harina, 2	Huevo, 1
P _{m_{ci}}	\$ 13.133,4	\$ 3.561	\$ 1.664
P _{I_{ci}}	\$ 1.439,4	\$ 1.364,5	\$ 1.664
P _{M_{ci}}	\$ 832	\$ 832	\$ 1.664

Costo de lote:

$$\text{Costo de lote } P_{x_{ci}} = P_{M_{ci}} * CD_{P_{x_{ci}}} + F_{ci} * P_{x_{ci}} \quad \begin{matrix} \forall i \in M_c \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (19)$$

Tabla 20. Resultados de los costos de lote según el tamaño del pedido

Cantidad a pedir	Harina, 1	Harina, 2	Huevo, 1
P _{m_{ci}}	\$ 425.596,9	\$ 6.147.737,2	\$349.431,8
P _{I_{ci}}	\$ 415.546,9	\$ 6.051.493,8	\$349.431,8
P _{M_{ci}}	\$ 422.562,6	\$ 6.080.115,8	\$349.431,8

Rendimiento:

$$\text{Rendimiento } P_{x_{ci}} = (IA_{ci} + CO_{ci}) * \left(\left(\frac{P_{x_{ci}} * CD_{P_{x_{ci}}}}{2} \right) - \left(\frac{P_{M_{ci}} * CD_{P_{M_{ci}}}}{2} \right) \right) \quad \begin{matrix} \forall i \in M_c \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (20)$$

Tabla 21. Resultados del rendimiento según el tamaño del pedido

Cantidad a pedir	Harina, 1	Harina, 2	Huevo, 1
$P_{m_{ci}}$	\$(1.990,7)	\$(180.567,3)	\$ -
$P_{I_{ci}}$	\$(1.014,3)	\$(91.478,4)	\$ -
$P_{M_{ci}}$	\$ -	\$ -	\$ -

Costos relevantes de Px_{ci} =

$$\text{Costos de pedir } Px_{ci} + \text{Costo del lote } Px_{ci} + \text{Rendimiento } Px_{ci} \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (21)$$

Tabla 22. Resultados de los costos relevantes según el tamaño del pedido

Cantidad a pedir	Harina, 1	Harina, 2	Huevo, 1
$P_{m_{ci}}$	\$436.739,6	\$5.970.730,9	\$351.095,8
$P_{I_{ci}}$	\$415.972,0	\$5.961.379,9	\$351.095,8
$P_{M_{ci}}$	\$423.394,6	\$6.080.947,8	\$351.095,8
Costo mínimo	\$415.972,0	\$5.961.379,9	\$351.095,8
Pedido escogido	$P_{I_{Harina,1}}$	$P_{I_{Harina,2}}$	$P_{m_{Huevo,1}}, P_{I_{Huevo,1}}$ ó $P_{M_{Huevo,1}}$

- La cantidad de huevos a pedir puede hacerse en cualquiera de las alternativas propuestas (en este caso en particular).
- Las cantidades de Harina 1 y 2 deben ser evaluadas

Para calcular los valores intermedios y buscar las cantidades de pedido con el menor costo relevante, se encuentran inicialmente las unidades cada cuanto se evaluara dentro de un número fijo de datos (ND):

$$UE_{ci} = \frac{(P_{M_{ci}-1}) - (P_{M_{ci}+1})}{ND} \quad \begin{matrix} \forall i \in Mc \\ \forall c \in C \end{matrix} \quad (22)$$

$$UE_{Harina,1} = \frac{(111 - 1) - (18 + 1)}{30} = 3,1 \text{ redondea a mas} = 4$$

$$UE_{Harina,2} = \frac{(77 - 1) - (18 + 1)}{30} = 1,97 \text{ redondea a mas} = 2$$

Tabla 23. Unidades a evaluar

Dato	1	2	3	4	5	6	7	8	...	30
Cantidad de Harina, 1	22	26	30	34	38	42	46	50	...	< 111
Cantidad de Harina, 2	20	22	24	26	28	30	32	34	...	< 77

Para cada cantidad se calcula el costo relevante y se selecciona el menor:

Tabla 24. Cantidad de material a pedir con el mínimo costo relevante

Material	Costo relevante mínimo	Cantidad de material a pedir
	\$/Pedido	Unidades
Harina, 1	\$ 415.680,5	62
Harina, 2	\$ 5.798.044,6	20

Con la información de la siguiente tabla el empresario puede tomar una decisión:

Tabla 25. Resultados de la aplicación del modelo de manejo de inventario propuesto

Material a pedir:	Pedir por periodo		Pedido escogido	Número de pedidos por periodo	Costo del pedido	Fecha de vencimiento		% de ocupación
	Cantidad	Unidades				Con fechas de vencimiento Superiores a	Fecha máxima de consumo	
Harina 1	62	Paquetes	Intermedio	1	\$ 239.545	13/11/16	25/02/17	27%
Harina 2	20	Bultos	Intermedio	1	\$ 1.615.977	15/09/16	25/02/17	
Huevos 1	41	Cubetas	Mínimo	2	\$ 353.084	08/09/16	17/09/16	100%
					\$ 2.208.607			

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 3

- En el manejo de los inventarios la formalización de la información favorece la recepción y distribución de los materiales ya que estandariza los aspectos a considerar en cada actividad apoyando la toma de decisiones y permitiendo un mayor control de los riesgos que generan costos adicionales, mejorando la rentabilidad del dinero que se invierte en el aprovisionamiento del almacén.
- El aspecto en el que se requiere mayor apoyo es en el control del inventario de materias primas e insumos existentes en el almacén, para ello se requieren herramientas de apoyo como formatos y fichas, con esta información es posible calcular las cantidades a pedir en el periodo oportuno, de esta forma se pueden obtener mayores beneficios económicos.
- Las propuestas de recolección de información y capacitación son fácilmente realizables, aportan datos útiles para los cálculos requeridos y su aplicación en una herramienta informática mejora física y económicamente la actividad de almacenamiento en las panaderías de la región.

- El modelo matemático propuesto puede ser aplicado a otros tipos de negocios que cumplan condiciones de almacenamiento similares como aquellos que trabajan con restricciones de espacio y vencimiento, además de políticas de descuentos por cantidad.

CONCLUSIONES

- El recorrido realizado en este proyecto inicia en la observación directa, la búsqueda de teorías sobre modelos de manejo de inventario existentes en la literatura y su interpretación, para posteriormente realizar una aplicación práctica permitiendo adaptar dichos modelos a la realidad económica de las panaderías de tipo microempresa de la ciudad de Pasto (Colombia).
- En las panaderías de tipo microempresa de la ciudad de Pasto (Colombia) existe un problema común y es la falta de control en la información de sus negocios, el llevar la información sin formalidad (formatos, fichas, etc.) lo cual no permite realizar un manejo adecuado de los materiales, de los costos y capacidades de producción, de los porcentajes de ganancia, entre otros aspectos encontrados, generando una situación de incertidumbre en las finanzas del negocio.
- En el manejo de los inventarios la formalización de la información favorece la recepción y distribución de los materiales ya que estandariza los aspectos a considerar en cada actividad apoyando la toma de decisiones, permitiendo un mayor control de los riesgos que generan costos adicionales, teniendo un impacto directo en la rentabilidad del negocio.
- El aspecto en el que se requiere mayor apoyo es en el control del inventario de materias primas e insumos existentes en el almacén, para ello se requieren herramientas de apoyo como formatos y fichas. Pero es necesario contar con una herramienta informática que permita calcular los valores de cantidad y del periodo para realizar los pedidos oportunamente con dicha información, para ello se debe considerar la capacitación del personal responsable del inventario en Tic's y de esta forma llegar a obtener mayores beneficios económicos.
- Las propuestas de recolección de información y capacitación son fácilmente realizables, aportan datos útiles para los cálculos requeridos y su aplicación en una herramienta informática mejora física y económicamente la actividad de almacenamiento en las panaderías de la región.

- El modelo matemático propuesto puede ser aplicado a otros tipos de negocios que cumplan condiciones de almacenamiento similares como aquellos que trabajan con restricciones de espacio y vencimiento, además de políticas de descuentos por cantidad.

REFERENCIAS

Aguilar, M. (2005). “Cómo controlar tu inventario”, [en línea], disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso/empresa/controlartuinventario/capitulo1.htm>, Recuperado: 5 de abril de 2016.

Arcusin L.M., Rossetti G. y Quiroga O., (2015), “Optimización del sistema de inventario de materias primas en una empresa productora de golosinas”, en *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, SC, Brasil, vol. 7, pp. 167-181

Bienesonline (2016) “Locales en Nariño en venta y en arriendo” [en línea], disponible en: http://www.bienesonline.co/locales-narino_t6p19.php, recuperado: 5 de mayo de 2016

Bravo J.J., Ordoñez A. y Orejuela J.P. (2015), “Modelo de gestión de inventarios de carne de cerdo en puntos de venta”, en *Pensamiento & Gestión*, núm. 39, pp. 30-51.

Camacho E. Y. y Martínez J. L. (2008), *Sistema de control interno para el manejo de inventarios en pequeñas y medianas empresas en el Municipio de Soacha con base en la herramienta Excel*, [proyecto académico], Soacha, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Facultad de Ciencias Empresariales.

CEDENAR (2016) “Calculador de consumo” [en línea], disponible en: <http://www.cedenar.com.co/index.php/atencion-al-usuario/calculador-de-consumo>, recuperado: 5 de mayo de 2016

De León J. P., González L. y Laviano L. (2011), *Gestión Logística de Productos Perecederos, Caso de estudio: Siemens Healthcare Diagnostic S.A.*, [monografía de grado], Montevideo, Universidad de la Republica, Facultad de Ciencias Económicas y Administración.

Duque, C. (2016), “Salarios y Prestaciones Sociales – Mínimo legal– Año 2016 – Colombia” [en línea], disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/101007/Salarios_y_Prestaciones_Sociales_-_Mínimo_Legal_-_Ano_2016_-_Colombia_.pdf, recuperado: 5 de septiembre de 2016

EMPOPASTO (s.f.). “Tarifas a aplicar en los servicios de acueducto y alcantarillado [en línea], disponible en: http://www.empopasto.com.co/site/?page_id=4191, Recuperado: 19 de septiembre de 2015.

Fincaraiz (2016) “Locales en Arriendo en Pasto” [en línea], disponible en: <http://www.fincaraiz.com.co/locales/arriendo/pasto/?ad=30|1|||2||3||74|7400003||||||||||||1|||1||||-1>, recuperado: 5 de mayo de 2016

Gámez X., Pérez M., Ramírez L. N. y Soto D. (2010), “Aplicación de un modelo de inventarios multiproducto para las PYMES en Bogotá”, en *Ingenio Libre*, pp.74-81.

Hernández, S. (2010). “Planeación de inventarios de productos múltiples con demanda probabilista empleando técnicas metaheurísticas” [en línea], disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3825/tesis.pdf?sequence=1>, recuperado: 31 de Octubre de 2016

Horngren, C. T., Datar, S.M. y Rajan, M. V. (2012). *Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial*. México, Pearson Educación de México.

Icasas (2016) “Bodegas en arriendo en Pasto” [en línea], disponible en: <http://www.icasas.com.co/aggregatorDetail?adId=28900&aggregator=mitula>, recuperado: 5 de mayo de 2016

Levner, I. y Perlman, Y. (2014, Febrero), “Perishable Inventory Management in Healthcare”, en *Journal of Service Science and Management*, vol. 7, pp. 11-17.

Mitula (2016) “Arriendo Local Sector Pasto” [en línea], disponible en: <http://casas.mitula.com.co/casas/arriendo-local-sector-pasto#>, recuperado: 5 de mayo de 2016

Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*, 5.^a ed., México, McGRAW-HILL Interamericana Editores.

Pérez, F. y Torres, F. (2014). Modelos de inventarios con productos perecederos: revisión de literatura. En: *Ingeniería*, Vol. 19, No. 2, pp. 9–40

Puyana, D. (2011), “La problemática de las pymes en Colombia: internacionalizarse o morir” [en línea], disponible en: <http://www.pueblosenred.org/editorial/articulo4>, recuperado: 24 de abril de 2016

Raddar S.A. (2006). *Dinámica del consumo en Colombia en 2005*, Bogotá, Raddar S.A.

Sánchez, M. (2012). “Costos de posesión” [en línea], disponible en: http://economia-sumergida.blogspot.com.co/2012_01_01_archive.html, recuperado: 2 de Diciembre de 2016

Tseng, W.C. y Yang, M.F. (2015), “Deteriorating Inventory Model for Chilled Food”, en *Mathematical Problems in Engineering* (publicaciones Hindawi Corporation), vol. 2015, p. 10.

UNAD (s.f.) “Investigación Exploratoria, Descriptiva, Correlacional y Explicativa” [en línea], disponible en:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/100104/100104_EXE/leccin_6_investigacin__exploratoria_descriptiva_correlacional_y_explicativa.html, recuperado: 1 de agosto de 2016

UNAD (s.f.) “Procesos de cereales y oleaginosas” [en línea], disponible en:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211615/Modulo_exe/211615_Mexe/leccin_18_procesos_industriales_de_panificacin.html, recuperado: 6 de Junio de 2016

Vidal, C. J. (2005). *Fundamentos de gestión de inventarios*, Cali, Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería.